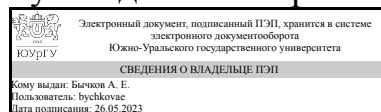


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



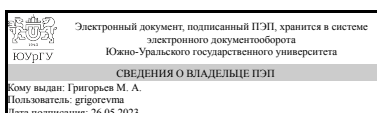
А. Е. Бычков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.07 Силовая преобразовательная техника
для направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

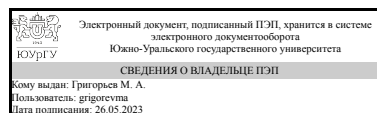
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1046

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



М. А. Григорьев

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



М. А. Григорьев

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов теоретической базы по классификации, функциональному предназначению и принципу действия силовых полупроводниковых преобразователей электрической энергии постоянного и переменного тока, их схем, алгоритмов и методов управления, режимов работы и характеристик, технико-экономических показателей и области применения.

Основная задача дисциплины – формирование теоретической базы по классификации, функциональному предназначению и принципу действия силовых полупроводниковых преобразователей электрической энергии постоянного и переменного тока в составе мехатронных систем, режимов работы и характеристик.

Краткое содержание дисциплины

В курсе данной дисциплины раскрываются элементная база силовой преобразовательной техники, классификация силовых полупроводниковых преобразователей по способу преобразования электрической энергии, основные характеристики и принципы работы различных схем преобразования постоянного и переменного тока, алгоритмы и методы модуляции, элементы защиты преобразователей. Формы изложения: лекционные, лабораторные и практические занятия. Форма самостоятельной работы студента: выполнение курсовой работы. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осуществлять организованное, материальное и документационное обеспечение технического обслуживания и планового ремонта гибких производственных систем в машиностроении	Знает: Принципы работы, основные понятия, определения, технические характеристики и классификацию силовых полупроводниковых преобразователей постоянного и переменного тока (выпрямления переменного тока в постоянный, инвертирования постоянного тока в переменный, непосредственного преобразования переменного напряжения одной частоты в переменное напряжение регулируемой частоты). Умеет: Читать силовые электрические схемы силовых полупроводниковых преобразователей; пользоваться специализированными программными продуктами для моделирования и контроля силовых полупроводниковых преобразователей; использовать цифровые модели полупроводниковых преобразователей при разработке технической документации по технологическому обслуживанию и ремонту. Имеет практический опыт: Оценки и анализа характеристик работы силовых полупроводниковых преобразователей для выявления причин их систематических отказов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.28 Физические основы гидравлики, 1.Ф.05 Электрические и электронные аппараты	1.О.33 Эксплуатация и наладка мехатронных и робототехнических систем

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.05 Электрические и электронные аппараты	Знает: Функциональное назначение и область применения основных типов электрических и электронных аппаратов, устройство, принцип действия, основные характеристики, иметь представление об основных источниках информации, методах поиска и выбора основных типов электрических и электронных аппаратов Умеет: Выбирать электрические и электронные аппараты для конкретных условий эксплуатации, читать и составлять электрические схемы электроустановок, содержащих электрические и электронные аппараты, оценивать параметры рабочих режимов электрических и электронных аппаратов. Имеет практический опыт: Проведения экспериментальных исследований и регулировки электрических и электронных аппаратов, выявления причин систематических отказов гибких производственных систем, навыками исследовательской работы в области электрических и электронных аппаратов.
1.О.28 Физические основы гидравлики	Знает: Математические формы записи основных уравнений, характеризующих законы равновесия и движения жидкости. Умеет: Применять физико-математический аппарат для рассматриваемой гидравлической части мехатронной и робототехнической системы. Имеет практический опыт: Составления физико-математических моделей для описания гидравлической части мехатронных и робототехнических систем.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	64	64

Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	69,5	69,5
Выполнение и подготовка к защите курсовой работы	38	38
Подготовка к практическим и лабораторным работам	13,5	13,5
Подготовка к экзамену	18	18
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
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	Введение. Система силовой преобразовательной техники	2	2	0	0
2	Диодные выпрямители	14	2	8	4
3	Тиристорные преобразователи	28	4	16	8
4	Преобразователи на полностью управляемых силовых полупроводниковых модулях	16	4	8	4
5	Разновидности построения силовых схем полупроводниковых преобразователей	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Цели, задачи и содержание дисциплины. Понятие «Система силовой преобразовательной техники». Классификация силовых полупроводниковых преобразователей по способу преобразования электрической энергии. Основная элементная база силовой преобразовательной техники. Области применения.	2
2	2	Основные характеристики и принцип работы однофазной однополупериодной схемы выпрямления. Работа на активную, активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузку и на противо-э.д.с. Принцип работы и основные характеристики трехфазной нулевой схемы выпрямления. Работа схемы на активную, активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузку и противо-э.д.с.	2
3-4	3	Принцип работы и основные характеристики однофазной однополупериодной схемы выпрямления. Угол проводимости и угол регулирования. Работа схемы на активную, актив-но-индуктивную, активно-емкостную нагрузку и противо-э.д.с. Режим непрерывного, граничного и прерывистого тока. Принцип работы и основные характеристики трехфазной мостовой схемы выпрямления. Работа схемы на активную, активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузку и противо-э.д.с. Реверсивный тиристорный преобразователь. Структура и принцип работы системы импульсно-фазового управления. Фазовая, регулировочная и внешняя характеристика преобразователя.	4
5-6	4	Принцип работы полностью управляемого полупроводникового модуля. Временные диаграммы открытия и закрытия. Динамические потери. Потери	4

		проводимости. Трехфазный мостовой преобразователь на полностью управляемых полупроводниковых модулях. Базовый закон коммутации. Однофазный мостовой преобразователь на основе полностью управляемых полупроводниковых модулей. Принцип широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Однополярная и биполярная ШИМ. Синусоидальная ШИМ. Коэффициент модуляции. Синусоидальная ШИМ с предмодуляцией. Автономный инвертор напряжения (АИН). Принцип работы, основные характеристики и особенности работы на активно-индуктивную нагрузку и противо-э.д.с. Принцип действия активного выпрямителя напряжения. Векторные диаграммы режимов работы. Принцип действия и классификация преобразователей постоянного тока в постоянный (DC/DC). Регулирующих и внешние характеристики.	
7-8	5	Многопульсные силовые схемы подключения силовых полупроводниковых преобразователей. Многоуровневые преобразователи. Системы защиты преобразователей. Расчет аварийных токов в различных режимах. Требования к защите и защитной аппаратуре. Системы защиты от аварийных токов. Выбор предохранителей, автоматических выключателей. Системы, схемы и средства защиты от перенапряжений. Преобразователи энергии для гидро- и пневмоприводов. Схемы, принцип работы, основные соотношения, системы управления, электрогидравлические преобразователи, методы и способы управления.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	2	Практическая работа №1 Разработка трехфазной мостовой схемы выпрямления на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-э.д.с. в программе Matlab/Simulink	4
3-4	2	Проверка работоспособности имитационной модели трехфазной мостовой схемы выпрямления на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-э.д.с. в программе Matlab/Simulink. Оформление отчета по практической работе №1	4
5-6	3	Проверка работоспособности имитационной модели системы импульсно-фазового управления трехфазным мостовым тиристорным преобразователем в программе Matlab/Simulink. Оформление отчета по практической работе №2	4
7-8	3	Практическая работа №2 Разработка системы импульсно-фазового управления трехфазным мостовым тиристорным преобразователем в программе Matlab/Simulink	4
9-10	3	Практическая работа №3 Разработка управляемого выпрямителя по трехфазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-э.д.с. в программе Matlab/Simulink	4
11-12	3	Проверка работоспособности имитационной модели управляемого выпрямителя по трехфазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-э.д.с. в программе Matlab/Simulink (Технологии анализа ситуаций для активного обучения)	4
13-14	4	Практическая работа №4 Разработка алгоритма синусоидальной ШИМ трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink	4
15-16	4	Проверка работоспособности имитационной модели алгоритма	4

		синусоидальной ШИМ трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink. Оформление отчета по практической работе №4	
--	--	--	--

