



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиала в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина

10.09.2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	4

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

03.09.2019, протокол № 1

Зав. кафедрой С.М.  Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк  
10.09.2019 г. протокол № 1

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры АЭПиМ,  В.И. Косматов

Рецензент:

нач. ПЦ АО "БМК"  В.П. Исаев



**Лист актуализации рабочей программы**

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от 03 09 20 20 г. № 1

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Теория электропривода» являются:

- формирование у обучающихся знаний в области современного электропривода, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- создать у обучающихся правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода;

- научить обучающихся самостоятельно выполнять расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, анализу статических и динамических свойств замкнутых систем регулирования, оценке энергетических показателей работы, выборе двигателя по мощности и проверке его по нагреву и перегрузке;

- научить обучающихся самостоятельно проводить лабораторные исследования сложных электрических приводов по системам тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока, частотно-регулируемый полупроводниковый преобразователь-двигатель переменного тока.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Теория электропривода входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Электрический привод

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Системы управления электроприводов

Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория электропривода» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способность подготовить отчет о проведенном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода
ПК-1.1	Оценивает состояние оборудования для последующего проектирования системы электропривода

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 18,4 акад. часов;
- аудиторная – 14 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,4 акад. часов
- самостоятельная работа – 260,9 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - курсовой проект, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Введение								
1.1 Электропривод как система. Общие требования к электроприводу. Классификация электроприводов. История развития электропривода. Структурная схема электропривода	4				10		Входной контроль	ПК-1.1
Итого по разделу					10			
2. Механическая часть силового канала электропривода								
2.1 Типовые статические нагрузки электропривода. Уравнение движения электропривода	4	0,25			10	самостоятельное изучение литературы; -домашнее задание №1	Опорный конспект лекций	ПК-1.1
2.2 Составление расчетных схем механической части привода. Приведение движущихся масс, моментов, жесткостей связей и нагрузок к расчетной скорости					10	РГР 1	Проверка РГР 1	ПК-1.1
2.3 Механическая часть электропривода как объект управления					9	Составление кинематических схем ЭП	Опорный конспект лекций	ПК-1.1
2.4 Механические переходные процессы электропривода					10	Составление графиков ПП в ЭП	Устный опрос	ПК-1.1
2.5 Динамические нагрузки электропривода					9	Составление уравнений движения ЭП в ПП	Устный опрос	ПК-1.1

2.6 Расчет статических моментов. Построение нагрузочных диаграмм электроприводов			0,5		10	РГР №2	Проверка РГР №2	ПК-1.1
Итого по разделу		0,25	0,5		58			
3. Математическое описание, статические и динамические характеристики двигателей постоянного и переменного токов как объектов управления								
3.1 Обобщенная электрическая машина. Электромеханическая связь электропривода и ее характеристики	4	0,25			5	Изучение методов анализа динамических режимов ЭП	Опорный конспект лекций	ПК-1.1
3.2 Структура и характеристики линеаризованного электромеханического преобразователя					5	Составление структур электромеханического преобразователя	Устный опрос	ПК-1.1
3.3 Режимы преобразования энергии и ограничения, накладываемые на их протекание					4		Устный опрос	ПК-1.1
3.4 Математическое описание процессов преобразования энергии в двигателе постоянного тока с независимым возбуждением. Естественные характеристики двигателя с независимым возбуждением. Искусственные статические характеристики и режимы работы двигателя с независимым возбуждением. Динамические свойства электромеханического преобразователя с независимым возбуждением		0,25			5	РГР №3	Проверка РГР №3	ПК-1.1
3.5 Исследование переходных процессов электропривода с двигателями постоянного тока независимого возбуждения			0,5		2	Подготовка отчета	Проверка отчета	ПК-1.1
3.6 Исследование переходных процессов при ударном приложении нагрузки			0,5		2	Подготовка отчета	Проверка отчета	ПК-1.1

3.7	Математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии в двигателе с последовательным возбуждением. Статические характеристики двигателя с последовательным возбуждением. Динамические свойства электромеханического преобразователя с последовательным возбуждением. Особенности статических характеристик двигателя со смешанным возбуждением		0,25			5	РГР №3	Устный опрос	ПК-1.1
3.8	Математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии в асинхронном двигателе. Статические характеристики асинхронных двигателей		0,25			5	Изучение векторного описания динамических процессов	Устный опрос	ПК-1.1
3.9	Исследование переходных процессов асинхронного электропривода		0,5			2	Подготовка отчета	Проверка отчета	ПК-1.1
3.10	Динамические свойства асинхронного электромеханического преобразователя при питании от источника напряжения. Статические характеристики и динамические свойства асинхронного электромеханического преобразователя при питании от источника тока. Режим динамического торможения асинхронного двигателя		0,25			5	Изучение статических преобразователей частоты	Устный опрос	ПК-1.1
3.11	Электромеханические свойства синхронных двигателей. Шаговый режим работы синхронного электромеханического преобразователя					5		Опорный конспект лекций	ПК-1.1
Итого по разделу			1,25	1,5		45			
4. Электромеханические переходные процессы									
4.1	Математическое описание и структурные схемы разомкнутых электромеханических систем	4	0,25			5	Разработка структурных схем	Устный опрос	ПК-1.1

