Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.11.2023 17:27:49
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО
Декан факультета
Информационных технологий
_____ / Д.Г. Демидов /
«16» 02 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программное управление электроприводом»

Направление подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки (образовательная программа)
«Киберфизические системы»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2023 г.

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Программное управление электроприводом» следует отнести:

Формирование компетенции обучающегося в области силовой электроники, необходимые для изучения последующих профессиональных дисциплин, связанных с электроприводом и автоматизацией технологических процессов и производств

К **основным задачам** освоения дисциплины «Программное управление электроприводом» следует отнести:

Теоретическая и практическая подготовка будущих бакалавров для проектирования, испытания и эксплуатации устройств силовой электроники.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Программное управление электроприводом» относится к числу профессиональных учебных дисциплин модуля «Дисциплины, формируемые участниками образовательных отношений» (Б.1.2.3.4).

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-3	ПК-3. Способен работать над проектами контролировать ход их работ в области использования трехмерного моделирования и разработки специализированного программного обеспечения с применением трехмерной графики	***ИПК-3.1. Знать:*** принципов и методологий управления проектами в области информационных технологий; возможности информационных систем; принципы использования методов трехмерного моделирования для оценки функционирования систем; ***ИПК-3.2. Уметь:*** составлять план работы над проектом; планировать расписание работ, с учетом ограниченности ресурсов; планировать расходы и финансовое обеспечение проекта; ***ИПК-3.3. Владеть:*** Навыками сбора информации, разработки документации проекта с использованием методик и специализированного программного обеспечения;

ПК-4	ПК-4. Способен разрабатывать документы информационно-маркетингового назначения, разрабатывать технические документы, адресованные специалисту по информационным технологиям	ИПК-4.1 Знает: лучшие образцы баз знаний по продуктам из той же отрасли экономики; принципы поисковой оптимизации; понятия вики-системы и базы знаний, основные принципы; перечень наиболее распространенных современных систем управления знаниями; понятие цикла знаний в организации, подходы к управлению знаниями и построению систем управления знаниями, виды знаний и их отличия; принципы и методики построения карт знаний в организациях ; методические основы электронного обучения; основные подходы к формулированию проверочных вопросов; основные подходы к разработке обучающих видеороликов; перечень наиболее распространенных современных методологий описания бизнес-процессов; основные принципы, на которых построены эти методологии; общие требования к структуре информационного продукта, в том числе технического документа; информационно-справочный и информационно-поисковый аппарат документа; основные виды авторской разметки текста технической документации; наиболее распространенные современные языки структурированного описания API и моделей данных; наиболее распространенные языки аннотирования программного кода, а также инструменты генерации описаний API и SDK; ИПК-4.2 Умеет: описывать продукт и его технические особенности с точки зрения менеджеров и разработчиков; строить карты знаний и матрицы компетенций в организации; разрабатывать методические материалы в соответствии с принятыми требованиями и стандартами; подготавливать графические схемы и иллюстрации; разрабатывать сценарии для обучающих видеороликов; исследовать техническую документацию, извлекать из нее сведения, необходимые для решения поставленной задачи; исследовать

		научно-техническую литературу, извлекать из нее сведения, необходимые для решения поставленной задачи; составлять обобщенные описания явлений, процессов, объектов управления без использования математического аппарата и специальной терминологии; исследовать программные средства на тестовом стенде; разрабатывать требования к информационному продукту, в том числе техническому документу; разрабатывать технические задания и спецификации требований; разрабатывать описание системной или программной архитектуры; разрабатывать руководства программиста, справочники по интерфейсам прикладного программирования; разрабатывать руководство системного администратора; получать замечания экспертов и вносить исправления в техническую документацию; исследовать API и SDK на тестовом стенде. ИПК-4.3 Владеет: навыками создания и сопровождения баз знаний по продуктам; навыками интеграции программного обеспечения, баз знаний на основе анализа технологической среды предприятия; навыками проектирования, разработки, методических материалов на основе функциональности продукта; навыками разработки технической документации;

4. Структура и содержание дисциплины.

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр	Лек. часы	Пр. часы	Лаб. часы	СР часы
Раздел 1. Выпрямители однофазного тока					
Тема 1. Элементарная база полупроводниковых(вентильных) преобразователей. Неуправляемые выпрямители. Однополупериодный выпрямитель. Однополупериодный выпрямитель с шунтирующим диодом. Двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активной нагрузкой. Выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активно-индуктивной нагрузкой. Мостовой выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой. Выпрямитель с активноемкостной нагрузкой Лабораторная работа №1: Исследование тиристоров,симисторов и запираемых тиристоров.					
Тема 2. Управляемые выпрямители. Однополупериодный выпрямитель с RLнагрузкой. Двухполупериодный выпрямитель с RL-нагрузкой. Двухполупериодный выпрямитель с RLнагрузкой и противоэдс. Коммутация тока и внешние характеристики однофазных управляемых выпрямителей. Полууправляемые выпрямители. Лабораторная работа №2: Исследование управляемого выпрямителя.					
Раздел 2. Выпрямители трехфазного тока.					
Тема 3. Выпрямители трехфазного тока. Неуправляемый выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель (схема Ларионова).					
Тема 4. Трехфазные мостовые выпрямители. Трехфазный мостовой управляемый					

