

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»  
Филиал в г. Белорецке

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала

ФГБОУ ВО «МГТУ» в г. Белорецке



Д.Р. Хамзина

2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.12 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД**

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность программы

Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки - прикладной бакалавриат

Форма обучения - очная

Филиал МГТУ в г. Белорецке

Кафедра металлургии и стандартизации

Курс: 4

Семестр: 7

Белорецк


2018г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 955.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры металлургии и стандартизации филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г.Белорецке

«24» 10 2018г., протокол №2

Зав.кафедрой

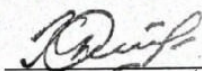


/ С.М.Головизнин /

Рабочая программа одобрена методической комиссией филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г.Белорецке

«31» 10 2018г., протокол №1

Председатель



/ Д.Р.Хамзина /

Рабочая программа составлена: доцентом, к.т.н.



/ О.А. Сарапулов /

Рецензент: зав. кафедрой, к.т.н., доцент



/ С.М.Головизнин /



## 1 Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Электрический привод» является формирование у студентов 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 студентов 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 студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы и выборе двигателя и проверке его по нагреву;
- научить студентов самостоятельно проводить элементарные лабораторные исследования электрических приводов.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки бакалавра

Дисциплина «Электрический привод» изучается в 5-м семестре.

Дисциплина входит в профессиональный цикл дисциплин и базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины» и модуля дисциплин «Механика» в объеме настоящей образовательной программы.

Изучение дисциплины является базой для последующих дисциплин профессионального цикла «Теория электропривода», «Системы управления электроприводов» и прохождения производственной практики.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-6 способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	
Знать:	- назначения и классификацию современных электрических приводов, электромеханические свойства электроприводов; - математическое описание статических и динамических режимов работы электропривода; - современные системы ТП-Д, ПЧ-АД, СД. Основы проектирования электроприводов
Уметь:	- проводить расчеты по основным режимам электроприводов; - использовать методы расчета и выбора элементов систем электроприводов; - иметь навыки проведения пуско-наладочных работ
Владеть:	- методиками расчета и выбора элементов систем электроприводов; - методами испытания и правилами эксплуатации электроприводов; - практическими навыками при проектировании и наладки электроприводов



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
силового канала электропривода								
2.1. Тема Уравнение движения электропривода. Расчетная схема силовой части электропривода.	5	2	4/2и'	-	-	-	Устный опрос	ПК-6 з
2.2. Тема Приведение моментов сопротивления и моментов инерции к валу двигателя	5	2	2	-	-	-	-	-
2.3. Тема Механические переходные процессы	5	-	2и'	-	-	-	Опорный конспект лекций	ПК-6 в
2.4. Тема Составление расчетных схем механической части электропривода	5	-	2и'	-	8	Домашнее задание №1	Проверка индивидуальных заданий	ПК-6 у
2.5 Тема Механические характеристики двигателей и производственных механизмов. Устойчивость работы электропривода. Регулирование координат электропривода	5	2	-	-	-	-	-	-
2.6 Тема Контрольная работа "Механика и режимы работы электропривода"	5	-	-	-	-	Подготовка к АКР	Проверка АКР	ПК-6 у

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
2.7. Тема Лабораторная работа №1. Методика проведения лабораторных работ	5	-	-	-	-	Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №1	Устный опрос	ПК-6 3, у
Итого по разделу	5	6	10/6и'	-	8	Выполнение расчетно-графической работы №1	Проверка индивидуальных заданий	ПК-6 3, в
<b>3. Раздел Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока независимого возбуждения</b>								
3.1. Тема Принцип действия. Основные уравнения и основные соотношения для двигателей постоянного тока независимого возбуждения.	5	2	-	-	-	-	Устный опрос	ПК-6 3
3.2. Тема Характеристики и режимы работы электроприводов с двигателями независимого возбуждения. Номинальные режимы. Допустимые значения координат	5	4	2и'	-	-	-	Опорный конспект лекций	ПК-6 3
3.3. Тема Расчет и построение электромеханических и механических характеристик	5	-	4и'	-	-	-	Устный опрос	ПК-6 3
3.4. Тема Лабораторная работа №2. Исследование электропривода с	5	-	4/2и'	-	-	Изучение инструкции по выполнению лабораторной	Проверка отчета о выполнении	ПК-6 3, у, в