4.2	Обобщенная электромеханическая система с линеаризованной механической характеристикой. Динамические свойства электропривода с линейной механической характеристикой при жестких механических связях. Устойчивость статического режима работы электропривода. Влияние упругих механических связей на динамику электропривода колебаний	0,25			5	Проработка влияния упругих связей на динамику ЭП	Устный опрос	ПК-1.1
4.3	Исследование динамики электропривода с упругими связями		0,5		2	Подготовка отчета	Проверка отчета	ПК-1.1
4.4	Переходные процессы электропривода и методы их анализа. Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой при $\omega_0 = \text{const}$ . Переходные процессы электропривода с асинхронным короткозамкнутым двигателем				5	Применение классического, операторного методов анализа переходных процессов, РГР №4	Проверка РГР №4	ПК-1.1
4.5	Динамика электропривода с синхронным двигателем. Особенности многодвигательного электропривода				5	Составление структурных схем СД	Устный опрос	ПК-1.1
4.6	Исследование переходных процессов электропривода с линейными механическими характеристиками		0,5		2	Подготовка отчета	Проверка отчета	ПК-1.1
Итого по разделу		0,5	1		24			
5. Выбор мощности электропривода								
5.1	Нагревание и охлаждение двигателей. Нагрузочные диаграммы электропривода. Номинальные режимы работы двигателей				5	Составление нагрузочных диаграмм ЭП	Опорный конспект лекций	ПК-1.1
5.2	Потери энергии в установившихся и переходных процессах электропривода	4			9		Устный опрос	ПК-1.1
5.3	Расчеты по выбору мощности электродвигателей по методам средних потерь и эквивалентных величин для различных режимов работы	0,25			5	РГР №5	Проверка РГР №5	ПК-1.1



Итого по разделу	0,25			19			
6. Регулирование координат электропривода. Инженерные методы оценки точности и качества регулирования координат							
6.1 Основные показатели способов регулирования координат электропривода. Система генератор – двигатель. Система тиристорный преобразователь – двигатель	4			4,8	Анализ показателей регулирования скорости	Опорный конспект лекций	ПК-1.1
6.2 Исследование системы ТП-Д в статических и динамических режимах		0,5		2	Подготовка отчета	Проверка отчета	ПК-1.1
6.3 Система преобразователь частоты – асинхронный двигатель. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель		0,25		5	Изучение способов преобразования энергии переменного тока с неизменными параметрами в энергию переменного тока с изменяющимися параметрами	Устный опрос	ПК-1.1
6.4 Исследование системы ПЧ-АД в статических и динамических режимах		0,25		2	Подготовка отчета	Проверка отчета	ПК-1.1
Итого по разделу	0,25	0,75		13,8			
7. Регулирование момента (тока) электропривода							
7.1 Реостатное регулирование момента. Система источник тока – двигатель. Автоматическое регулирование момента в системе УП-Д	4	0,25		5	Изучение способов автоматического регулирования момента	Опорный конспект лекций	ПК-1.1
7.2 Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП-Д. Особенности регулирования момента и тока в системе Г-Д		0,25		8,1	Изучение способов автоматического регулирования момента	Опорный конспект лекций	ПК-1.1
Итого по разделу	0,5			13,1			
8. Регулирование скорости электропривода и положения							
8.1 Реостатное регулирование скорости. Схемы шунтирования якоря двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Схемы шунтирования якоря двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением	4	0,25		5		Опорный конспект лекций	ПК-1.1

8.2 Регулирование скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменением магнитного		0,25			5	Оценка способа регулирования скорости	Устный опрос	ПК-1.1
8.3 Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Особенности частотного регулирования скорости асинхронного электропривода.		0,25			5	Оценка способа регулирования скорости	Устный опрос	ПК-1.1
8.4 Исследование способов регулирования скорости в замкнутых системах электроприводов			0,25		5	Подготовка отчета	Проверка отчета	ПК-1.1
Итого по разделу		0,75	0,25		20			
9. Энергетические показатели электропривода								
9.1 Энергетическая эффективность электропривода	4	0,25			10	Показатели энергетической эффективности	Устный опрос	ПК-1.1
9.2 Особенности энергетики вентильных электроприводов. Надежность регулируемого электропривода					5	Способы повышения надежности ЭП	Опорный конспект лекций	ПК-1.1
Итого по разделу		0,25			15			
10. Практические занятия								
10.1 Выбор преобразовательных агрегатов для питания двигателей. Расчет параметров электропривода	4			1	10	Раздел курсового проекта: проектирование силовой части электропривода	Раздел курсового проекта: проектирование силовой части электропривода Проверка раздела	ПК-1.1
10.2 Составление структурных схем, передаточных функций и построение частотных характеристик одно и двухмассовых систем механической части электропривода				1,5	10	Раздел курсового проекта: составление структурных схем	Проверка раздела	ПК-1.1
10.3 Расчет величин потерь и оценка энергетических показателей электропривода				1	9	Раздел курсового проекта: расчет энергетических показателей	Проверка раздела	ПК-1.1
10.4 Расчет статических характеристик системы ТП-Д, ПЧ- АД, ПЧ- СД				1,5	10	Раздел курсового проекта: расчет скоростных и механических характеристик двигателя	Проверка раздела	ПК-1.1
10.5 Расчет переходных процессов в системе ТП-Д, ПЧ- АД, ПЧ- СД				1	4	Раздел курсового проекта: расчет динамики электропривода	Проверка раздела	ПК-1.1
Итого по разделу				6	43			

