

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ "НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ
И ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА
МОСКВЫ"

Протокол № 1

от 30.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА В МЕХАТРОНИКЕ И РОБОТОТЕХНИКЕ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	2	72	0	0	48		24	0	
8	2	72	0	0	36		36	0	ЗО
Итого	4	144	0	0	84	24	60	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина формирует целостное представление о силовых электронных устройствах, применяемых для управления электрическими двигателями мехатронных и робототехнических систем. Рассматриваются коммутация индуктивных нагрузок, силовые ключи, полумостовые и мостовые преобразователи, управление коллекторными, шаговыми и бесколлекторными двигателями, а также обратная связь и основы векторного управления. Практическая часть ориентирована на анализ схем, выбор режимов коммутации, исследование переходных процессов и разработку функциональных решений электропривода без привязки к конкретной вычислительной платформе.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины — формирование у студентов знаний и практических навыков анализа, проектирования и исследования силовых электронных устройств управления электрическими двигателями мехатронных и робототехнических систем.

Задачи дисциплины:

1. изучить принципы действия и характеристики коллекторных, шаговых и бесколлекторных электрических двигателей;
2. освоить способы коммутации активных и индуктивных нагрузок силовыми полупроводниковыми ключами;
3. изучить назначение диодов свободного хода, снабберных цепей и средств защиты силовых преобразователей;
4. освоить принципы построения полумостовых и H-мостовых схем управления электроприводом;
5. изучить методы управления шаговыми и бесколлекторными двигателями, включая микрошаговый режим;
6. сформировать навыки анализа систем обратной связи и основных структур векторного управления.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения дисциплины необходимы базовые знания физики, электротехники, электроники, теории электрических цепей, электрических машин и основ автоматического управления. Дисциплина развивает знания, необходимые для проектирования мехатронных модулей, робототехнических приводов и систем управления движением.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
сервисно-эксплуатационный			
Тестирование работы и диагностика технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-6.2 [1] - Способен производить тестирование работы и диагностику технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.005	3-ПК-6.2[1] - Знать методику и основные принципы проведения тестирования работы и выполнения диагностики технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; У-ПК-6.2[1] - Уметь проводить тестирование работы и выполнять диагностику технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; В-ПК-6.2[1] - Владеть навыками проведения тестирования работы и выполнения диагностики

			<p>технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях</p>
проектно-конструкторский			
<p>Разработка конструкторской и проектной документации механических, электрических и электронных узлов мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</p>	<p>Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ПК-1 [1] - Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-1[1] - знать основные виды механизмов, используемых в мехатронных и робототехнических системах, состав и принцип функционирования отдельных механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем. ; У-ПК-1[1] - уметь разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями. ; В-ПК-1[1] - владеть навыками разработки конструкторской и проектной</p>

			документации с применением средств автоматизированного проектирования.
Участие в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или интеллектуальной робототехнической системы по заданным программам и методикам и ведение соответствующих журналов испытаний	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-3 [1] - Способен участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3[1] - знать основные методики проведения предварительных испытаний составных частей опытных образцов мехатронных и робототехнических систем. ; У-ПК-3[1] - уметь проводить предварительные испытания составных частей опытных образцов мехатронных и робототехнических систем по заданным программам и методикам. ; В-ПК-3[1] - владеть навыками ведения журналов испытаний составных частей опытных образцов мехатронных и робототехнических систем.
научно-исследовательский			
Участие в проведении экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем по заданным методикам и обработка результатов с	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных	ПК-5 [1] - Способен участвовать в проведении экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением	З-ПК-5[1] - знать основные методики проведения экспериментов. ; У-ПК-5[1] - уметь использовать современные информационные технологии и технические средства для обработки результатов

применением современных информационных технологий и технических средств	и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	современных информационных технологий и технических средств <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	экспериментов. ; В-ПК-5[1] - владеть навыками проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем.
---	--	---	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (B41)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (B43)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/0/24		50	КИ-8	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Второй раздел	9-16	0/0/24		50	КИ-16	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		0/0/48		100		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				0	АттР	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5,