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Лабораторная работа № 1 Исследование трехфазной мостовой схемы выпрямления на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс.	2
2	2	Защита лабораторной работы №1 Исследование трехфазной мостовой схемы выпрямления на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс.	2
3	3	Лабораторная работа № 2 Исследование системы импульсно-фазового управления трехфазным мостовым тиристорным преобразователем.	2
4	3	Защита лабораторной работы №2 Исследование системы импульсно-фазового управления трехфазным мостовым тиристорным преобразователем.	2
5	3	Лабораторная работа №3 Исследование управляемого выпрямителя по трехфазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс.	2
6	3	Защита лабораторной работы №3 Исследование управляемого выпрямителя по трехфазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс. (Тренинг)	2
7	4	Лабораторная работа №4 Исследование автономного инвертора напряжения на основе ШИМ.	2
8	4	Защита лабораторной работы №4 Исследование автономного инвертора напряжения на основе ШИМ.	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение и подготовка к защите курсовой работы	Осн. лит. [1] с. 1-423. Методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [1]. Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем [1].	6	38
Подготовка к практическим и лабораторным работам	Осн. лит. [1] с. 1-423. Осн. лит. [2] с. 1-631. Доп. лит. в эл. виде [2] с. 1-332. Методические пособия для самостоятельной работы студента, для преподавателя [2]. Перечень используемого программного обеспечения [1], [2], [3].	6	13,5
Подготовка к экзамену	Осн. лит. [1] с. 1-423. Осн. лит. [2] с. 1-631. Осн. лит. в эл. виде [1] с. 1-192. Доп. лит. в эл. виде [2] с. 1-200. Перечень используемых профессиональных баз	6	18

	данных и информационных справочных систем [1]. Журналы по дисциплине [1].		
--	---	--	--

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	6	Текущий контроль	Практическая работа №1. (Раздел 2)	0,125	3	Практическая работа №1 Разработка трехфазной мостовой схемы выпрямления на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс. в программе Matlab/Simulink. Практическая работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов: 1) оформление работы соответствует требованиям – 1 балл (оформление работы не соответствует требованиям - 0 баллов); 2) отсутствуют ошибки в имитационной модели Matlab/Simulink – 1 балл (присутствуют ошибки в проведении опытов – 0 баллов); 3) проверка работоспособности имитационной модели Matlab/Simulink прошла успешно – 1 балл (модель работает с ошибками - 0 баллов).	экзамен
2	6	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1. (Раздел 2)	0,125	3	Лабораторная работа № 1 Исследование трехфазной мостовой схемы выпрямления на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс. Лабораторная работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов: 1) оформление работы соответствует требованиям – 1 балл (оформление работы не соответствует требованиям - 0 баллов); 2) отсутствуют ошибки в расчётах и результатах исследований – 1 балл (присутствуют ошибки в проведении опытов – 0 баллов);	экзамен

						3) правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 1 вопрос) – 1 балл (неправильный ответ на вопрос - 0 баллов).	
3	6	Текущий контроль	Практическая работа №2. (Раздел 3)	0,125	3	Практическая работа №2 Разработка системы импульсно-фазового управления трехфазным мостовым тиристорным преобразователем в программе Matlab/Simulink. Практическая работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов: 1) оформление работы соответствует требованиям – 1 балл (оформление работы не соответствует требованиям - 0 баллов); 2) отсутствуют ошибки в имитационной модели Matlab/Simulink – 1 балл (присутствуют ошибки в проведении опытов – 0 баллов); 3) проверка работоспособности имитационной модели Matlab/Simulink прошла успешно – 1 балл (модель работает с ошибками - 0 баллов).	экзамен
4	6	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2. (Раздел 3)	0,125	3	Лабораторная работа № 2 Исследование системы импульсно-фазового управления трехфазным мостовым тиристорным преобразователем. Лабораторная работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов: 1) оформление работы соответствует требованиям – 1 балл (оформление работы не соответствует требованиям - 0 баллов); 2) отсутствуют ошибки в расчётах и результатах исследований – 1 балл (присутствуют ошибки в проведении опытов – 0 баллов); 3) правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 1 вопрос) – 1 балл (неправильный ответ на вопрос - 0 баллов).	экзамен
5	6	Текущий контроль	Практическая работа №3. (Раздел 3)	0,125	3	Практическая работа №3 Разработка управляемого выпрямителя по трехфазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс в программе Matlab/Simulink. Практическая работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний	экзамен