Итого за семестр	4	4	6	260,9		экзамен,кп	
Итого по дисциплине	4	4	6	260,9		курсовой проект, экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория электропривода» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Теория электропривода» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции происходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используются четыре универсальных лабораторных стенда, на которых проводится до 10 работ, отвечающих требованиям курса «Теория электропривода» и современному состоянию промышленного автоматизированного электропривода с использованием IT технологий.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на лабораторных занятиях, при курсовом проектировании, при подготовке к контрольным работам, при выполнении исследований на лабораторных установках и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Негадаев, В.А. Электрический привод: учебное пособие / В.А. Негадаев-Кемерово; КузГТУ 2019. -131с.– Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/122220/#5>- заглавие с экрана ISBN 978-5-00137-056-7

2. Фролов, Ю.Н. Регулируемый асинхронный электропривод: Учебное пособие-2-е изд. Стер/ Ю.Н. Фролов, В.П. Шелякин - СПб.: издательство Лань, 2018. 464с. - Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/102251/#2>- заглавие с экрана ISBN 978-5-8114-2177-0

### **б) Дополнительная литература:**

1. Шохин, В. В. Автоматизированный электропривод механизмов металлургического производства : учебное пособие / В. В. Шохин, А. С. Сарваров. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=947.pdf&show=dcatalogues/1/1118982/947.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Шохин, В. В. Электропривод агрегатов металлургического производства : учебное пособие / В. В. Шохин, А. С. Сарваров ; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 151 с. : граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=804.pdf&show=dcatalogues/1/11160>

(дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0499-6. - Имеется печатный аналог.

**в) Методические указания:**

1. Косматов, В. И. Исследование электромеханических свойств электроприводов в статических режимах [Текст]: метод .указ. к лабораторному практикуму по дисциплине “Теория электропривода”. / В.И.Косматов, А.Я. Оглоблин–Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 29 с: ил.

2. Косматов, В.И. Электромеханические свойства электроприводов. [Текст] метод.указ. и задания к расчетам по курсу “Основы электропривода” / В.И. Косматов. –Магнитогорск: МГТУ, 2009.- 21с.

3. Лукин, А. Н. Электрический привод: шаг за шагом. [Текст] Приложение к комплексу лекций по дисциплине “Электрический привод” / А. Н Лукин. – Магнитогорск: МГТУ, 2009.- 36с.

4. Косматов, В. И. Исследование системы реверсивный тиристорный преобразователь – двигатель. [Текст] Методические указания к лабораторной работе по курсу Теория электропривода/ В.И. Косматов - Магнитогорск: МГТУ, 2010.- 10с.

5. Косматов, В. И. Исследование системы ПЧ- АД в статических режимах работы. [Текст] метод .указ. к лабораторному практикуму по дисциплине “Теория электропривода”. / В. И. Косматов, С. А Линьков., А. А Радионов. – Магнитогорск: МГТУ. 2008.- 11с.

6. Оглоблин, А. Я. Нагрев и охлаждение электродвигателя. [Текст] метод .указ. к лабораторному практикуму по дисциплине “Теория электропривода”. / А. Я. Оглоблин, В. Я. Сыромятников –Магнитогорск: 2009.- 9с.

7. Сыромятников, В. Я. Решение примеров и задач в электроприводе. [Текст] метод.указ. к лабораторному практикуму по дисциплине “Теория электропривода”. / В. Я. Сыромятников, Т. Н. Сыромятникова – Магнитогорск: 2014 - 55с.

8. Исследование электромеханических свойств электроприводов: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Теория электропривода" для студентов специальности 130302 / сост. : В. И. Косматов, О. А. Сарапулов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3108.pdf&show=dcatalogues/1/1135551/3108.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Теория электропривода»  
ПРОФИЛЬ ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА**

Самостоятельная работа способствует формированию у обучающихся навыков работы с литературой, развитию умственного труда и поискам в приобретении новых знаний. Самостоятельная работа включает те разделы курса, которые не получили достаточного освещения на лекциях по причине ограниченности лекционного времени и большого объема изучаемого материала. Отсюда следует, что без серьезной систематической самостоятельной работы получить требуемую подготовку к промежуточной аттестации невозможно. Освоение программы курса предполагает, что на самостоятельное изучение дисциплины студент должен предусматривать в среднем по четыре часа в неделю на протяжении всего семестра.

Для лучшего усвоения изложенного материала, необходимо повторение материала, пройденного ранее.