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
двигателем постоянного тока независимого возбуждения						работы №2		
3.5. Тема Расчет и построение электромеханических и механических характеристик	5	-	-	-	8	Домашнее задание №2	Проверка индивидуальных заданий	ПК-6 з, у
3.6. Тема Контрольная работа “Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения”	5	-	-	-	-	Подготовка к АКР №2	Проверка АКР	ПК-6 з
Итого по разделу	5	6	10/8и'	-	8			
<b>4. Раздел Физические процессы в электроприводах с двигателями последовательного и смешанного возбуждения</b>								
4.1. Тема Принцип действия. Основные уравнения и основные соотношения для двигателей постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения	5	2	-	-	-	-	Опорный конспект лекций	ПК-6 з
4.2. Тема Характеристики и режимы электроприводов. Номинальные режимы. Допустимые значения	5	2	-	-	-	-	Опорный конспект лекций	ПК-6 з



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
координат								
4.3. Тема Расчет и построение электромеханических и механических характеристик	5	-	4и'	-	-	-	Устный опрос	ПК-6 3
4.4. Тема Расчетно-графическая работа “Электромеханические свойства электроприводов постоянного тока с двигателями последовательного возбуждения ”	5	-	-	-	2	Домашнее задание №3	Проверка индивидуальных заданий №3	ПК-6 3
4.5. Тема Лабораторная работа №3. Исследование электропривода с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения	5	-	4	-	-	Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №3	Поверка отчета о выполнении	ПК-6 3, у, в
4.6. Тема Контрольная работа “Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения”	5	-	-	-	-	Подготовка к АКР №3	Проверка АКР	ПК-6 3
Итого по разделу	5	4	8/4и'	-	2			
<b>5. Раздел Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными двигателями</b>								
5.1. Тема Схема включения и	5	4	2и'	-	-	-	Опорный конспект	ПК-6

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
основные соотношения для асинхронных двигателей. Электромеханические и механические характеристики асинхронных двигателей. Искусственные механические характеристики асинхронных двигателей. Пусковые и тормозные режимы асинхронных двигателей							лекций	3
5.2. Тема Расчет и построение механических характеристик синхронного двигателя. Механическая и угловая характеристики синхронных электроприводов	5	4	2и'	-	-	-	Опорный конспект лекций	ПК-6 3
5.3. Тема Расчет и построение электромеханических и механических характеристик асинхронного электропривода	5	-	2и'	-	-	-	Устный опрос	ПК-6 3
5.4. Тема Расчетно-графическая работа “Электромеханические свойства электроприводов переменного тока с асинхронными двигателями”	5	-	-	-	8	Домашнее задание №4	Проверка индивидуальных заданий №4	ПК-6 3
5.5. Тема Лабораторная работа №4. Исследование электропривода с асинхронным двигателем	5	-	2	-	-	Изучение инструкции по выполнению лабораторной	Проверка отчета о выполнении	ПК-6 3, у, в

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						работы №4		
5.6. Тема Контрольная работа “Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с асинхронными двигателями”	5	-	-	-	-	Подготовка к АКР №4	Проверка АКР	ПК-6 3
Итого по разделу	5	4	8/6и’	-	8			
<b>6. Раздел Электрическая часть силового канала электропривода</b>								
6.1. Тема Структура силового канала электропривода. Преобразователи электрической энергии в электроприводе. Выпрямители, инверторы, источники тока. Принцип действия преобразователей, схемы, техническая реализация	5	2	-	-	-	-	Опорный конспект лекций	ПК-6 3
6.2. Тема Система тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока. Система преобразователь частоты – двигатель переменного тока	5	2	2и’	-	-	-	Опорный конспект лекций	ПК-6 3
6.3. Тема Лабораторная работа№5. Исследование системы тиристорный	5	-	2	-	-	Изучение инструкции по выполнению лабораторной	Поверка отчета о	ПК-6 3

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
преобразователь-двигатель						работы №5	выполнении	
6.4. Тема Скоростные и механические характеристики электроприводов с преобразователями энергии	5	2	-	-	6	-	Устный опрос	ПК-6 з
6.5. Тема Расчет и построение фазовых, регулировочных и скоростных характеристик системы ТП-Д	5	-	-	6	-	Домашнее задание №5	Проверка индивидуальных заданий №5	ПК-6 з, у, в
6.6. Тема Лабораторная работа №6. Исследование системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель	5	-	4/4и'	-	-	Изучение инструкции по выполнению лабораторной работы №6	Проверка отчета о выполнении	ПК-6 з
Итого по разделу	5	6	8/6и'	-	6			
<b>7. Раздел Принципы управления в электроприводе</b>								
7.1. Тема Разомкнутые системы управления. Реостатное управление двигателями постоянного и переменного тока, пуск, торможение, регулирование скорости. Расчет пусковых и тормозных сопротивлений. Реостатное регулирование скорости, изменением	5	4	2	-	-		Опорный конспект лекций	ПК-6 у