выпрямитель. Трехфазный мостовой полууправляемый выпрямитель. Диагностика трехфазных выпрямителей.					
Раздел 3. Инверторы тока, ведомые сетью					
Тема 5. Однофазные инверторы тока. Назначение и принцип лействия инверторов тока, ведомых сетью. Сравнительный анализ режимов выпрямления инвертирования преобразователей. Лабораторная работа №3: Исследование неуправляемого выпрямителя					
Тема 6. Трехфазный инвертор тока. Трехфазный ведомый сетью инвертор со средней точкой трансформатора					
Раздел 4. Способы управления преобразователями со встречнопараллельным соединением комплектов.					
Тема 7. Способы управления преобразователями. Раздельный способ управления преобразователями. Согласованный способ управления двухкомплектным реверсивным преобразователем с RLнагрузкой. Работа преобразователя с согласованным способом управления при нагрузке на противоэдс.					
Тема 8. Реверсивный электропривод постоянного тока. Перекрестная и встречно-параллельная схемы соединения выпрямителей в реверсивном преобразователе. Внешние характеристики. Лабораторная работа №4: Исследование реверсивного тиристорного преобразователя.					
Раздел 5. Автономные инверторы.					
Тема 9. Инверторы напряжения. Однофазные инверторы напряжения. Классификация инверторов. Инверторы напряжения. Однофазный мостовой инвертор на двухоперационных тиристорах. Однофазный мостовой инвертор с широтным регулированием и с широтно-импульсным способом регулирования напряжения. Лабораторная работа №1: Исследование автономного инвертора напряжения.					
Тема 10. Трехфазные мостовые					

управляемые инверторы напряжения. Трехфазный мостовой инвертор напряжения. Ключевая модель инвертора. Трехфазный мостовой инвертор с широтно -импульсным регулированием напряжения по синусоидальному закону.					
Раздел 6. Автономные инверторы тока					
Тема 11. Однофазный инвертор тока на однооперационных тиристорах. Способы и устройства широтного регулирования напряжения инверторов. Лабораторная работа №2: Исследование автономного инвертора тока.					
Тема 12. Инверторы тока на полностью управляемых полупроводниковых приборах. Однофазный мостовой инвертор на двухоперационных тиристорах.					
Раздел 7. Активные преобразователи напряжения и тока.					
Тема 13. Активные преобразователи напряжения. Однофазный мостовой активный выпрямитель. Трехфазный мостовой активный преобразователь напряжения. Лабораторная работа №3: Исследование преобразователя частоты.					
Тема 14. Активные преобразователи тока. Однофазный мостовой активный випрямитель тока. Трехфазный мостовой активный выпрямитель тока. Лабораторная работа №4: Статистические и динамические характеристики двухзвенного преобразователя частоты.					
Раздел 8. Преобразователи частоты.					
Тема 15. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока и с непосредственной связью. Назначение, принцип работы и способы управления преобразователями.					
Итого в семестре					
Консультации и промежуточная аттестация					
Всего контактная работа и СР по дисциплине					

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	Имеет достаточное представление о базовых элементах силовой электроники, принципе их действия и особенностях применения. Показывает способность участвовать в проектировании систем автоматизированного электропривода. Использует теоретические знания для расчетов и испытаний силовых электронных преобразователей.	Вопросы устного собеседования Практикоориентированнные задания
ПК-4	Излагает теоретические положения относительно режимов работы типовых устройств силовой электроники. Демонстрирует умение анализировать работу устройств силовой электроники в выбранном режиме. Показывает способность рассчитывать характеристики и параметры соответствующих режимов работы устройств силовой электроники.	Вопросы устного собеседования Практикоориентированнные задания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание устройства, назначения, принципа действия, характеристик и параметров полупроводниковых приборов; обучающийся свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях в оцениваемой области при ответах; усвоил основную и хорошо знаком с дополнительной учебной литературой.	
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом хороший, основан на обязательных источниках информации; обучающийся допускает несущественные ошибки при ответах на экзамене и на дополнительные вопросы преподавателя.	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционном материале; обучающийся показывает знание учебного материала в минимальном объеме; знает основные элементы и схемы силовой электроники, но	

	при этом допускает большое количество непринципиальных неточностей; допускает существенные ошибки в ответах на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний по дисциплине; не может пояснить принцип работы и характеристики базовых элементов силовой электроники.	
Зачтено	Обучающийся показывает хорошие знания базовых устройств силовой электроники: управляемых и неуправляемых выпрямителей однофазного и трѐхфазного тока; свободно ориентируется в способах управления преобразователями, в схемах и характеристиках реверсивного электропривода постоянного тока; усвоил основную учебную литературу и знаком с дополнительной	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины: не может объяснить работу схем выпрямителей и их временные диаграммы, не знает основные способы управления преобразователями; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной учебной литературой; допускает при ответах на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	

6. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

6.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
1	Однополупериодный неуправляемый выпрямитель с активной и активно-индуктивной нагрузкой. Принцип действия, основные соотношения, временные диаграммы.
2	Силовые полупроводниковые приборы, их классификация.
17	Реверсивный электропривод постоянного тока.
18	Работа преобразователя с согласованным способом управления при нагрузке на противо- ЭДС
19	Согласованный способ управления двухкомплектным реверсивным преобразователем с RL - нагрузкой
20	Раздельный способ управления преобразователями.
21	Способы управления преобразователем.