Также необходимо готовиться к выборочному опросу, результаты которого влияют на окончательную оценку по дисциплине.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку. Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время. Если студент приступает к работе без чёткого представления о теории изучаемого вопроса, он не может «узнать в лицо» физическое явление, не сумеет отделить изучаемый эффект от случайных помех, а также окажется не в состоянии судить об исправности и неисправности установки. Поэтом этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе». Этот этап необходим и по той причине, что в лабораторном практикуме часто изучаются темы, еще не прочитанные на лекциях и даже не включенные в лекционный курс. Для облегчения подготовки к сдаче теоретического материала полезно ответить на контрольные вопросы, сформулированные в методическом описании.

Для успешного выполнения лабораторной работы студенту необходимо разобраться в устройстве установки или макета. Проверив приборы установки, подготовив их к работе, студент приступает к наблюдению тех эффектов или явлений, которым посвящена данная работа. Опыт экспериментальной работы нельзя приобрести без самостоятельного экспериментирования. Отсчёт измеряемых величин полагается производить с максимальной точностью. Поэтому перед снятием результатов измерений необходимо проверять нулевые показания приборов и установить цены деления на шкалах.

Этап обработки результатов измерений не менее важен, чем проведение эксперимента. Многие физические законы, полученные в результате экспериментальных исследований, выражаются в виде математических формул, связывающих числовые значения физических характеристик. Поэтому обязательно следите за тем, чтобы, при выполнении тех или иных измерений, были разумно согласованы друг с другом точность определения различных величин. Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета.

При подготовке к практическим занятиям необходимо проработать теоретические вопросы данной работы, изложенные на лекциях. Перед началом занятий необходимо разобрать теоретическую часть практической работы.

При проведении занятий высокая степень самостоятельности их выполнения студентами, способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. С этой целью каждому студенту выдаются методические указания по дисциплине, по которым студенты проводят расчеты. По результатам, полученным каждым студентом, происходит обсуждение и формулируется вывод о характере полученной закономерности. На практическом занятии каждому студенту выдается индивидуальное задание, которое необходимо выполнить самостоятельно. По окончании каждого занятия планируется проводить контрольные работы.

С целью расширения и углубления знаний, полученных из лекционного курса и учебников, проводятся практические занятия по решению задач. В процессе анализа и решения задач студенты учатся глубже понимать законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к физико-химическим явлениям.

Для повышения эффективности самостоятельной работы необходимо грамотно распланировать время. Поэтому необходимо точно определите свою цель. Если с

самого начала вы определите «пункт назначения», естественно вы достигните его намного быстрее.

Сосредоточьтесь на главном: возьмите листок бумаги и запишите на нем в порядке важности самые срочные дела и не приступайте к следующему, пока не закончите предыдущее.

Придумывайте себе мотивации, необходимо превратить свои занятия из «надо» в «хочется». Установите твердые сроки, причем сроки должны быть реальными. Не откладывайте запланированное дело со дня на день. Приступайте к делу сразу же. Используйте время полностью. Всегда есть возможность намного увеличить свое производительное время, полнее его используя.

Анализ учебной литературы позволил выявить, что на уровне высшего образования успешное обучение невозможно без наличия определенного уровня интеллектуального развития. Чем лучше развиты у человека познавательные процессы, тем более способным в обучении он является, то есть от уровня развития познавательных процессов обучающихся, зависит легкость и эффективность их обучения.

При подготовке к экзамену упорядочьте свои конспекты, записи, задания. Прикиньте время, необходимое вам для повторения каждой части (блока) материала, выносимого на экзамен. Составьте расписание с учетом скорости повторения материала, для чего: разделите вопросы на знакомые (по лекционному курсу, лабораторным занятиям, конспектированию), которые потребуют лишь повторения и новые, которые придется осваивать самостоятельно. Начните с тем хорошо вам известных и закрепите их с помощью конспекта и учебника; Затем пополните свой теоретический багаж новыми знаниями, обязательно воспользовавшись рекомендованной литературой.

Правильно используйте консультации, которые проводит преподаватель. Приходите на них с заранее проработанными самостоятельно вопросами. Вы можете получить разъяснение по поводу сложных, не до конца понятых тем, но не рассчитывайте во время консультации на исчерпывающую информацию по содержанию всего курса.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых проектов. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсового проекта. Совпадение тем курсовых проектов у студентов одной учебной группы не допускается. Утверждение тем курсовых проектов проводится ежегодно на заседании кафедры.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовому проекту и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовой проект должен быть оформлен в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Курсовой проект

Курсовое проектирование -изучение технологии объекта, разработка требований к электроприводу со стороны технологии.

Написание и оформление первого раздела курсового проекта

- расчет мощности и выбор двигателя, проверка двигателя по нагреву и перегрузке

Написание и оформление второго раздела курсового проекта:

-проектирование силовой части электрического канала (выбор преобразователей, расчет и построение регулировочных и механических характеристик).

Написание и оформление третьего раздела курсового проекта

-расчет переходных процессов в электроприводе (составление математического описания, разработка структурных схем, составление модели электропривода).