							В-ПК-5
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/0/24		25	КИ-8	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Второй раздел	9-12	0/0/12		25	КИ-12	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		0/0/36		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	30	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
ЗО	Зачет с оценкой
АттР	Аттестация разделов
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	0	0	48
1-8	Первый раздел	0	0	24
1 - 4	Электрические двигатели и требования к силовым преобразователям Назначение электрического привода в мехатронных и робототехнических системах. Устройство и принципы действия коллекторных двигателей постоянного тока, шаговых и бесколлекторных двигателей. Механические и регулировочные характеристики, пусковые режимы, изменение направления вращения. Сопоставление способов коммутации, требований к источнику питания и силовой части привода	Всего аудиторных часов		
		0	0	12
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Коммутация нагрузки одиночным транзистором Транзистор как силовой электронный ключ. Состояния включения и выключения, цепи управления, статические и динамические потери. Управление активной и индуктивной нагрузкой. Широтно-импульсное регулирование среднего напряжения и тока. Выбор частоты коммутации и оценка теплового режима ключа	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Индуктивный выброс, диод свободного хода и снабберные цепи Накопление энергии в индуктивной нагрузке и возникновение перенапряжения при размыкании тока. Пути протекания тока после выключения ключа. Назначение и выбор диода свободного хода. Влияние обратного восстановления диода. Принципы построения RC- и RCD-снабберных цепей, сравнение способов ограничения перенапряжений	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	0	0	24
9 - 10	Полумостовая схема Структура полумоста, состояния силовых ключей и пути протекания тока. Управление активной и индуктивной нагрузкой, свободная циркуляция тока. Широтно-импульсное управление, синхронная коммутация, формы напряжений и токов. Причины сквозного тока и основные способы защиты силовых ключей	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Мёртвое время при коммутации Причины одновременного открывания ключей плеча. Формирование интервала мёртвого времени, влияние задержек включения и выключения. Воздействие мёртвого времени на среднее выходное напряжение, форму тока и симметрию управления. Выбор минимально необходимого интервала и компенсация вносимых искажений	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	Н-мост и управление коллекторным двигателем постоянного тока Структура Н-моста и допустимые состояния ключей. Изменение направления тока и вращения, режимы выбега,	Всего аудиторных часов		
		0	0	12
		Онлайн		
		0	0	0

	динамического и рекуперативного торможения. Однополярное и двуполярное широтно-импульсное управление. Быстрый и медленный спад тока, пульсации момента. Защита от сквозного тока, перегрузки и перенапряжения. Анализ функциональной схемы двунаправленного электропривода			
	8 Семестр	0	0	36
1-8	Первый раздел	0	0	24
1 - 3	Схема управления шаговым двигателем Устройство и принцип действия шагового двигателя, фазные обмотки и электромагнитное формирование момента. Униполярные и биполярные схемы включения. Последовательности коммутации фаз, полношаговый и полшаговый режимы. Применение Н-мостов, регулирование фазного тока. Профили разгона и торможения, причины резонанса и пропуска шагов	Всего аудиторных часов		
		0	0	9
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Деление шага и микрошаговый режим Формирование промежуточных положений ротора посредством регулирования фазных токов. Синусно-косинусное задание токов, дискретность таблицы микрошагов. Методы регулирования тока в обмотках. Влияние деления шага на плавность движения, точность позиционирования, пульсации момента и максимальную скорость	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 8	Управление бесколлекторным двигателем постоянного тока Трёхфазная силовая схема и шеститактная коммутация. Последовательность переключения фаз и пути протекания тока. Определение положения ротора по датчикам и противо-ЭДС. Особенности бездатчиковой коммутации и запуска. Широтно-импульсное регулирование, мёртвое время, ограничение тока, изменение направления вращения и торможение	Всего аудиторных часов		
		0	0	9
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	Второй раздел	0	0	12
9 - 10	Обратная связь в электроприводе Разомкнутое и замкнутое управление. Обратные связи по току, скорости и положению. Измерительные преобразователи, обработка и фильтрация сигналов. Структура контуров регулирования, ограничение управляющих воздействий. Устойчивость, быстродействие и статическая точность привода. Защитные обратные связи и обработка аварийных режимов	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Векторное управление трёхфазным бесколлекторным приводом Представление фазных токов пространственным вектором. Переход между неподвижной и вращающейся системами координат. Раздельное управление составляющими тока, связанными с магнитным потоком и электромагнитным моментом. Контурные токи, обратные преобразования и формирование управляющих воздействий. Сравнение векторного и шеститактного управления	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>7 Семестр</i>
1 - 4	Лабораторная работа 1 Исследование типов электрических двигателей и выбор структуры силового преобразователя
5 - 6	Лабораторная работа 2 Построение схемы коммутации активной и индуктивной нагрузки одиночным транзистором
7 - 8	Лабораторная работа 3 Построение защитных цепей при коммутации индуктивной нагрузки
9 - 10	Лабораторная работа 4 Построение полумостовой схемы и исследование режимов коммутации индуктивной нагрузки
11 - 12	Лабораторная работа 5 Расчёт мёртвого времени и построение временных диаграмм управления полумостом
13 - 16	Лабораторная работа 6 Построение H-моста для управления коллекторным двигателем и исследование режимов торможения
	<i>8 Семестр</i>
1 - 3	Лабораторная работа 1 Построение схемы управления шаговым двигателем и таблицы коммутации фаз
4 - 5	Лабораторная работа 2 Расчёт фазных токов и построение таблицы микрошагового управления
6 - 8	Лабораторная работа 3 Построение трёхфазной силовой схемы и таблицы шеститактной коммутации бесколлекторного двигателя
9 - 10	Лабораторная работа 4 Построение каскадной структуры обратной связи электропривода
11 - 12	Лабораторная работа 5 Построение функциональной схемы векторного управления трёхфазным бесколлекторным приводом