22	Системы управления и защиты устройств силовой электроники.
23	Характеристики инвертора с широтным регулированием напряжения.
24	Работа трехфазного мостового инвертора с ШИМ по синусоидальному закону и с нагрузкой на асинхронный двигатель.
25	Работа трехфазного мостового инвертора с широтно-импульсным регулированием напряжения по синусоидальному закону.
26	Ключевая модель трехфазного мостового инвертора напряжения.
27	Работа трехфазного мостового инвертора напряжения
28	Автономные инверторы напряжения на IGBT
29	Однофазный инвертор с широтно-импульсным синусоидальным способом регулирования напряжения
30	Однофазный инвертор с широтно-импульсным несинусоидальным способом регулирования напряжения.
31	Однофазный инвертор с широтно-импульсным прямоугольным способом регулирования напряжения
3	Принцип действия трехфазных мостовых полууправляемых выпрямителей (несимметричный)
4	Принцип действия трехфазного мостового управляемого выпрямителя. Внешние характеристики.
5	Принцип действия трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.
6	Неуправляемый трехфазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора.
7	Принцип действия и характеристики однофазных полууправляемых выпрямителей.
8	Коммутационные процессы и внешние характеристики однофазного управляемого выпрямителя
9	Принцип действия и характеристики двухполупериодного управляемого выпрямителя с RL-нагрузкой и противоЭДС.

10	Принцип действия и характеристики однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя на однооперационных тиристорах с RL-нагрузкой.
11	Однофазный двухполупериодный неуправляемый выпрямитель при активно-емкостной нагрузке.
12	Однофазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активно-индуктивной нагрузкой.
13	Однофазный мостовой выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой его характеристики.
14	Характеристики двухполупериодного однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора и активной нагрузкой.
15	Однофазный мостовой выпрямитель с активной нагрузкой его характеристики.
16	Однополупериодный неуправляемый выпрямитель с шунтирующим диодом и его временные диаграммы.
32	Однофазный инвертор с широтно-импульсным способом регулирования напряжения
33	Назначение, состав и принцип работы однофазного мостового инвертора с широтно-импульсным регулированием напряжения. Временные диаграммы.
34	Назначение, состав и принцип работы однофазного мостового инвертора на двухоперационных тиристорах
35	Ключевая модель однофазного мостового инвертора, принцип работы по схеме и временным диаграммам.
36	Классификация и назначение автономных инверторов.
37	Инверторы. Назначение и особенности инверторов ведомых сетью, автономных инверторов, инверторов тока, инверторов напряжения.
38	Общие подходы к построению силовых электронных устройств.

6.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

6.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Нарисовать схему двухполупериодного однофазного неуправляемого выпрямителя с активноиндуктивной нагрузкой и внешнюю характеристику выпрямителя.

2. Нарисовать схему двухполупериодного однофазного управляемого выпрямителя на однооперационных тиристорах с активно-индуктивной нагрузкой и его внешнюю характеристику при различных значениях угла управления α.

3. Нарисовать схему однофазного мостового инвертора тока, ведомого сетью. Как связаны между собой углы управления α и опережения β?

4. Нарисовать схему раздельного способа управления преобразователями для электропривода постоянного тока.

5. Изобразить внешние характеристики выпрямителя в электроприводах постоянного тока и его схему.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Уровень высшего образования. Бакалавриат. Направление подготовки 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника" (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 12 января 2016 г. N 5)

2. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 679н «Об утверждении профессионального стандарта «Программист».

7.2 Основная литература

1. Белоус, А. И., Ефименко, С. А., Турцевич, А. С. Полупроводниковая силовая электроника Москва: Техносфера 2013

2. В.Д. Кулик Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи [Текст]: учебное пособие М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП 2010

3. Родыгин, А. В. Силовая электроника Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет 2017

7.3 Дополнительная литература

4. В.Д. Кулик, В.И. Королев Аномальные режимы работы полупроводниковых выпрямителей и их диагностика [Текст]: учебное пособие М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП 2012

5. Башлыков, А. М. Силовая электроника Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ 2013

7.4 Электронные образовательные ресурсы

1. https://e.lanbook.com/ Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (дата обращения 10.08.2023)

2. https://academia-moscow.ru/e_learning/pum/ Программно-учебные модули «Издательский центр «Академия». (дата обращения 10.08.2023)

3. ЭОР в разработке

8. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

- MicrosoftWindows
- MicrosoftOfficeProfessional
- PCB Proteus