Написание и оформление четвертого раздела курсового проекта

-расчет энергетических показателей спроектированного электропривода (КПД, коэффициент мощности, тепловой и нагрузочной способности двигателя).

Написание и оформление пятого раздела курсового проекта

-оформление пояснительной записки и презентации курсового проекта.

Перечень тем для курсового проекта.

1. Электропривод скипового подъемника доменной печи
2. Электропривод поворота конвертера кислородно-конверторного цеха
3. Электропривод механизма перемещения кислородной фурмы конвертера
4. Электропривод механизма качания кристаллизатора
5. Электропривод механизма перемещения слябов
6. Электропривод механизма подъема 450-тонного заливочного крана.
7. Электропривод валков клетки кварто стана 5000
8. Электропривод нажимных устройств клетки стана 5000
9. Электропривод рабочих рольгангов клетки стана 5000
10. Электропривод валков чистовых клетей стана 2500 горячей прокатки
11. Электропривод летучих ножниц 35мм стана 2500 горячей прокатки
12. Электропривод валков чистовых клетей стана 2000 горячей прокатки
13. Электропривод валков черновой непрерывной группы клетей стана 2000 горячей прокатки.
14. Электропривод нажимных устройств черновых клетей стана 2000 горячей прокатки
15. Электропривод моталки стана 2000 горячей прокатки
16. Электропривод валков 5-ти клетцевого стана 630 холодной прокатки
17. Электропривод моталки 5-ти клетцевого стана 630 холодной прокатки
18. Электропривод разматывателя 5-ти клетцевого стана 630 холодной прокатки
19. Электропривод валков 5-ти клетцевого стана 2000 холодной прокатки
20. Электропривод моталки 5-ти клетцевого стана 2000 холодной прокатки
21. Электропривод валков черновой группы сортового стана 450
22. Электропривод валков чистовой группы сортового стана 370
23. Электропривод механизма подъема крана ЭСПЦ
24. Электропривод механизма наклона лотка БЗУ доменной печи
25. Электропривод механизма подъема экскаватора ЭКГ-5

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС». Вход по IP-адресам вуза, с внешней сети по логину и паролю	URL: <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория, для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: лаборатория электричества Оснащение: Иллюстрационный материал в виде планшетов, чертежей, наборы слайдов к лекциям в формате Power Point, мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации, лабораторные стенды.

Учебная аудитория для выполнения курсового проектирования, помещение для самостоятельной работы: компьютерный класс; читальный зал библиотеки Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Оснащение: Стол рабочий для обслуживания оборудования, шкафы для хранения З и П и документации; З и П для ремонта и обслуживания оборудования

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде подготовки к лабораторным работам (расчёты параметров, схемные решения) и выполнение необходимых исследований и расчётов, которые определяет преподаватель для студентов.

*Перечень лабораторных работ*

Исследование переходных процессов электропривода с двигателями постоянного тока независимого возбуждения

Исследование переходных процессов при ударном приложении нагрузки

Исследование переходных процессов асинхронного электропривода

Исследование динамики электропривода с упругими связями

Исследование переходных процессов электропривода с линейными механическими характеристиками

Исследование системы ТП-Д в статических и динамических режимах

Исследование системы ПЧ-АД в статических и динамических режимах

Исследование способов регулирования скорости в замкнутых системах электроприводов

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде изучения и проработки материалов лекций, учебных пособий, учебников и выполнения домашних заданий и разработкой курсового проекта с консультациями преподавателя.

#### *Домашнее задание №1*

Составление расчетных схем механической части силового канала электропривода (по вариантам).

#### *Домашнее задание №2*

Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода постоянного тока с двигателями независимого возбуждения (по вариантам, учебное пособие).

#### *Домашнее задание №3*

Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода постоянного тока с двигателями последовательного возбуждения (по вариантам, учебное пособие).

#### *Домашнее задание №4*

Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода переменного тока с асинхронными двигателями (по вариантам, учебное пособие).

#### *Домашнее задание №5*

Расчет и построение фазовых, регулировочных и скоростных характеристик системы тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока (система ТП-Д, учебное пособие).

Курсовой проект выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

1. Механическая часть силового канала электропривода:

1.1. Дайте определение автоматизированного электропривода



1.2. Что является условием приведения моментов инерции элементов механической части электропривода к одному валу?

1.3. Что является условием приведения моментов и сил, действующих в электроприводе, к одному валу?

1.4. Получите форму для эквивалентной упругости  $C_{12}$  при последовательном соединении двух элементов электропривода, обладающих упругостями  $C_1$  и  $C_2$ .

1.5. Кабина, масса которой с грузом составляет 1000 кг, поднимается со скоростью 0,65 м/с, двигатель при этом вращается со скоростью 104 рад/с. Определите суммарный момент инерции, если момент инерции двигателя с барабаном составляет 0,04 кг·м<sup>2</sup> (массой каната пренебречь).

1.6. Какая нагрузка электропривода называется активной? Приведите ее механическую характеристику.

1.7. Какая нагрузка электропривода называется реактивной? Приведите ее механическую характеристику.