						кафедры. Критерии начисления баллов: 1) оформление работы соответствует требованиям – 1 балл (оформление работы не соответствует требованиям - 0 баллов); 2) отсутствуют ошибки в имитационной модели Matlab/Simulink – 1 балл (присутствуют ошибки в проведении опытов – 0 баллов); 3) проверка работоспособности имитационной модели Matlab/Simulink прошла успешно – 1 балл (модель работает с ошибками - 0 баллов).	
6	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №3. (Раздел 3)	0,125	3	Лабораторная работа №3 Исследование управляемого выпрямителя по трехфазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс. Лабораторная работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов: 1) оформление работы соответствует требованиям – 1 балл (оформление работы не соответствует требованиям - 0 баллов); 2) отсутствуют ошибки в расчётах и результатах исследований – 1 балл (присутствуют ошибки в проведении опытов – 0 баллов); 3) правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 1 вопрос) – 1 балл (неправильный ответ на вопрос - 0 баллов).	экзамен
7	6	Текущий контроль	Практическая работа №4. (Раздел 4)	0,125	3	Практическая работа №4 Разработка алгоритма синусоидальной ШИМ трехфазного мостового автономного инвертора напряжения в программе Matlab/Simulink. Практическая работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов: 1) оформление работы соответствует требованиям – 1 балл (оформление работы не соответствует требованиям - 0 баллов); 2) отсутствуют ошибки в имитационной модели Matlab/Simulink – 1 балл (присутствуют ошибки в проведении опытов – 0 баллов); 3) проверка работоспособности имитационной модели Matlab/Simulink прошла успешно – 1 балл (модель работает с ошибками - 0 баллов).	экзамен

8	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №4. (Раздел 4)	0,125	3	Лабораторная работа №4 Исследование автономного инвертора напряжения на основе ШИМ. Лабораторная работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Критерии начисления баллов: 1) оформление работы соответствует требованиям – 1 балл (оформление работы не соответствует требованиям - 0 баллов); 2) отсутствуют ошибки в расчётах и результатах исследований – 1 балл (присутствуют ошибки в проведении опытов – 0 баллов); 3) правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 1 вопрос) – 1 балл (неправильный ответ на вопрос - 0 баллов).	экзамен
9	6	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	3	3 балла - правильный ответ на 3 вопроса билета; 2 балла - правильный ответ на 2 вопроса билета; 1 балл - правильный ответ на 1 вопроса билета; 0 баллов - на все вопросы даны неправильные ответы.	экзамен
10	6	Курсовая работа/проект	Защита курсовой работы	-	100	1) Оформление работы соответствует всем требованиям – 20 баллов Текст оформлен согласно методическим указаниям - 2 балла (не выполнен - 0 баллов); Графики оформлены согласно методическим указаниям - 8 баллов (не выполнен - 0 баллов); Формулы оформлены согласно методическим указаниям - 2 балла (не выполнен - 0 баллов); Таблицы оформлены согласно методическим указаниям - 4 балла (не выполнен - 0 баллов); Список источников оформлен согласно методическим указаниям - 4 балла (не выполнен - 0 баллов). 2) Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Результаты расчетов верны. Правильно рассчитаны внешние характеристики инвертора - 5 баллов (присутствуют ошибки - 0 баллов); Правильно выбраны транзисторы - 5 баллов (присутствуют ошибки - 0 баллов); Правильно выбраны аппаратные защиты силовой схемы - 5 баллов (присутствуют ошибки - 0 баллов);	курсовые работы

2. "Силовая преобразовательная техника" Методические указания по выполнению курсовой работы

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Попков О.З., Основы преобразовательной техники. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2010. — 200 с. http://e.lanbook.com/book/72254
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Фролов, В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab-Simulink. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 332 с. http://e.lanbook.com/book/93780

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

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 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональные компьютеры с предустановленным программным обеспечением
Практические занятия и семинары	810-1 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональные компьютеры с предустановленным программным обеспечением
Лекции	815 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер.