

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2023 20:29:32

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Управление электроприводами

Закреплена за подразделением Кафедра энергетики и энергоэффективности горной промышленности

Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 128

самостоятельная работа 61

часов на контроль 27

Формы контроля в семестрах:

экзамен 8

зачет 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		8 (4.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	19		12			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	24	24	58	58
Лабораторные	17	17	12	12	29	29
Практические	17	17	24	24	41	41
Итого ауд.	68	68	60	60	128	128
Контактная работа	68	68	60	60	128	128
Сам. работа	40	40	21	21	61	61
Часы на контроль			27	27	27	27
Итого	108	108	108	108	216	216

Программу составил(и):

доктор технических наук, профессор, Петров В.Л.

Рабочая программа

Управление электроприводами

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, 13.03.02-БЭЭ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра энергетики и энергоэффективности горной промышленности

Протокол от 31.12.2022 г., №13

Руководитель подразделения доц. Кутепов А.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – формирование у студентов знаний, умений и навыков по управлению электроприводами машин и установок горного производства, что позволит им решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электроприводов.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Информационно-измерительные системы управления энергоресурсами	
2.1.2	Производственная практика	
2.1.3	Экономика и менеджмент в электротехнических системах	
2.1.4	Электрический привод	
2.1.5	Электротехнологические установки	
2.1.6	Энергоемкость технологических процессов	
2.1.7	Основы теплоэнергетики	
2.1.8	Промышленная электроника	
2.1.9	Стационарные установки	
2.1.10	Теоретические основы электротехники	
2.1.11	Электрические и электронные аппараты	
2.1.12	Электрические машины	
2.1.13	Общая энергетика	
2.1.14	Учебная практика	
2.1.15	Основы теории вероятностей и математической статистики	
2.1.16	Электротехническое и конструкционное материаловедение	
2.1.17	Измерение электрических и неэлектрических величин	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности
Знать:
ОПК-5-31 Принципы построения систем управления электроприводов машин и установок с разомкнутой и замкнутой цепью воздействия.
ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
Знать:
ОПК-3-31 Области применения систем управления электроприводами машин и установок постоянного и переменного тока.
ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности
Уметь:
ОПК-5-У1 Пользоваться методами расчета статических характеристик, переходных процессов и нагрузочных диаграмм, включая программные средства, энергетических
ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
Уметь:
ОПК-3-У1 Пользоваться методами расчета статических характеристик, переходных процессов и нагрузочных диаграмм, включая программные средства, энергетических и экономических показателей регулируемых электроприводов машин и установок.
ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности
Владеть:

ОПК-5-В1 Навыками пользователя программными средствами для систем управления электроприводами.

ОПК-3: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области, использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Владеть:

ОПК-3-В1 Владения программными средствами для обработки экспериментальных данных и проектирования электрических схем систем управления электроприводов машин и установок.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение. Функции систем управления, классификация. Задачи управления электроприводами. Математическое описание элементов управления и электропривода							
1.1	Функции систем управления, классификация. Задачи управления электроприводами. Математическое описание элементов управления и электропривода /Лек/	7	10	ОПК-5-31 ОПК-3-31	Л1.1 Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.2	Математическое описание элементов управления и электропривода. Математическое описание электрических машин. Математическое описание исполнительных устройств управления. Математическое описание измерительных элементов систем управления электроприводами. /Пр/	7	6	ОПК-5-31 ОПК-3-31	Л1.3 Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.3	Разработка математических моделей элементов управления и электропривода. Разработка математических моделей электрических машин. Разработка математических моделей исполнительных устройств управления. Разработка математических моделей измерительных элементов систем управления электроприводами. /Лаб/	7	4	ОПК-5-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э5			
1.4	Математический аппарат для моделирования электротехнических комплексов и систем. /Ср/	7	12	ОПК-5-31 ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.2 Л1.1 Л1.1 Л1.3 Л1.1 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Э1 Э2 Э4 Э5			

	Раздел 2. Принципы построения структур управления. Типовые структуры управления электроприводами							
2.1	Принципы построения структур управления. Типовые структуры управления электроприводами /Лек/	7	12	ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.4Л1.1Л3. 3 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6			
2.2	Обоснование структурных моделей систем управления электроприводами /Пр/	7	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.4Л1.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			
2.3	Моделирование компонентов структур систем управления электроприводами /Лаб/	7	8	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.4Л1.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			
2.4	Математический аппарат описания структурных моделей систем управления электроприводами. /Ср/	7	16	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.4Л1.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			
	Раздел 3. Разомкнутые системы управления электроприводами							
3.1	Разомкнутые системы управления электроприводами. Примеры разомкнутых систем управления электроприводами постоянного и переменного тока /Лек/	7	12	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.7Л1.1Л1. 1 Э7			
3.2	Расчет параметров разомкнутых систем управления электроприводами. /Пр/	7	3	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1Л1.1Л1. 1 Э7			
3.3	Моделирование и характеристики разомкнутых систем управления электроприводами. /Лаб/	7	5	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1Л1.1Л1. 1 Э7 Э8			
3.4	Практика реализации разомкнутых систем управления электроприводами. /Ср/	7	12		Л1.1 Л1.7Л1.1Л1. 1 Э6 Э7			
	Раздел 4. Непрерывные системы управления электроприводами							
4.1	Непрерывные системы управления электроприводами постоянного тока. Непрерывные системы управления электроприводами переменного тока. /Лек/	8	14	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.7Л2.3 Л1.1Л1.1 Э6 Э7			

4.2	Расчет параметров непрерывных систем управления электроприводами постоянного тока. Расчет параметров непрерывных систем управления электроприводами переменного тока. /Пр/	8	14	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.7Л1.1Л1. 1 Э6 Э7			
4.3	Моделирование непрерывных систем управления электроприводами постоянного тока. Моделирование непрерывных систем управления электроприводами переменного тока. /Лаб/	8	10	ОПК-3-В1	Л1.7Л1.1Л1. 1 Э6 Э7			
4.4	Практика реализации непрерывных систем управления электроприводами постоянного тока. Практика реализации непрерывных систем управления электроприводами переменного тока. /Ср/	8	12	ОПК-5-В1	Л1.7Л1.1Л1. 1 Э6 Э7			
Раздел 5. Системы управления электроприводами с упругой механической связью								
5.1	Системы управления электроприводами с упругой механической связью. /Лек/	8	10	ОПК-5-31 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.7Л1.1 Л1.1 Л1.1Л1.1 Э5 Э6 Э7			
5.2	Математическое моделирование систем управления электроприводами с упругой механической связью. /Пр/	8	10	ОПК-3-В1	Л1.7Л1.1Л1. 1 Э7 Э8 Э11 Э12			
5.3	Исследование характеристик систем управления электроприводами с упругой механической связью. /Лаб/	8	2	ОПК-3-31 ОПК-3-У1	Л1.7Л1.1Л1. 1 Э7 Э8 Э10 Э12			
5.4	Практика реализации систем управления электроприводами с упругой механической связью. /Ср/	8	9		Л1.7Л1.1Л1. 1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11 Э12			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Зачет	ОПК-5-31;ОПК-3-31	<p>1 Укажите, какой показатель качества управления характеризует плавность движения электропривода: а) время переходного процесса и время срабатывания; б) перерегулирование и показатель колебательности; в) статизм регулирования скорости и перерегулирование; г) ошибка и показатель колебательности. Эталон: б.</p> <p>2 Укажите, какая структура управления, из приведенных, обеспечивает наибольшее быстродействие электропривода: 1. С суммирующим усилителем; 2. С подчиненным регулированием координат. Эталон: 1.</p> <p>3 Укажите, какие типы регуляторов применяются в двухконтурной системе подчиненного регулирования координат при настройке на модульный (технический) оптимум: а) П-регулятор; б) И-регулятор; в) Д-регулятор; г) ПИ-регулятор; д) ПИД-регулятор, в последовательности: «внутренний контур регулирования тока» - «внешний контур регулирования скорости». Эталон: г – а.</p> <p>5 Укажите, в каких из приведенных структур управления с суммирующим усилителем можно теоретически достичь нулевую ошибку регулирования по скорости электропривода: а) с отрицательной обратной связью по скорости электропривода; б) с отрицательной обратной связью по напряжению якорной обмотки; г) с положительной обратной связью по току якорной цепи. Эталон: а, г.</p> <p>6 Отсечка по току предназначена для: а) стабилизации скорости электропривода; б) стабилизации ЭДС двигателя; в) стабилизации статического момента; г) стабилизации электромагнитного момента. Эталон: г.</p> <p>7 Упреждающее токоограничение применяется в случае: а) низкой индуктивности якорной цепи; б) высокой индуктивности якорной цепи; в) низкого активного сопротивления якорной цепи; г) высокого активного сопротивления якорной цепи. Эталон: а.</p>
-----	-------	-------------------	---

КМ2	Примерные вопросы при защите отчетов по лабораторным работам	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1	<p>1) Какими преимуществами обладает система стабилизации скорости при использовании структуры управления с отрицательной обратной связью по скорости на валу двигателя по сравнению с другими видами стабилизации скорости?</p> <p>2) Какими преимуществами обладает система стабилизации скорости при использовании структуры управления с отрицательной обратной связью по напряжению якоря двигателя по сравнению с другими видами стабилизации скорости?</p> <p>3) Какими преимуществами обладает система стабилизации скорости при использовании структуры управления с положительной обратной связью по току якоря двигателя по сравнению с другими видами стабилизации скорости?</p> <p>4) Какова методика определения параметров регулятора тока якоря двигателя?</p> <p>5) Какова методика определения параметров регулятора скорости двигателя?</p> <p>6) Как по осциллограмме переходного процесса тока якоря двигателя определить быстродействие и перерегулирование координат электропривода?</p> <p>7) Как связаны по быстродействию контуры регулирования тока и скорости?</p> <p>8) Почему в электроприводе системы АВК применяется система управления с ПИ-регулятором скорости?</p> <p>9) На каких принципах строится датчиковая система координат в частотно-регулируемом электроприводе?</p> <p>10) Как оценить погрешность регулирования координат электропривода?</p>
-----	--	--	--

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	<p>1. Расчет и выбор элементов контура регулирования тока для электроприводов по схеме ТП-Д.</p> <p>2. Расчет и выбор элементов контура регулирования скорости для электроприводов по схеме ТП-Д.</p> <p>3. Расчет и выбор элементов контура регулирования тока для электроприводов по схеме Г-Д с ТВ.</p> <p>4. Расчет и выбор элементов контура регулирования скорости для электроприводов по схеме Г-Д с ТВ.</p> <p>5. Расчет и выбор элементов контура регулирования тока для электроприводов по</p>	ОПК-5-31;ОПК-5-В1;ОПК-5-У1;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1	Владение методами расчета параметров и характеристик, моделирования систем управление электроприводами

	<p>схеме Г-Д с ТрВ. 6. Расчет и выбор элементов контура регулирования скорости для электроприводов по схеме Г-Д с ТрВ. 7. Составление блок схемы имитационной модели электропривода по схеме ТП-Д с двухконтурной системой подчиненного регулирования. 8. Составление блок схемы имитационной модели электропривода по схеме Г-Д с ТВ с двухконтурной системой подчиненного регулирования. 9. Составление блок схемы имитационной модели электропривода по схеме Г-Д с ТрВ с двухконтурной системой подчиненного регулирования. 10. Определение параметров имитационной модели электропривода.</p>		
--	--	--	--