1.8. Какая нагрузка электропривода называется вентиляторной? Приведите ее механическую характеристику.

1.9. Оцените путь пройденный механизмом при торможении: в первом случае- за счет только момента сопротивления; во втором- за счет перевода двигателя в режим противовключения.

Начальная скорость двигателя при торможении  $\omega = 100$  рад/с; момент сопротивления, приведенный к валу двигателя,  $M_c = 10$  Н·м; суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя,  $J = 2$  кг · м<sup>2</sup> ; радиус приведения  $r = 0,1$  м . Момент двигателя в режиме противовключения  $M = (-100-2) \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

1.10. Определите момент двигателя, необходимый для осуществления реверса жесткого приведенного механизма звена за время  $t = 2$ с. Суммарный момент инерции  $J = 1$  кг · м<sup>2</sup>;

Статического сопротивления  $M_c = 50$  Н·м (реактивный).

1.11. Центрифуга приводится в движение асинхронным двигателем через коробку передач, имеющую три передаточных отношения:  $i_1 = 2, i_2 = 4, i_3 = 6$ . Определите при каком передаточном отношении центрифуга имеет максимальное ускорение, если момент инерции двигателя  $J_d = 1$  кг · м<sup>2</sup>; номинальная скорость двигателя  $\omega_n = 300$  рад/с; момент инерции центрифуги  $J_c = 16$  кг · м<sup>2</sup>; момент сопротивления пренебрежимо мал, момент двигателя равен 100 Н · м.

2. Математическое описание динамических процессов электромеханического преобразования энергии

1. Каковы физические причины электромеханической связи в системе электропривода?

2. Запишите уравнения электромеханической характеристики двигателя для явнополусной синхронной машины в осях  $d, q$ .

3. Какую частоту имеют токи статора и ротора обобщенной машины в осях  $x, y$ ?

4. Известны токи двух фаз статора трехфазного двигателя  $i_{1a} = I_1 \max \sin(\omega_0 t)$  и  $i_{1b} = I_1 \max \sin(\omega_0 t + 120^\circ)$ . Определите токи  $i_{1\alpha}$  и  $i_{1\beta}$  двухфазной модели.

5. Дайте определение динамической жесткости механической характеристики электромеханического преобразователя. Какое свойство электропривода характеризует динамическая жесткость?

3. Математическое описание, статические и динамические характеристики двигателей постоянного и переменного токов как объектов регулирования

1. Оцените влияние на механическую характеристику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменений его температуры.

2. В каких случаях целесообразно использовать двигатель с последовательным или смешанным возбуждением?

3. Сравните влияние размагничивающего действия ротора асинхронного двигателя в режиме динамического торможения при  $I_{\text{экв}} = I_{\text{н}} \text{ ном}$  и  $I_{\text{экв}} = 5 I_{\text{н}} \text{ ном}$ .

4. Как влияет насыщение магнитной цепи асинхронного двигателя при питании от источника тока на параметры динамической жесткости линеаризованной механической характеристики?

5. Чем отличается шаговый двигатель от синхронного двигателя?

6. Как влияет явнополюсность на угловую характеристику синхронного двигателя?

7. Проанализируйте причины, по которым ограничивается перегрузочная способность различных двигателей.

8. Как влияет реакция якоря двигателя постоянного тока с независимым возбуждением на его перегрузочную способность?

4. Электромеханические переходные процессы в электроприводе

1. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением работает с установившейся скоростью на естественной характеристике. Проанализируйте характер переходных процессов в аварийном режиме обрыва цепи возбуждения двигателя для трех условий:  $M_c = M_{\text{ном}}$ ;  $M_c = 0$ ;  $M_c = -M_{\text{ном}}$ .

2. Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением, приводящий в движение подъемную лебедку, работает на естественной характеристике при подъеме номинального груза. Проанализируйте, как перейти к спуску этого груза с той же скоростью. Оцените потери энергии при различных способах торможения.

3. Имеется осциллограмма  $\omega_1 = f(t)$ , полученная при пуске электропривода с двухмассовой механической частью при  $M = M_1 = \text{const}$ . Предложите методику определения параметров механической части, если значение  $M_1$  известно.

4. Предложите методику приближенного определения  $J_{\Sigma}$  и  $T_m$  (для линейной части механической характеристики) по осциллограмме пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором  $\omega_1 = f(t)$ , если известны  $R_{\text{ном}}$  и  $\lambda$ .

5. Определите показатели колебательности электропривода постоянного тока с независимым возбуждением, если имеется осциллограмма  $\omega_1 = f(t)$ ,  $i_a = f(t)$ , процесса приложения скачка нагрузки от  $M_c = 0$  до  $M_c$  ном, а также известны  $U_{ном}$  и  $Lя\Sigma$ .
6. Каковы физические причины демпфирующей способности электропривода? Почему демпфирование увеличивается при возрастании  $\gamma$ ?
7. У асинхронного двигателя с фазным ротором путем введения в цепь ротора двух различных сопротивлений получены две реостатные характеристики, имеющие одинаковый пусковой момент. Изобразите эти характеристики и постройте (качественно) зависимости  $\omega(t)$  и  $I_1(t)$ , соответствующие пуску вхолостую при таких характеристиках.
8. Обоснуйте физически, почему при снятии скачком нагрузки двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в начальный момент времени  $dM/d\omega = 0$ .

