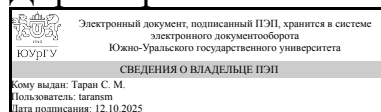


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



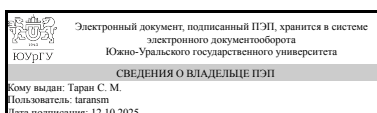
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.16.02 Силовая электроника в электроэнергетических системах
для направления 13.04.03 Энергетическое машиностроение
уровень Магистратура
магистерская программа Двигатели для устойчивого развития
форма обучения очная
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и
специальной техники "Сердце Урала"**

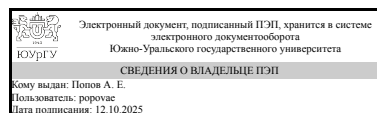
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 149

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. Е. Попов

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - сформировать у студентов общее представление о принципах действия и характеристиках основных элементов устройств силовой электроники, применяемых в электроэнергетических системах. Задачами дисциплины являются обучение типовым расчетам для изучения характеристик электромагнитных процессов, протекающих в устройствах силовой электроники, а также навыкам моделирования элементов электроэнергетических систем с устройствами силовой электроники.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина состоит из 5-и разделов: силовая электроника в электроэнергетических системах, выпрямители, регуляторы, инверторы и преобразователи частоты. В разделе "Силовая электроника" рассмотрена основная элементная база преобразовательной техники. Раздел "Выпрямители" посвящен принципам действия и основным характеристикам различных схем выпрямителей. В разделах "Регуляторы", "Инверторы" и "Преобразователи частоты" кратко изложены принципы действия и основные характеристики преобразователей. Особое внимание уделено сравнению схем и их имитационному моделированию с использованием MatLab.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен выполнять проектирование и эксплуатацию электронных и электрических систем гибридных энергетических установок	Знает: физико-математический аппарат и методы анализа электромагнитных процессов в схемах выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и др. преобразователей Умеет: составить схему замещения электрического преобразователя для определения его параметров и показателей эффективности работы Имеет практический опыт: экспериментального исследования и наладки электроэнергетических систем, содержащих устройства силовой электроники

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электрические машины для гибридных энергетических установок, Накопители электрической энергии, Системы автоматического управления гибридных энергетических установок, Системы накопления энергии на транспорте	Параллельная работа гибридных энергетических установок с электрическими сетями

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

Дисциплина	Требования
Системы автоматического управления гибридных энергетических установок	Знает: основы устройства и принципы действия систем автоматического управления; современные и перспективные тенденции развития систем автоматического управления энергетическими установками Умеет: работать с технической литературой и информационными базами по поиску и проверке путей совершенствования систем автоматического управления; применять в практической деятельности методы расчета, проектирования и исследований систем автоматического управления Имеет практический опыт: настройки и наладки систем автоматического управления энергетическими установками
Электрические машины для гибридных энергетических установок	Знает: принципы действия современных типов электрических машин постоянного и переменного тока, особенности их конструкции и характеристики Умеет: читать электрические схемы с применением электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электрических машин Имеет практический опыт: владеет навыками расчетов, анализа режимов работы и характеристик электрических машин, направленных на повышение эффективности работы гибких производственных систем
Системы накопления энергии на транспорте	Знает: физические принципы накопления энергии, устройство, назначение, принцип работы и способы контроля технического состояния накопителей электрической энергии Умеет: проводить расчет, моделирование и контроль технического состояния накопителей электрической энергии в условиях объекта применения Имеет практический опыт: владеет навыками расчета, моделирования и эксплуатации накопителей электрической энергии
Накопители электрической энергии	Знает: основные этапы развития накопителей энергии транспортных средств; классификацию накопителей энергии и принципы их работы в составе классических и гибридных энергетических установок; особенности конструкции и устройства накопителей энергии Умеет: оценивать возможности применения накопителей энергии с учетом конструкции энергетической установки; выполнять расчеты, моделирование и проектирование накопителей энергии в составе гибридной энергетической установки Имеет практический опыт: владеет

	навыками расчета, моделирования и подбора накопителей энергии с учетом конструкции и устройства энергетической установки
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 38,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,75	69,75
Выполнение индивидуальных заданий по практикам	69,75	69,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
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	Силовая электроника в электроэнергетических системах	4	2	2	0
2	Выпрямители	6	2	4	0
3	Регуляторы	8	4	4	0
4	Инверторы	10	4	6	0
5	Преобразователи частоты	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Элементы силовой электроники: диоды, тиристоры, транзисторы. Их свойства, математические модели, моделирование в MatLab. Сравнение элементов силовой электроники. Выбор элементов из каталогов	2
2	2	Однофазные выпрямители. Нулевая и мостовая схемы. Сравнение однофазных схем. Трехфазные выпрямители. Нулевая и мостовая схемы. Магнитная система выпрямителя. Сравнение трехфазных схем	2
3	3	Регуляторы постоянного напряжения. Виды регуляторов. Электромагнитные процессы. Характеристики	2
4	3	Регуляторы переменного напряжения. Виды регуляторов. Электромагнитные	2