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе используются проблемно-ориентированные и практические методы обучения. Рассматриваются структурные и принципиальные схемы, временные диаграммы и экспериментальные формы сигналов. Практические занятия предусматривают анализ режимов силовых ключей, исследование алгоритмов коммутации, оценку защитных мер и обоснование структуры электропривода. Информационные технологии применяются для моделирования схем, обработки измерений и представления результатов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-1	З-ПК-1	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-1	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-1	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
ПК-3	З-ПК-3	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-3	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-3	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
ПК-5	З-ПК-5	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-5	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-5	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
ПК-6.2	З-ПК-6.2	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-6.2	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-6.2	АттР, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-12

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Освоение дисциплины следует вести последовательно: от анализа типа двигателя и свойств нагрузки к выбору силовой схемы, способа коммутации и структуры управления. При подготовке к занятиям необходимо повторять физические основы процессов в индуктивных цепях и сопоставлять расчётные зависимости с временными диаграммами.

Перед анализом силовой схемы рекомендуется определить состояния ключей, направление тока нагрузки и пути рассеяния накопленной энергии. Особое внимание следует уделять запрещённым состояниям, мёртвому времени, ограничениям по току и напряжению и условиям безопасного переключения.

Практическое задание должно включать обоснование выбранной структуры, описание алгоритма коммутации, анализ нормальных и аварийных режимов и интерпретацию полученных диаграмм. Результаты необходимо оформлять с единообразными обозначениями и указанием принятых допущений.

При подготовке к контрольным работам и зачету следует сопоставить основные схемы преобразователей, режимы управления различными типами двигателей и функции контуров обратной связи.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Общие рекомендации.

Материал рекомендуется излагать от физических процессов коммутации к схемам преобразователей и далее к алгоритмам управления электроприводом. Следует использовать единые условные направления токов и напряжений, сопоставлять состояния ключей с временными диаграммами и избегать привязки основных принципов к конкретной вычислительной платформе.

Основное внимание следует сосредоточить на:

- ☐ анализе путей протекания тока в установившихся и переходных режимах;
- ☐ обосновании выбора силовой схемы и стратегии ШИМ;
- ☐ рассмотрении причин отказов, перегрузок и способов защиты;
- ☐ сопоставлении разомкнутых, замкнутых и векторных структур управления;
- ☐ формировании навыков чтения технической документации и представления результатов исследования.

2. Цели и организация учебных занятий.

Теоретические материалы должны формировать систематизированное понимание физических процессов, схемных решений и алгоритмов управления. Практические занятия рекомендуется строить как последовательный анализ задания, выбор структуры, исследование режимов и проверку соответствия результата исходным требованиям.

Для развития инженерного мышления целесообразно предлагать сравнение нескольких допустимых решений с оценкой потерь, сложности управления, качества регулирования и требований к защите.

3. Требования к контролю результатов обучения.

Текущий контроль проводится в форме тестирования, контрольных работ, анализа схем и защиты лабораторных работ. Оцениваются корректность физических рассуждений, согласованность состояний ключей и путей тока, обоснованность режимов и интерпретация результатов.

Автор(ы):

Фоменко Богдан Александрович