## 5. Основы выбора мощности электропривода

1. Сравните постоянные потери асинхронного двигателя в режимах пуска и торможения противовключением.
2. В каких случаях целесообразно применять двигатели с независимой вентиляцией?
3. Какими методами целесообразно проверять по нагреву асинхронный короткозамкнутый двигатель с повышенным скольжением?
4. Сравните потери, выделяющиеся в двигателе при торможении противовключением при  $M_c = 0$  и  $M_c = M_{ном}$  (активный).
5. Как отразится на работе двигателя кратковременного режима S2 уменьшение времени пауз до значений, меньших  $3T_n$ ?
6. Как изменятся потери энергии при пуске асинхронного двигателя вхолостую, если пуск производится при напряжении  $U_1 = 0,5U_{1ном}$ .
7. Какое влияние на нагрузочную диаграмму двигателя и зависимость  $\omega(t)$  оказывает в режиме S6 жесткость механической характеристики  $\beta$ ?

## 6. Регулирование координат электропривода

1. Разъясните взаимосвязь показателей точности и диапазона регулирования координаты электропривода.
2. Разъясните взаимосвязь точности автоматического регулирования координаты по отклонению с ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования.
3. Разъясните смысл понятий «запас по фазе» и «запас по амплитуде» и их связь с качеством автоматического регулирования координаты.
4. Как влияют на свойства разомкнутой системы ТВ-Г-Д с асинхронным двигателем генератора температурные изменения сопротивлений?
5. Пуск в разомкнутой системе ТП-Д осуществляется при линейном нарастании ЭДС преобразователя во времени. Оцените, как влияют на переходный процесс температурные изменения сопротивлений.

6. Рассмотрите особенности и технические показатели систем ТВ-Г-Д и ТП-Д и дайте рекомендации по рациональным областям их применения.
7. Сформулируйте условия, при которых в системе ПЧ-АД с инвертором тока обеспечивается управление при  $\Psi_2 = \text{const}$ . Как поддерживается  $\Psi_1 = \text{const}$  в системе с инвертором напряжения?
8. Сопоставьте ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования при настройках на технический и на симметричный оптимум.

#### 7. Регулирование момента (тока) электропривода

1. Для механизма требуется электропривод с точным, быстродействующим и экономичным регулированием момента в четырех квадрантах механических характеристик. Сопоставьте по всем показателям две системы: а) ИТ-Д с тиристорным возбудителем; б) ТП-Д с контуром регулирования тока, настроенным на технический оптимум.
2. Изобразите статические характеристики и проанализируйте динамические свойства системы ТП-Д при стандартной настройке контура тока в случае, когда применен неререверсивный ТП.
3. Проанализируйте, как изменяются потери при работе асинхронного электропривода с релейным автоматическим регулированием момента (тока) в цепи ротора. Как влияет на работу привода уменьшение чувствительности регулятора?
4. В системе ТВ-Г-Д астатическое регулирование тока якоря обеспечено с помощью отрицательной связи по току и критической положительной связи по напряжению генератора. К каким последствиям приведет: а) обрыв цепи положительной связи по напряжению; б) обрыв цепи отрицательной связи по току якоря.
5. В системе ПЧ(ИТ)-АД с регулированием момента по абсолютному скольжению оборвалась цепь нелинейного звена на входе цу.т. Как это повлияет на работу электропривода?
6. Объясните, почему в системе ТП-Д с контуром регулирования тока, настроенным на технический оптимум, при пуске ток меньше стопорного значения, а при стопорении под действием  $M_c > M_{\text{стоп}}$  – больше стопорного значения?

#### 8. Регулирование скорости электропривода

1. Какие защиты необходимы для системы ИТ-Д с регулированием скорости по отклонению? Проанализируйте аномальные режимы.
2. При проектировании электропривода механизма с  $P_c = M_c \omega = \text{const}$  при диапазоне регулирования скорости  $D = 5$  применен асинхронный двигатель с фазным ротором и реостатное регулирование. Оцените достоинства и недостатки решения.
3. В электроприводе по системе ТП-Д с регулированием скорости и подчиненным контуром регулирования тока в эксплуатации в схеме ПИ-регулятора тока сильно возросла утечка конденсатора  $C_0$ .с.т. Как изменятся статические характеристики привода?