		процессы. Характеристики. Применение	
5	4	Одно и трехфазные автономные инверторы напряжения. Анализ методом переключающих функций. Широтно импульсное регулирование и широтно-импульсная модуляция в автономных инверторах напряжения. Практика - анализ электромагнитных процессов и построение характеристики АИН	2
6	4	Фильтры в автономных инверторах напряжения. Практика - выбор фильтра для АИН	2
7	5	Непосредственные преобразователи частоты. Преобразователи частоты со звеном постоянного напряжения. Электромагнитные процессы и основные характеристики	2
8	5	Применение преобразователей частоты в электроэнергетических системах	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Преобразователи в электроэнергетических системах. Мощности. Спектральный анализ. Выбор диодов и тиристоров из каталогов	2
2	2	Качественный анализ выпрямителей с учетом процессов коммутации. Трехфазная и однофазная мостовые схемы	4
3	3	Анализ регуляторов постоянного напряжения	2
4	3	Анализ регуляторов переменного напряжения	2
5	4	Анализ электромагнитных процессов и построение характеристик однофазного АИН	2
6	4	Анализ электромагнитных процессов и построение характеристик трехфазного АИН	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
Выполнение индивидуальных заданий по практикам	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. Стр. 296-320, 349-369, 393-435; 2. Гельман М. В. Преобразовательная техника : учеб. пособие по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 423, [1] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000496684 . Стр. 196-278, 304-324.	3	69,75

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Практическое занятие № 1	1	2	Задание на практическое занятие № 1 содержит 2 задание, за каждое из которых выставляется по одному баллу в случае полностью правильного решения	зачет
2	3	Текущий контроль	Практическое занятие № 2	1	2	Задание состоит из двух частей, каждая из которых оценивается по одному баллу в случае правильности решения	зачет
3	3	Текущий контроль	Практическое занятие № 3	1	2	Задание состоит из трех частей, каждая из которых оценивается по одному баллу в случае правильности решения	зачет
4	3	Текущий контроль	Практическое занятие № 4	1	2	Задание состоит из двух частей, каждая из которых оценивается по одному баллу в случае правильности решения.	зачет
5	3	Промежуточная аттестация	зачет	-	20	При недостаточной и/или не устраивающей студента величине рейтинга ему может быть предложено пройти тестирование по основным разделам дисциплины. Тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов за промежуточную аттестацию - 20 баллов.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Отметка за дифференцированный зачет выставляется в соответствие с действующим в ЮУрГУ Положением о БРС. Отметка за зачет выставляется по величине рейтинга студента по текущему контролю. Если студент не согласен с отметкой, выставляемой по величине рейтинга по текущему контролю, он имеет право прийти на дифференцированный зачет, чтобы улучшить отметку. В этом случае студенту дается возможность переделать задания, относящиеся к КРМ, чтобы изменить свой рейтинг по текущему контролю в большую сторону. В случае	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	увеличения рейтинга по текущему контролю студенту выставляется соответствующая новому рейтингу отметка. В обратном случае студенту выставляется отметка, соответствующая рейтингу по текущему контролю, предшествующему процедуре проведения зачета. Количество заданий, необходимых для улучшения рейтинга по текущему контролю, которые необходимо выполнить в течение зачета с целью улучшения отметки, студент выбирает самостоятельно, опираясь на рекомендации преподавателя	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-4	Знает: физико-математический аппарат и методы анализа электромагнитных процессов в схемах выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и др. преобразователей	++	++	++	++	++
ПК-4	Умеет: составить схему замещения электрического преобразователя для определения его параметров и показателей эффективности работы	++	++	++	++	++
ПК-4	Имеет практический опыт: экспериментального исследования и наладки электроэнергетических систем, содержащих устройства силовой электроники	++	++	++	++	++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Справочник по силовой электронике / Ю. К. Розанов и др.; под ред. Ю. К. Розанова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2014. - 470, [1] с. : ил.
2. Розанов Ю. К. Силовая электроника : 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.
3. Гельман М. В. Преобразовательная техника : учеб. пособие по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 423, [1] с. : ил.. URL: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000496684

б) дополнительная литература:

1. Промышленная электроника : Метод. указания к лаб. работам / ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; Сост. М. В. Гельман, Н. Е. Лях, Н. М. Сапрунова, Г. А. Цыганкова; Под ред. М. В. Гельмана; ЮУрГУ. - Челябинск : ЧПИ, 1987. - 74 с. : ил.
2. Физические основы электроники : учеб. пособие к лаб. работам / М. В. Гельман и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2007. - 94, [2] с. : ил.

3. Гельман М. В. Преобразовательная техника: Альбом схем и диаграмм : Учеб. пособие / ЮУрГУ, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 1998. - 63 с. : ил.

4. 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.

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

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. 1. Брылина О. Г. Силовая электроника : учеб. пособие к виртуальным лаб. работам по специальностям 140400.62 и 140400.68 / О. Г. Брылина, М. В. Гельман, М. М. Дудкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 143, [1] с.: ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 1. Брылина О. Г. Силовая электроника : учеб. пособие к виртуальным лаб. работам по специальностям 140400.62 и 140400.68 / О. Г. Брылина, М. В. Гельман, М. М. Дудкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 143, [1] с.: ил.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено