

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись)
« 26 » 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Замкнутые электромеханические системы»

По направлению подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Магистерская программа «Промышленная электроника
и микропроцессорная техника»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Замкнутые электромеханические системы» по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (магистерская программа «Промышленная электроника и микропроцессорная техника») – 17 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Замкнутые электромеханические системы» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 959 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 82 от 08.02.2021 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Чебан В.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»



Ю.В. Бородач

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов знаний об основных функциональных элементах электромеханических систем, их характеристиках, особенностях функционирования электромеханических систем в различных условиях и режимах, а также знаний по методам их выбора и расчета.

Задачи:

- изучение общих принципов построения и исследования механической части силового канала электромеханических систем (ЭМС);
- изучение принципов построения и исследования ЭМС постоянного тока;
- изучение принципов построения и исследования ЭМС переменного тока;
- изучение принципов построения и исследования замкнутых ЭМС;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Замкнутые электромеханические системы» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основных фактов, базовых концепций, принципов, моделей и методов в области силовых цепей; источников стандартов в областях электробезопасности и коммуникационных протоколов; современных базовых технологий прямого цифрового управления;

умения производить расчеты параметров полупроводниковых приборов и электромагнитного оборудования силовых цепей, проводить имитационное моделирование на современных САПР типа «Spice»; производить настройку программного обеспечения верхнего уровня;

навыки владения современными и инструментальными средствами для решения практических и общенаучных задач в своей профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Импульсно-модуляционные системы», «Системы искусственного интеллекта», «Проектирование и технология электронной компонентной базы», «Силовые цепи электронных устройств».

Служит основой для изучения следующих дисциплин: приобретенные знания и умения используются при прохождении производственных практик, для выполнения и защиты ВКР.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-4. Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	ПК-4.1. Знает схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-4.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ ПК-4.3. Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники	Знать: схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения Уметь: подготавливать технические задания на выполнение проектных работ Владеть: навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	28	16
Лекции	14	8
Семинарские занятия	–	–
Практические занятия	14	8
Лабораторные работы	–	–
Курсовая работа (курсовой проект)	–	–
Другие формы и методы организации образовательного процесса	–	–
Самостоятельная работа студента (всего)	80	92
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Механическая часть силового канала электромеханической системы. Нагрузки рабочих механизмов. Кинематические схемы механизмов. Составление расчетных схем механической части электромеханической системы. Дифференциальные уравнения, описывающие движение механической части ЭМС. Уравнение Лагранжа второго рода. Анализ установившихся динамических режимов механической части ЭМС.

Тема 2. ЭМС постоянного тока. ЭМС в виде двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ) и одномассовой механической системы. Физическая модель системы. Математическое описание, структурная схема, передаточные функции. Характер переходных процессов. Установившиеся режимы. Статические характеристики. Структура ЭМС при питании ДПТ НВ от автономного источника. Источник ЭДС и источник тока. Регулирование координат в системе управляемый источник ЭДС - двигатель. ЭМС в режиме управления моментом при питании от источника тока. Ограничение тока (момента) в динамических режимах при питании от источника ЭДС. Управление координатами при питании от источника нерегулируемой ЭДС: реостатное регулирование, регулирование шунтированием якоря двигателя. Двухмассовая электромеханическая система. Структурная схема и ее преобразование. Возможность обеспечения неколебательного движения второй массы путем формирования характера изменения момента и скорости двигателя.

Тема 3. ЭМС переменного тока. ЭМС в виде АД и одномассовой механической системы. Физическая модель системы. Математическое описание. Управление координатами ЭМС с АД при питании от источника напряжения постоянной частоты. Управление напряжением на статоре, реостатное регулирование, управление в схеме асинхронно-вентильного каскада. Частотное управление скоростью ЭМС с АД. Схема замещения при регулируемой частоте источника питания. Структура системы преобразователь - двигатель при питании от автономного инвертора напряжения и тока. Требуемая зависимость напряжения или тока от частоты. ЭМС с синхронным двигателем. Вентильный двигатель. Основные соотношения. Структурная схема. Система с шаговым двигателем.

Тема 4. Замкнутые ЭМС. Принципы управления координатами в замкнутой системе. Принципы построения и классификация замкнутых систем. Одноконтурная система, ограничение промежуточных координат. Принцип подчиненного регулирования, независимое управление координатами. Принципы построения систем управления скоростью и положением

исполнительного органа. Следящие системы. Структура, настройка, оценки точности при отработке управляющего и возмущающего воздействия.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Механическая часть силового канала электромеханической системы	2	2
2	ЭМС постоянного тока	4	2
3	ЭМС переменного тока	4	2
4	Замкнутые ЭМС	4	2
Итого:		14	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения	2	1
2	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	2	1
3	Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения	2	1
4	Исследование системы «Силовой полупроводниковый преобразователь - Двигатель»	2	1
5	Моделирование широтно-импульсного преобразователя	2	1
6	Моделирование автономного инвертора	2	1
7	Исследование системы подчиненного регулирования с настройкой на: а) технический оптимум; б) симметричный оптимум	2	2
Итого:		14	8

4.5 .Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

4.6 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Механическая часть силового канала электромеханической системы	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	16	16
2	ЭМС постоянного тока	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	20	24
3	ЭМС переменного тока	Изучение лекционного материала.	20	24

		Подготовка к практическим занятиям.		
4	Замкнутые ЭМС	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	20	24
5	Подготовка к зачету.	Проработка изученного материала	4	4
Итого:			80	92

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине

Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде, самостоятельная работа, проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Епифанов, А. П. Электропривод [Электронный ресурс] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства" / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский ; под ред. А. П. Епифанова ; Издательство "Лань" (ЭБС). – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 400 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3812/>

2. Ильинский, Н. Ф. Электропривод. Энерго- и ресурсосбережение [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Н. Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. – Москва : Академия, 2008. – 208 с. – (Высшее профессиональное образование).

3. Онищенко, Г. Б. Электрический привод [Текст] : учеб. для студ. вузов, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г. Б. Онищенко. – 2-е изд., стер. – Москва : Академия, 2008. – 288 с. – (Высшее профессиональное образование).

б) Дополнительная литература:

1. Семеновых, В. И. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. спец. 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» и направлений бакалавриата 220200 «Автоматизация и управление», 220400 «Управление в

технических системах», 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств» всех форм обучения : самост. электрон. изд. / В. И. Семеновых ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, Каф. автоматизации технологических процессов и производств. – Сыктывкар : СЛИ, 2013. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-000514.pdf>

2. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : метод. указ. по выполн. контрольной работы для студ. направления подготовки дипломированных специалистов 220200.65 "Автоматизация и управление" спец. 220301 "Автоматизация технологических процессов и производств" и направления подготовки бакалавров техники и технологии 220200 "Автоматизация и управление" : самост. учеб. электрон. изд. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т – фил. ГОУ ВПО "С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. им. С. М. Кирова", Каф. автоматизации технол. процессов и производств ; сост. В. И. Семёновых. – Сыктывкар : СЛИ, 2010. – Режим доступа : <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-000137.pdf>

3. Электромеханические системы [Электронный ресурс] : сб. описаний лаб. работ для студ. направления подготовки дипломированных специалистов 220200.65 "Автоматизация и управление" спец. 220301 "Автоматизация технологических процессов и производств" и направления подготовки бакалавров техники и технологии 220200 "Автоматизация и управление" : самост. электрон. изд. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т – фил. ГОУ ВПО "С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. им. С. М. Кирова", Каф. автоматизации технол. процессов и производств ; сост. В. И. Семёновых. – Сыктывкар : СЛИ, 2010. – Режим доступа : <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-000132.pdf>

в) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф>
2. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации – <http://www.mnr.gov.ru>
3. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru>
4. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <http://minobr.su>
5. Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР – <https://www.mprlnr.su>
6. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
8. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>
10. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» – <http://elibrary.ru>
4. ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – <https://e.lanbook.com>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Замкнутые электромеханические системы» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам. Лекционные и практические занятия могут проводиться в компьютерном классе (компьютеры с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде) или с применением презентационной техники (проектор, экран, компьютер).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

**8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
«Замкнутые электромеханические системы»**

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-4	Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	ПК-4.1. Знает схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-4.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ ПК-4.3. Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники	Тема 1. Механическая часть силового канала электромеханической системы	3
				Тема 2. ЭМС постоянного тока	3
				Тема 3. ЭМС переменного тока	3
				Тема 4. Замкнутые ЭМС	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-4	ПК-4.1. Знает схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-4.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ ПК-4.3. Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники	Знать: схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения Уметь: подготавливать технические задания на выполнение проектных работ Владеть: навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях

8.1. Тестовые задания

(низкий уровень)

1. Как бороться с потенциальным искрением в ЭМС?
 - а) За счет дополнительных полюсов
 - б) За счет компенсационной обмотки
 - в) За счет увеличения числа коллекторных пластин
 - г) Ни один из ответов
2. Куда включают компенсационную обмотку?
 - а) В цепь якоря
 - б) Через независимое возбуждение
 - в) В цепь обмотки возбуждения
 - г) Ни один из ответов
3. Куда включают обмотку дополнительных полюсов?
 - а) В цепь обмотки возбуждения
 - б) В цепь якоря
 - в) Независимое возбуждение
 - г) Ни один из ответов
4. Сколько параллельных ветвей в волновой обмотке?
 - а) 2
 - б) 4
 - в) 6
 - г) Ни один из ответов
5. Сколько параллельных ветвей в петлевой обмотке?
 - а) $2a = 2p$
 - б) $2a = 4p$
 - в) $2a = 6p$
 - г) Ни один из ответов
6. Чему равно перерегулирование при настройке контура управления на технический оптимум?
 - а) 4%
 - б) 5%
 - в) 4,3%
 - г) 3,4%
7. В двухконтурной системе подчиненного регулирования двигателя постоянного тока выход регулятора скорости является заданием на:
 - а) Напряжение
 - б) Положение
 - в) Момент
 - г) Скорость
8. Отрицательная обратная связь по скорости в системе управления ДПТ НВ в общем случае ...
 - а) Увеличивает жесткость механической характеристики
 - б) Уменьшает жесткость механической характеристики
 - в) Не влияет на жесткость механической характеристики
9. Отрицательная обратная связь по току (моменту) в системе управления ДПТ НВ в общем случае ...
 - а) Увеличивает жесткость механической характеристики
 - б) Уменьшает жесткость механической характеристики
 - в) Не влияет на жесткость механической характеристики
10. Можно ли использовать частотный способ регулирования скорости асинхронного двигателя в случае необходимости увеличения скорости выше номинальной
 - а) да, без ограничений

б) нет

в) да, со снижением допустимого момента

11. В системе подчиненного регулирования, каждый новый внешний контур...

а) увеличивает минимальную постоянную времени

б) уменьшает минимальную постоянную времени

в) не влияет на минимальную постоянную времени

12. Без какого из этих датчиков нельзя реализовать вентильный режим работы синхронного двигателя

а) Датчик фазного напряжения

б) Датчик положение ротора

в) Датчик температуры обмоток статора

г) Датчик тока фазы статора

13..Можно ли реализовать векторную систему управления асинхронным двигателем без применения датчика скорости (положения) ротора

а) Можно, для реализации векторной системы управления информация о скорости и положении ротора не используется

б) Можно, с использованием наблюдателя на основе косвенных методов измерения скорости (положения)

в) Нельзя

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	85 – 100% правильных ответов
4 (хорошо)	71 – 85% правильных ответов
3 (удовлетворительно)	61 – 70% правильных ответов
2 (неудовлетворительно)	60% правильных ответов и ниже

8.2. Вопросы для контроля усвоения теоретического материала

(средний уровень)

1. Непосредственный пуск электродвигателей

2. Сравнение динамического торможения с методом противовключения

3. Защита от коротких замыканий и перегрузок по току

4. Анализ режимов работы электромеханических систем

5. Структурные схемы систем с шаговыми двигателями

6. Структура замкнутой системы

7. Ограничения возможностей при проектировании

8. Математическая модель двигателя постоянного тока независимо от возбуждения

9. Методы расчета систем подчиненного регулирования

10. Структура силовой части ЭМС

11. Система регулирования скорости с АД

12. Этапы проектирования

13. Статические и динамические характеристики замкнутых ЭМС

14. Методы оптимизации в задачах проектирования

15. Возможные способы построения систем регулирования скорости

16. Ограничители тока и производной скорости

17. Задатчики интенсивности

18. Влияние упругости на работу системы управления электроприводом с подчиненным регулированием

19. Дискретные замкнутые системы управления с АД

20. Система асинхронного привода

21. Особенности выбора двигателей для позиционных следящих систем

22. Структурные схемы систем с шаговыми двигателями
23. Типы комбинированных систем
24. Методы расчета систем подчиненного регулирования
25. Ограничители тока и производной скорости

Лектор или преподаватель, ведущий практические занятия по дисциплине производит устный опрос по пройденным теоретическим материалам и выставляет оценку в журнале с текущей успеваемостью.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«Вопросы для контроля усвоения теоретического материала»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	Обучающийся глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
4 (хорошо)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

8.3 Практическое (прикладное) задание

(высокий уровень)

Задания, выполняемые на практических занятиях:

Задание 1. Рассчитать и построить электромеханическую (ЭМХ) и механическую (МХ) характеристики для данного двигателя.

Задание 2. Рассчитать и построить ЭМХ и МХ при изменении магнитного потока (кФ) в 2 раза относительно номинального. Изобразить схему указанного способа регулирования.

Задание 3. Рассчитать и построить ЭМХ и МХ при уменьшении величины питающего напряжения в 2 раза (сопротивление преобразователя принять 10% от сопротивления якоря машины).

Задание 4. Рассчитать добавочный резистор в цепи якоря, ограничивающий ток в якоре до уровня $1,5I_n$ при пуске.

Задание 5. Рассчитать добавочный резистор в цепи якоря, ограничивающий ток в якоре до уровня $1,5I_n$ при динамическом торможении без нагрузки.

Задание 6. Для заданного двигателя постоянного тока собрать и проверить модель разомкнутой системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока".

Задание 7. Рассчитать параметры регуляторов для системы подчиненного регулирования с настройкой на заданный оптимум.

Задание 8. Собрать и проверить модель замкнутой системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока" с двухконтурным подчиненным регулированием.

Задание 9. Для заданного асинхронного двигателя собрать и проверить модель разомкнутой системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель".

Задание 10. Собрать и проверить модель скалярной системы управления для заданного асинхронного двигателя.

Задание 11. Собрать и проверить модель векторной системы управления для заданного асинхронного двигателя.

Задание 12. Для заданного синхронного двигателя собрать модель разомкнутой системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель", предложить варианты пуска двигателя.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Практическое задание»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
5 (отлично)	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.
4 (хорошо)	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках освоенного учебного материала.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.

8.4 Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Вопросы к зачету:

1. Основные элементы ЭМС.
2. Механические характеристики рабочих машин и электродвигателей. Понятие жесткости механических характеристик.
3. Моменты и силы, действующие в электроприводе. Активные и реактивные моменты сопротивления. Динамический момент. Уравнение движения электропривода и его анализ.
4. Статическая устойчивость электропривода.
5. Расчетная схема механической части электропривода. Приведение моментов и сил сопротивления, моментов инерции и масс.
6. Структурные схемы одномассовой и двухмассовой механических систем.
7. Механические переходные процессы при постоянном динамическом моменте.
8. Механические переходные процессы при Мд, линейно зависящем от скорости.
9. Электромеханическая постоянная времени при использовании ДПТ. Физический смысл и способы ее определения.
10. Двигатели постоянного тока. Устройство и принцип действия.
11. Схема замещения ДПТ. Уравнение механической (электромеханической) характеристики (с выводом). Схемы включения ДПТ.
12. Схема включения ДПТ НВ, статические характеристики, режимы работы.
13. Реостатное регулирование скорости ДПТ НВ. Показатели качества регулирования.

14. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением магнитного потока. Показатели качества регулирования.
15. Регулирование скорости ДПТ НВ изменением напряжения. Показатели качества регулирования.
16. Система Г-Д, УВ-Д.
17. Пуск ДПТ НВ. Регулирование тока и момента при пуске ДПТ. Схема включения и пусковая диаграмма при многоступенчатом реостатном пуске ДПТ НВ.
18. Способы осуществления торможения ДПТ НВ. Механические (электромеханические) характеристики. Назначение тормозных сопротивлений.
19. Динамические характеристики ДПТ НВ. Структурная схема электромеханического преобразования энергии в ДПТ НВ. Электромагнитная постоянная времени.
20. Схема включения ДПТ последовательного возбуждения, статические характеристики, режимы работы. Кривая намагничивания.
21. Основные параметрические способы регулирования скорости ДПТ ПВ.
22. Режим пуска ДПТ ПВ.
23. Тормозные режимы ДПТ ПВ.
24. Асинхронные двигатели. Устройство и принцип действия. Типы исполнения роторов. Понятие скольжения.
25. Однофазная схема замещения АД. Уравнение электромеханической характеристики АД.
26. Уравнение механической характеристики АД. Критическое скольжение, критический момент АД. Формула Клосса. Перегрузочная способность, Кратность пускового момента.
27. Реостатное регулирование скорости АДФ. Показатели качества регулирования.
28. Способы регулирования скорости АДК. Показатели качества регулирования.
29. Частотное регулирование скорости АД. Закон регулирования. Показатели качества регулирования.
30. Непосредственный преобразователь частоты.
31. Преобразователь частоты со звеном постоянного тока.
32. Регулирование тока и момента при пуске АДФ. Схема включения. Пусковая диаграмма при реостатном пуске.
33. Способы регулирования тока при пуске АДК.
34. Тормозные режимы АД.
35. Нагрузочные диаграммы и их применение при анализе тепловых режимов ЭД.
36. Косвенные методы оценки тепловой нагрузки ЭД. Метод средних потерь и методы эквивалентных величин.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «зачет»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
зачтено	Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки,

	непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
не зачтено	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
 - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			