4. Электропривод подъемной лебедки по системе ТП-Д имеет двухзонное регулирование скорости. Проанализируйте условия работы двигателя во всем диапазоне регулирования при подъеме номинального груза.
5. Оцените допустимую нагрузку при регулировании скорости асинхронного электропривода в двух схемах: а) с автоматическим релейным реостатным регулированием момента; б) с автоматическим регулированием напряжения на статоре.
6. Предложите безопасный способ проверки знаков обратных связей при наладке системы ТВ-Г-Д с подчиненным регулированием тока и скорости.
7. Предложите способы подрегулировки стопорного момента электропривода по системе ПЧ(ИТ)-АД с регулированием скорости по абсолютному скольжению.
8. Электропривод мощного вентилятора по схеме асинхронно-вентильного электрического каскада обеспечивает диапазон регулирования скорости  $D = 2$ . Предложите способ пуска двигателя и оцените использование двигателя по нагреву.
9. При наладке системы ТП-Д с контурами регулирования тока и скорости, настроенными на технический оптимум, экспериментом установлена недопустимая колебательность при работе контура регулирования скорости. Укажите возможные причины и дайте рекомендации по наладке.

#### 9. Регулирование положения

1. Как влияют на неточность останова электропривода с асинхронным короткозамкнутым двигателем температурные изменения сопротивлений обмоток двигателя?
2. Можно ли в позиционном электроприводе по системе ТП-Д отказаться от применения подчиненного контура регулирования тока?
3. Объясните физический смысл понятий добротности следящего электропривода по скорости и ускорению.

#### 10. Проектирование электроприводов

1. На какой стадии разработки электропривода в соответствии с требованиями ЕСКД должен осуществляться выбор системы электропривода?
2. Укажите примеры механизмов, при проектировании которых использование для оценки энергетической эффективности средневзвешенного КПД электропривода не дает достоверного результата.
3. Разъясните понятие технологически полезной работы и как оно реализуется в обобщенном показателе энергетической эффективности электропривода.
4. Как повлияет оптимизация системы ПЧ-АД по критерию минимума потерь на технический показатель быстродействия электропривода?
5. Какие функции в составе электропривода выполняют ФКУ? Чем вызывается необходимость применения регулируемых ФКУ?



6. Проанализируйте влияние на производительность машины показателей безотказности и ремонтпригодности регулируемого электропривода.

Рассчитать параметры, привести схемные решения:

- переходных процессов электропривода с двигателями постоянного тока независимого возбуждения;
- переходных процессов при ударном приложении нагрузки;
- переходных процессов асинхронного электропривода;
- динамики электропривода с упругими связями;
- переходных процессов электропривода с линейными механическими характеристиками;
- системы ТП-Д в статических и динамических режимах;
- системы ПЧ-АД в статических и динамических режимах;
- способов регулирования скорости в замкнутых системах электроприводов.

Варианты практических заданий 6 семестр

1. Рассчитайте переходный процесс пуска  $\omega = f(t)$ ,  $i_a = f(t)$  двигателя постоянного с НВ, имеющего следующие данные:  $P_n = 12$  кВт,  $n_n = 1360$  об/мин,  $U_n = 220$  В,  $I_n = 65$  А,  $R_a = 0,194$  Ом, момент инерции  $J = 0,4$  кгм<sup>2</sup>,  $\lambda = 2$ . В якорную цепь для ограничения пускового тока на допустимом уровне включен дополнительный резистор  $R_{доб}$ ;  $M_c = M_n$

2. Для регулирования скорости ДПТ с независимым возбуждением изменяется система Г-Д. Генератор и двигатель одинаковые эл.машины с параметрами:

$P_n = 12$  кВт,  $n_n = 790$  об/мин,  $U_n = 220$  В,  $I_n = 65$  А,  $R_a = 0,266$  Ом, момент инерции

$J = 0,4$  кгм<sup>2</sup>. Определите диапазон  $D$  регулирования скорости при заданной точности ее поддержания  $\Delta M_{сдоп} = 0,5M_n$ ; момент статических сопротивлений изменяется в пределах от 0 до  $M_n$ ; температура машин в процессе работы изменяется в пределах от 200 С до 800 С.

Определите необходимый коэффициент форсировки для пуска двигателя в системе Г-Д за  $t_n = 0,7$  с,  $T_v = 1,5$  с,  $U_{вн} = 220$  В.

3. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения тормозится в режиме противовключения с реактивным  $M_c = M_n$ . Технические данные:  $P_n = 12$  кВт,  $U_n = 220$  В,  $n_n = 790$  об/мин,  $I_n = 65$  А,  $R_a = 0,266$  Ом,  $J = 0,4$  кгм<sup>2</sup>,  $\omega_{нач} = 82,7$  1/с,  $I_{нач} = 130$  А.

а) Построить кривые  $\omega = f(t)$ ,  $M = f(t)$  и определить время торможения до  $\omega = 0$ .

б) Определить величину потерь энергии при торможении.

Варианты практических заданий 7 семестр

Выбрать преобразовательный агрегат для питания двигателей.

Рассчитать параметры электропривода

Составить структурные схемы, передаточные функции и построить частотные характеристики одно и двухмассовых систем механической части электропривода

Рассчитать величины потерь и оценить энергетические показатели электропривода

Рассчитать статические характеристики системы ТП-Д, ПЧ- АД, ПЧ- СД

Рассчитать переходные процессы в системе ТП-Д, ПЧ- АД, ПЧ- СД

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория электропривода» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

#### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Теория электропривода». При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

#### **Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием,

обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.