P2	<p>Тематика лабораторных работ.</p> <p>1. Экспериментальное исследование системы стабилизации скорости с отрицательной обратной связью по скорости вала двигателя;</p> <p>2. Экспериментальное исследование системы стабилизации скорости с положительной обратной связью по току якоря;</p> <p>3. Экспериментальное исследование электропривода постоянного тока с двухконтурной системой подчиненного регулирования координат;</p> <p>4. Исследование электропривода системы АВК с подчиненным регулированием координат (виртуальная работа);</p> <p>5. Экспериментальное исследование частотно-регулируемого электропривода с замкнутой системой управления;</p> <p>6. Исследование адаптивной системы управления электропривода постоянного тока (виртуальная работа);</p> <p>7. Исследование трехконтурной системы подчиненного регулирования при управлении положением механизма в режиме слежения (виртуальная работа);</p>	ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1	<p>Примерные вопросы для защиты лабораторных работ.</p> <p>1) Какими преимуществами обладает система стабилизации скорости при использовании структуры управления с отрицательной обратной связью по скорости на валу двигателя по сравнению с другими видами стабилизации скорости?</p> <p>2) Какими преимуществами обладает система стабилизации скорости при использовании структуры управления с отрицательной обратной связью по напряжению якоря двигателя по сравнению с другими видами стабилизации скорости?</p> <p>3) Какими преимуществами обладает система стабилизации скорости при использовании структуры управления с положительной обратной связью по току якоря двигателя по сравнению с другими видами стабилизации скорости?</p> <p>4) Какова методика определения параметров регулятора тока якоря двигателя?</p> <p>5) Какова методика определения параметров регулятора скорости двигателя?</p> <p>6) Как по осциллограмме переходного процесса тока якоря двигателя определить быстродействие и перерегулирование координат электропривода?</p> <p>7) Как связаны по быстродействию контуры регулирования тока и скорости?</p> <p>8) Почему в электроприводе системы АВК применяется система управления с ПИ-регулятором скорости?</p> <p>9) На каких принципах строится датчиковая система координат в частотно-регулируемом электроприводе?</p> <p>10) Как оценить погрешность регулирования координат электропривода?</p>
----	--	--	--

	8. Исследование двухконтурной системы подчиненного регулирования координат электропривода постоянного тока с упругостью (виртуальная работа).		
--	---	--	--

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

1. Функциональные свойства и классификация систем управления электроприводов.
2. Показатели качества и требования к системам управления электроприводов.
3. Понятие о релейно-контакторных системах управления и их функциональном составе.
4. Электрические схемы и способы анализа релейно-контакторных систем управления.
5. Синтез дискретных логических систем управления методом циклограмм.
6. Логические системы управления на основе аппаратного контроллера.
7. Логические системы управления на основе программируемого логического контроллера.
8. Математическое описание двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
9. Математическое описание генератора постоянного тока.
10. Математическое описание управляемого выпрямителя.
11. Математическое описание асинхронного двигателя в каскадных схемах.
12. Математическое описание асинхронного двигателя в частотно-управляемых схемах.
13. Основные показатели статических и динамических процессов в электроприводах.
14. Типовые структуры систем управления электроприводов.
15. Структуры управления электроприводов с параллельной коррекцией координат.
16. Стандартные настройки в электроприводах и их применение.
17. Принципы подчиненного регулирования координат в системах управления электроприводов.
18. Оптимизация внутреннего контура регулирования тока в двухконтурной системе подчиненного регулирования координат электропривода по схеме УВ-Д.
19. Оптимизация внешнего контура регулирования скорости в двухконтурной системе подчиненного регулирования координат электропривода по схеме УВ-Д.
20. Структуры систем управления скоростью электропривода.
21. Система стабилизации скорости с отрицательной обратной связью по напряжению в структуре с параллельной коррекцией координат.
22. Система стабилизации скорости с отрицательной обратной связью по скорости в структуре с параллельной коррекцией координат.
23. Система стабилизации скорости с положительной обратной связью по току в структуре с параллельной коррекцией координат.
24. Система стабилизации момента в структуре с параллельной коррекцией координат.
25. Система стабилизации момента в структуре с последовательной коррекцией координат.
26. Частотное управление асинхронным двигателем в статических режимах.
27. Частотное управление асинхронным двигателем в электроприводах по схеме ПЧ-Д с АИН.
28. Частотное управление асинхронным двигателем в электроприводах по схеме ПЧ-Д с АИТ.
29. Системы частотного управления асинхронным двигателем в структурах с обратными связями.
30. Системы управления электроприводов с введением добавочной ЭДС в роторную цепь.
31. Система управления электроприводов по схеме АМВК.
32. Система управления электроприводов по схеме АВК.
33. Управление асинхронными двигателями с регулированием напряжения на статорной обмотке.
34. Системы управления асинхронными двигателями с переменным сопротивлением в роторной цепи.
35. Системы управления вентильными двигателями.
36. Системы стабилизации момента электроприводов переменного тока.
37. Принципы построения систем управления положением механизма.
38. Управление положением механизма в режиме позиционирования с малыми перемещениями.
39. Управление перемещением в режиме слежения.
40. Организация адаптивных систем управления электроприводов.
41. Беспойсковые системы адаптивного управления в электроприводах.
42. Эталонные модели в беспойсковых адаптивных системах управления электроприводов.
43. Метод дихотомии и золотого сечения в поисковых адаптивных системах управления

