Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 06.06.2024 12:50:27
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Передовая инженерная школа электротранспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /П.Итурралде /
«16» декабря 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Силовая электроника

Направление подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль
Электрифицированные транспортные средства

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

доцент, к.т.н /А.В.Климов/

Согласовано:
Отдел организации
и управления учебным
процессом /Д.Т.Хамдамова/

Руководитель
образовательной программы /А.В.Климов/
доцент, к.т.н.

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....5
3. Структура и содержание дисциплины....5
   - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....5
   - 3.2 Тематический план изучения дисциплины....5
   - 3.3 Содержание дисциплины....7
   - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....8
   - 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....8
   - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы....8
   - 4.2 Основная литература....8
   - 4.3 Дополнительная литература....8
   - 4.4 Электронные образовательные ресурсы....9
   - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....10
   - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....10
5. Материально-техническое обеспечение....10
6. Методические рекомендации....10
   - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....10
   - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....11
7. Фонд оценочных средств....12
   - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения....12
   - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения....13
   - 7.3 Оценочные средства....13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины – формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для освоения части дисциплинарных компетенций в области силовой преобразовательной техники, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электропривода. Задачи учебной дисциплины: - изучение схемотехнических основ построения и принципов работы систем на основе силовых полупроводниковых приборов; - формирование умений по выбору и анализу силовых полупроводниковых приборов и преобразователей и их расчету; - формирование навыков использования теоретических и практических материалов по силовой преобразовательной технике для проектирования, монтажа и наладки электропривода, вставок постоянного тока, систем питания электроэнергетических объектов. Обучение по дисциплине «Силовая электроника» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-1. Способен проводить конструкторское сопровождение производства и испытаний АТС и их компонентов	ИПК - 1.1 Умеет применять инженерные методы расчета и выбора элементов устройств силовой электроники ИПК - 1.2 Знает - назначение, элементную базу, характеристики и принципы функционирования, особенности конструкции устройств силовой электроники -основы электроники, схемы, состав оборудовании, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения ИПК-1.3. Владеет - навыками расчета и анализа устройств силовой электроники, режимов работы основных элементов устройств силовой электроники; - навыками анализа устройств силовой электроники, режимов работы силовых полупроводниковых приборов и преобразователей и расчета их характеристик.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Силовая электроника» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы магистратуры.

«Силовая электроника» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Математическое моделирование рабочих процессов автомобиля.
- Цифровые технологии в автомобилестроении.
- Системы управления движением электрических транспортных средств.
- Основы разработки и тестирования алгоритмов управления электрических транспортных средств.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36
	В том числе:		
1.1	Лекции		18
1.2	Семинарские/практические занятия		18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**72**	72
3	**Промежуточная аттестация**		
	Экзамен		
	Итого	**108**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ ические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение. Элементная база устройств силовой электроники**					-	
1.1	Тема 1. Силовые полупроводниковые приборы. Основные понятия и термины силовой полупроводниковой электроники	12	2	2	-	-	8
1.2	Тема 2. Параметры силовых полупроводниковых приборов.	12	2	2	-	-	8
2	**Раздел 2. Неуправляемые и управляемые выпрямители. Зависимые (ведомые сетью) инверторы**				-	-	
2.1	Тема 1. Выпрямители.	12	2	2	-	-	8
2.2	Тема 2. Коммутация токов в фазах питающего трансформатора.	12	2	2	-	-	8
2.3	Тема 3. Инверторный режим работы тиристорного преобразователя.	12	2	2	-	-	8
2.4	Тема 4. Трехфазный мостовой тиристорный преобразователь	12	2	2	-	-	8
3	**Раздел 3. Способы реверса вентильного АЭП постоянного тока**				-	-	
3.1	Тема 1. Бесконтактные реверсивные схемы с двухкомплектными тиристорными преобразователями	12	2	2	-	-	8
3.2	Тема 2. Системы с совместным и с раздельным управлением комплектами вентилей реверсивного тиристорного преобразователя.	12	2	2	-	-	8
3.3	Тема 3. Виды преобразователей постоянного тока	12	2	2	-	-	8
	Итого	**108**	**18**	**18**	**-**	**-**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

- **Введение**

Предмет и задачи дисциплины. Взаимосвязь дисциплины с предшествующими и последующими курсами. Основные понятия, термины и определения. Краткий обзор исторического развития силовой электроники. Общие сведения о силовых преобразователях электропривода. Современные перспективные направления в развитии силовых преобразовательных устройств.

- **Элементная база устройств силовой электроники**

Основные понятия и термины силовой полупроводниковой электроники. Классификация силовых полупроводниковых приборов. Назначение и области применения силовых полупроводниковых приборов. Свойства и характеристики силовых вентилей (диодов, транзисторов, тиристоров). Развитие и современное состояние силовых полупроводниковых приборов

- **Неуправляемые и управляемые выпрямители. Зависимые (ведомые сетью) инверторы**

  Выпрямители. Основные понятия, термины и определения. Структурная схема выпрямительного устройства. Влияние вида нагрузки на процесс выпрямления. Классификация схем выпрямления. Общая характеристика схем выпрямителей.

- **Коммутация токов в фазах питающего трансформатора**. Принципы и особенности коммутации токов в фазах питающего трансформатора тиристорных преобразователей. Допущения при рассмотрении рабочего процесса. Угол коммутации. Коммутационное снижение средней величины выпрямленного напряжения.
- **Инверторный режим работы тиристорного преобразователя**. Основные понятия и определения. Инверторный режим работы тиристорного преобразователя, перевод нереверсивного тиристорного преобразователя из выпрямительного режима в инверторный. Основные схемы тиристорного инвертора. Особенности инверторного режима работы тиристорного преобразователя.
- **Трехфазный мостовой тиристорный преобразователь**. Особенности работы преобразователей на тиристорах. Принцип построения и особенности работы трехфазного мостового тиристорного преобразователя.
- **Способы реверса вентильного АЭП постоянного тока**

  Бесконтактные реверсивные схемы с двухкомплектными тиристорными преобразователями. Схемы реверса вентильных электроприводов. Реверс системы ТП-Д (Г-Д). Способы согласования работы вентильных групп в реверсивных ТП.

Системы с совместным и с раздельным управлением комплектами вентилей реверсивного тиристорного преобразователя. Системы управления

тиристорного преобразователя: совместное и раздельное управление. Одноканальные и двухканальные системы управления ТП.

- **Виды преобразователей постоянного тока**. Классификация преобразователей постоянного тока. Регуляторы с непрерывным регулированием. Принцип импульсного регулирования напряжения и тока. Способы реализации импульсных элементов (ключей).

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

1 Исследование работы силовых полупроводниковых приборов

2 Исследование работы однофазного тиристорного преобразователя

3 Исследование системы импульсно-фазового управления (СИФУ) тиристорным преобразователем постоянного тока

4 Исследование узла нелинейного токоограничения

5 Исследование характеристик широтно-импульсного преобразователя на IGBT-модулях

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Отсутствуют курсовые проекты согласно учебному плану

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 2582-2013 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ ТЯГОВЫЕ Общие технические условия

ГОСТ 2582-2013. Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия

4.2 Основная литература

1. Розанов Ю.К.,Лепанов М.Г. Силовая электрорника Учебник и практикум для вузов;под ред. Розанова Ю.К. Москва:Изд.
2. Зиновьев, Г.С. Силовая электроника: учебное пособие для бакалавров / Г.С. Зиновьев. – М.: Юрайт, 2014. – 667 с

4.3 Дополнительная литература

1. Иванов, А.П.Преобразовательная техника: Конспект лекций / А.П. Иванов. – Пермь: Изд-во ПГТУ,2003. – 112 с.
2. Розанов, Ю.К. Электронные устройства электромеханических систем: учебное пособие – М.: Академия, 2004. – 272 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Родыгин, А. В. Силовая электроника : учебное пособие / А. В. Родыгин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-3289-1. https://www.iprbook shop.ru/91420.html
2. Основная литература Родыгин, А. В. Устройства силовой электроники : учебное пособие / А. В. Родыгин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 76 с. — ISBN 978-5- https://www.iprbook shop.ru/99231.html 7782-4129-9.
3. Основная литература Негадаев, В. А. Силовая электроника : учебное пособие / В. А. Негадаев. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 126 с. — ISBN 978-5-00137-161- https://e.lanbook.co m/book/145145
4. Дополнительная литература Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения : учебное пособие / В. Я. Фролов, А. М. Сурма, К. Н. Васерина, А. А. Черников. — СанктПетербург : Лань, 2019. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3507-4. https://e.lanbook.co m/book/115497
5. Дополнительная литература Билоус, О.А., Иванов, А.П. Электронные преобразовательные устройства: Электрон.версия учебного пособия – Пермь: Издво ПГТУ, 2010.– 212 с. https://elib.pstu.ru/d ocview/486 сеть
6. Дополнительная литература Белоус, А. И. Полупроводниковая силовая электроника / А. И. Белоус, С. А. Ефименко, А. С. Турцевич. — Москва : Техносфера, 2013. — 216 с. — ISBN 978-5- 94836-367-7. https://e.lanbook.co m/book/73530
7. Дополнительная литература Иванов,И.И. Электротехника и основы электроники: учебник/ И.И. Иванов [и др.]. – Электрон.версия учебника. –СанктПетербург: Лань, 2019. – 736 с. https://e.lanbook.co m/book/112073

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программное обеспечение Ansys Motor-CAD для проектирования электрических машин
2. Office / Российский пакет офисных программ

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm - электронная библиотека
2. http://www.ise-online.org International Society of Electrochemistry
3. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)
4. СДО Московского Политеха

5. Материально-техническое обеспечение

Специализированные аудитории «Передовая инженерная школа»: АВ4701 и АВ4710 оснащенные проектором, экраном, ПЭВМ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекции и лабораторные занятия. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение лабораторных занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных

результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекционные занятия. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, ответить на вопросы.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой. Темы задач, предлагаемых студентам для решения на лабораторных занятиях, должны быть максимально приближены к темам последних лекций по данной дисциплине. В связи с указанным, целесообразен тесный контакт лектора с преподавателями, ведущими лабораторные занятия.

Изучение дисциплины завершается экзаменом. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий экзамен, лично несёт ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов устройства транспортных средств, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Самостоятельная работа студентов направлена на изучение теоретического материала, подготовку к лекционным, лабораторным, выполнение контрольных заданий.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по

его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачами самостоятельной работы студента являются:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;

- освоение содержания дисциплины;

- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и экзамену.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с технической литературой. Научиться работать с технической литературой - важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с технической литературой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка и выполнение лабораторных работ.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей.

7.3 Оценочные средства

Описан в отдельном документе