- электроприводов.
44. Метод градиента в поисковых адаптивных системах управления электроприводов.
 45. Пошаговый метод в поисковых адаптивных системах управления электроприводов.
 46. Расчетные модели цифровых систем управления с учетом дискретности по уровню.
 47. Дискретные передаточные функции и структурные схемы контура регулирования электропривода.
 48. Методика синтеза цифрового контура.
 49. Оптимизация цифрового контура тока электропривода с тиристорным преобразователем.
 50. Оптимизация цифрового контура скорости электропривода с тиристорным преобразователем.
 51. Оптимизация цифрового контура положения механизма в режиме слежения с электроприводом системы ТП-Д,
 52. Математическое описание многомассовой электромеханической системы.
 53. Управление скоростью электроприводов двухмассовой системы в структуре с параллельной коррекцией.
 54. Влияние обратных связей на демпфирующие свойства ДЭМС.
 55. Анализ и синтез многомассовых электромеханических систем методом нормированных передаточных функций.
 56. Синтез систем управления ДЭМС в структуре с параллельной коррекцией координат.
 57. Управление скоростью электроприводов с ДЭМС с подчиненным регулированием координат.
 58. Принципы синтеза структур управления с последовательно-параллельной коррекцией координат в электроприводах, содержащих упругие механические элементы.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка за экзамен по дисциплине выставляется как среднее от оценки полученной по результатам защиты всех практических работ курса и оценки, полученной на экзамене.

Оценка по результатам защиты практических работ курса получается, как среднеарифметическая величина оценок, полученных по результатам защиты всех практических работ.

При оценивании экзаменационных вопросов и защит практических работ оценки выставляются следующим образом:
«Отлично» - обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый из заданных теоретических вопросов, не допустив ошибок; ответ носит развернутый и исчерпывающий характер.

«Хорошо» - обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера.

«Удовлетворительно» - обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей; обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов или их раскрывает содержательно, но допуская значительные неточности.

«Неудовлетворительно» - обучающийся не знает ответов на два и более поставленных теоретических вопроса.

Пример экзаменационного билета

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Кафедра: Энергетики и энергоэффективности горной промышленности
Дисциплина: Управление электроприводами

Экзаменационный билет № 1

1. Функциональные свойства и классификация систем управления электроприводами
2. Система управления скоростью путем воздействия на напряжение якоря при постоянном потоке возбуждения
3. Системы управления асинхронными двигателями с переменными сопротивлением в роторной цепи

Зав. кафедры ЭЭПП, проф.
“13” апреля 2021 г.

А.В. Ляхомский
/И.О.Фамилия/

Оценивание курсовой работы (проекта)

Оценка «отлично» - выполнены все требования к написанию и защите курсовой работы (проекта): обозначена проблема и

обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» - основные требования к курсовой работе (проекта) и ее защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём курсовой работы; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований к курсовой работе (проекта). В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании курсовой работы или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка «неудовлетворительно» - тема курсовой работы (проекта) не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Оценка «не явка» – курсовая работа (проект) обучающимся не представлена.

Примерные темы курсового проекта

1. Расчет и выбор элементов двухконтурной системы подчиненного регулирования координат для электропривода по схеме УВ-Д с внешним контуром регулирования скорости.
2. Расчет и выбор элементов двухконтурной системы подчиненного регулирования координат для электропривода по схеме УВ-Д с внешним контуром регулирования напряжения.
3. Расчет и выбор элементов двухконтурной системы подчиненного регулирования координат для электропривода по схеме Г-Д с ТВ с внешним контуром регулирования скорости.
4. Расчет и выбор элементов двухконтурной системы подчиненного регулирования координат для электропривода по схеме Г-Д с ТВ с внешним контуром регулирования напряжения.
5. Расчет и выбор элементов двухконтурной системы подчиненного регулирования координат для электропривода по схеме Г-Д с ТрВ с внешним контуром регулирования скорости.
6. Расчет и выбор элементов двухконтурной системы подчиненного регулирования координат для электропривода по схеме Г-Д с ТрВ с внешним контуром регулирования напряжения.

Зачет проставляется в конце семестра в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. По данной дисциплине зачет проставляется по результатам текущей аттестации, которая включает следующие формы контроля:

- курсовое проектирование;
- лабораторный практикум;
- практикум;
- тесты.

Типовые примеры тестов (могут быть использованы для текущего контроля)

Тест 1. Типовые структуры управления электроприводами

1. Какие структуры управления применяются в электроприводах с циклическим режимом работы?
 - a) одноконтурные системы управления;
 - b) многоконтурные системы управления;
 - c) с суммирующим усилителем;
 - d) комбинированные (смешанные) системы управления.
2. Какие структуры управления применяются в электроприводах с длительным режимом работы?
 - a) одноконтурные системы управления;
 - b) многоконтурные системы управления;
 - c) с суммирующим усилителем;
 - d) комбинированные (смешанные) системы управления.
3. Какие структуры управления применяются в энергосберегающих электроприводах?
 - a) одноконтурные системы управления;
 - b) многоконтурные системы управления;
 - c) с суммирующим усилителем;
 - d) комбинированные (смешанные) системы управления.

Тест 2. Синтез структур управления электроприводами

1. Что понимается под выражением «синтез структур управления электроприводами»?
 - a) анализ качества регулирования в переходных режимах;
 - b) анализ качества регулирования в установившихся режимах;
 - c) определение параметров электропривода как в переходных, так и установившихся режимах;
 - d) определение параметров системы управления как в переходных, так и установившихся режимах.
2. При синтезе систем управления учитываются параметры
 - a) только электродвигателя;
 - b) только электропривода;
 - c) только преобразовательного устройства;
 - d) все вместе из перечисленных.
3. Какая цель синтеза систем управления электроприводами?

a) обеспечение плавности регулирования;
 b) обеспечение качества регулирования в статических режимах работы электропривода;
 c) обеспечение качества регулирования в динамических режимах электропривода;
 d) обеспечение качества регулирования в статических и динамических режимах электропривода.

Тест 3. Синтез систем управления с подчиненным регулированием координат электропривода

1. Задача синтеза структур управления с подчиненным регулированием координат электропривода

a) Получение математической модели объекта управления;
 b) Получение математической модели системы управления;
 c) Получение параметров объекта управления;
 d) Получение параметров структуры управления.

2. В каком порядке производится синтез систем управления с подчиненным регулированием координат?

a) от внешнего контура регулирования к внутреннему контуру регулирования;
 b) от внутреннего контура регулирования к внешнему контуру регулирования;
 c) от среднего контура регулирования к внешнему контуру регулирования;
 d) не имеет значения, можно начинать синтез с любого контура регулирования.

3. Что понимается под термином «некомпенсируемая малая постоянная времени» электропривода?

a) при синтезе сохраняется только эта постоянная времени;
 b) при синтезе эта постоянная времени сохраняется вместе с электромеханической постоянной времени электропривода
 c) при синтезе эта постоянная времени сохраняется вместе с тепловой постоянной времени электропривода
 d) при синтезе эта постоянная времени сохраняется вместе с электромагнитной постоянной времени электропривода.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Соколов М. М., Терехов В. М., Ключев В. И.	Приближенные расчеты переходных процессов в автоматизированном электроприводе	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1967
Л1.2	Загальский Л. Н., Зильберблат М. Э., Ямпольский Д. С.	Частотный анализ систем автоматизированного электропривода	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1968
Л1.3	Чернышев А. Ю., Дементьев Ю. Н., Чернышев И. А.	Электропривод переменного тока: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015
Л1.4	Терехин В. Б., Дементьев Ю. Н.	Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015
Л1.5	Малиновский А. К.	Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Электрификация и автоматизация горных работ"	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1987
Л1.6	Малиновский А. К.	Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учеб. пособие для студ. спец. "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2009
Л1.7	Терехов В. М., Осипов О. И., Терехов В. М.	Системы управления электроприводов: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: ACADEMIA, 2005

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.8	Малиновский А. К.	Теория электропривода: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. "Автоматизированный электропривод пром. установок и технол. комплексов"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2010
Л1.9	Ляхомский А. В., Фащиленко В. Н.	Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2014
Л1.10	Малиновский А. К.	Автоматизированный электропривод горных машин и установок (N 2832): практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Шувалов К. И., Ежков В. В., Смирнов А. Д., Устинов П. И., Васильев А. А., Долгов В. Н.	Простейшие схемы автоматического управления электроприводами	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1961
Л2.2	Кувшинов А., Греков Э.	Теория электропривода: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014
Л2.3	Петров Л. П., Ладензон В. А., Обуховский М. П., Подзолов Р. Г.	Асинхронный электропривод с тиристорными коммутаторами	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1970
Л2.4	Борцов Ю. А., Суворов Г. В., Шестаков Ю. С.	Экспериментальное определение параметров и частотных характеристик автоматизированных электроприводов	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1969
Л2.5	Алиев М. Т., Буканова Т. С.	Микропроцессорные системы управления электроприводами: учебное пособие	Электронная библиотека	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Невраев В. Ю., Петелин Д. П.	Системы автоматизированного электропривода переменного тока: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Энергия, 1964
Л3.2	Панкратов В. В.	Автоматическое управление электроприводами: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013
Л3.3	Макаров В. Г.	Анализ системных свойств асинхронного электропривода: монография	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012
Л3.4	Греков Э., Фатеев В.	Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2011

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.5	Никитенко Г. В.	Электропривод производственных механизмов: учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: АГРУС, 2012
Л3.6	Кувшинов А. А., Греков Э. Л.	Теория электропривода: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017
Л3.7	Гульков Г. И., Петренко Ю. Н., Раткевич Е. П., Симоненкова О. Л., Петренко Ю. Н.	Системы автоматизированного управления электроприводами: учеб. пособие для учащихся спец. "Электротехника" учреждений	Библиотека МИСиС	Минск: Новое знание, 2007

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Модуль №1. Функции и структура автоматизированного электропривода	https://youtu.be/QS2Zk6ktEY
Э2	Модуль №2. Регулируемый электропривод - основной вид современного электропривода	https://youtu.be/68L4jflRWGU
Э3	Модуль №3. Принцип работы асинхронного электродвигателя	https://youtu.be/lhV0KBw481k
Э4	Модуль №4. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя	https://youtu.be/5hpTszbcD58
Э5	Модуль №5. Принцип работы и структура преобразователя частоты	https://youtu.be/YpcZhAwD8Vw
Э6	Модуль №6. Скалярные системы управления электродвигателем	https://youtu.be/Dc4trS-wpNQ
Э7	Основы управления частотно регулируемым электроприводом (Вебинар компании IEK)	https://youtu.be/2CYha9K1PTg
Э8	Как работает пусковой переключатель со звезды на треугольник	https://youtu.be/l1LB48MiwDA
Э9	Дискретный электропривод с шаговыми двигателями. Учебный фильм	https://youtu.be/EzbXPbMqLn0
Э10	Mining Industry -- The Future is Automation	https://youtu.be/POqw0rIJe78
Э11	Electric rope shovel, highlighting various key features (CAT)	https://youtu.be/3orV98JYjUU
Э12	Electric Rope Shovels	https://youtu.be/0zWnIIAyQUw

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	MS Teams
П.4	LMS Canvas
П.5	Microsoft Office
П.6	MATLAB
П.7	MATCAD
П.8	AutoCAD
П.9	3ds Max

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Открытая профессиональная база ГОСТов - https://allgosts.ru
-----	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Л-715	Учебная аудитория	лаборатория "Электропривода и автоматизированного электропривода горных предприятий", набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели, стенд "Автоматизированное управление ЭП", стенд "Электропривод", стенд "Основы ЭП и преобразовательной техники", стенд "ЭП с сервоприводом"
Л-713	Аудитория для самостоятельной работы	доска, комплект учебной мебели на 12 посадочных мест
Л-715	Учебная аудитория	лаборатория "Электропривода и автоматизированного электропривода горных предприятий", набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели, стенд "Автоматизированное управление ЭП", стенд "Электропривод", стенд "Основы ЭП и преобразовательной техники", стенд "ЭП с сервоприводом"
Л-715	Учебная аудитория	лаборатория "Электропривода и автоматизированного электропривода горных предприятий", набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели, стенд "Автоматизированное управление ЭП", стенд "Электропривод", стенд "Основы ЭП и преобразовательной техники", стенд "ЭП с сервоприводом"
Л-713	Аудитория для самостоятельной работы	доска, комплект учебной мебели на 12 посадочных мест
Холл библиотеки (Б)		25 компьютеров, комплект специализированной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим или лабораторным занятиям

Подготовку к каждому практическому или лабораторному занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического или лабораторного занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим или лабораторным занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1 Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и ответ (решение) задачи. После занятий преподаватель проверяет правильность выполнения заданий и, при необходимости, дает на следующем занятии или на консультации дополнительное задание для исправления допущенных ошибок.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Возможны выступления студентов на лекции по отдельным вопросам обсуждаемой темы (проработанные самостоятельно под руководством преподавателя); сообщения занимают 7...10 мин. Такие выступления помогают четко выразить свои мысли, аргументировано излагать и отстаивать свою точку зрения при ответе на вопросы.

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

2. Аудиторную самостоятельную работу на практических и лабораторных занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

3. Внеаудиторную самостоятельную работу.

Внеаудиторная самостоятельная работа по лабораторным и практическим занятиям включает подготовку к выполнению работ, обработку полученных результатов, защиту работ.

Подготовка заключается в ознакомлении с названием, целью работы, основными теоретическими положениями и методическими указаниями по ее выполнению. Обработка полученных результатов заключается в выполнении расчетов, заполнении таблиц, построении графиков.

Курсовой проект дополняет и закрепляет знания, полученные при изучении дисциплины «Электрический привод».

Студенты приобретают навыки самостоятельной работы с технической литературой, оформления технической документации в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Задание на курсовую работу выдается руководителем в течение второй недели семестра. Студент получает индивидуальное задание на проектирование и учебное пособие для выполнения курсового проекта.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Для изучения дисциплины рекомендуется пользоваться перечнем вопросов, указанных в разделе "Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену, а также устным и письменным опросам обучающихся" в ФОС.

Защита лабораторных работ производится на основании представленных правильно выполненных отчетов.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие методические указания, которые хранятся в библиотеке кафедры в электронном виде

В.Н. Фащенко, Д.В. Золкин Методические указания для практических занятий по дисциплине «Системы управления электроприводами», Издательство НИТУ "МИСиС", 2016. Доступ из LMS - Canvas