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
напряжения, магнитного потока, напряжения и частоты переменного тока								
7.2. Тема Расчет переходных процессов в электроприводах постоянного и переменного тока	5	2	4и'	-	5	Домашнее задание №6	Проверка индивидуальных заданий №6	ПК-6 у, в
Итого по разделу	5	6	6/4и'	-	5			
<b>8. Раздел Элементы проектирования электропривода</b>								
8.1. Тема Основные этапы инженерного проектирования электроприводов: постановка и анализ задачи проектирования, поиск возможных решений, выбор двигателя, выбор механической передачи, выбор преобразователя	5	2	-	-	-		Опорный конспект лекций	ПК-6 з
8.2. Тема Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя. Тепловая модель двигателя, стандартные режимы. Проверка двигателей по нагреву и перегрузке. Элементы теории надежности	5	2	4и'	-	-		Устный опрос	ПК-6 з
8.3. Тема .Выбор двигателей по мощности. Расчет нагрузочных	5	-	2и'	-	4	Домашнее задание №7	Проверка индивидуальных заданий	ПК-6 у, в

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
диаграмм и тахограмм							№7	
Итого по разделу	5	4	6/6и'	-	4			
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>5</b>	<b>42</b>	<b>56/40 и'</b>	-	<b>41,9</b>			
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>5</b>	-	-	-	<b>35,7</b>			

## 5 Образовательные технологии

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрический привод» происходит с использованием мультимедийного оборудования (аудитории 227,123).

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 универсальные лабораторные стенды, работа в бригаде и методы ИТ.

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

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

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.

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

Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Количество часов	Формы контроля
1. Электропривод как система	Изучение литературы	0,9	Реферат
2. Механическая часть силового канала электропривода	-самостоятельное изучение литературы; -домашнее задание №1; -подготовка к аудиторной контрольной работе; -подготовка и оформление отчета по лабораторной работе.	8	Отчет по лабораторной работе №1, проверка и оценка домашнего задания №1, аудиторная контрольная работа №1.
3. Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока независимого возбуждения	-составление опорного конспекта лекций; -подготовка к выполнению лабораторной работы №2; -выполнение домашнего задания №2; -подготовка к аудиторной контрольной работе №2; -устный опрос.	8	Отчет по лабораторной работе №2, проверка и оценка домашнего задания №2, аудиторная контрольная работа №2.
4. Физические процессы в электроприводах с	-составление опорного конспекта лекций;	2	Отчет по лабораторной работе

двигателями последовательного и смешанного возбуждения	-подготовка к выполнению лабораторной работы №3; -выполнение домашнего задания №3; -подготовка к аудиторной контрольной работе №3; -устный опрос.		№3, проверка и оценка домашнего задания №3, аудиторная контрольная работа №3.
5. Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными двигателями	-составление опорного конспекта лекций; -подготовка к выполнению лабораторной работы №4; -выполнение домашнего задания №4; -подготовка к аудиторной контрольной работе №4; -устный опрос.	8	Отчет по лабораторной работе №4, проверка и оценка домашнего задания №4, аудиторная контрольная работа №4.
6. Электрическая часть силового канала электропривода	-составление опорного конспекта лекций; -подготовка к выполнению лабораторной работы №5; -выполнение домашнего задания №5; -устный опрос.	6	Отчет по лабораторной работе №5, проверка и оценка домашнего задания №5,
7. Принципы управления в электроприводе	-составление опорного конспекта лекций; -подготовка к выполнению лабораторной работы №6; -выполнение домашнего задания №6; -устный опрос.	5	Отчет по лабораторной работе №6, проверка и оценка домашнего задания №6
8. Элементы проектирования электропривода	-составление опорного конспекта лекций; -выполнение домашнего задания №8; -устный опрос.	4	Проверка и оценка домашнего задания №7
<b>Итого по дисциплине</b>		41,9	
<b>Экзамен</b>		35,7	Экзамен

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции		Оценочные средства
---------------------------------	--	--------------------



	Планируемые результаты обучения	
ПК-6. – способность рассчитывать режимы работы объекта профессиональной деятельности		
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- назначения и классификацию современных электроприводов;</li> <li>- математическое описание статических и динамических режимов работы электропривода;</li> <li>- современные системы ТП-Д, ПЧ-АД, СД;</li> <li>- основы проектирования электропривода</li> </ul>	<p>Модуль 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение электрического привода и приведите общую структуру электропривода.</li> <li>2. Объясните назначение основных элементов и частей электропривода.</li> <li>3. Как классифицируются электрические приводы?</li> <li>4. Какие элементы относятся к механической части электропривода?</li> <li>5. Объясните, в каких случаях можно получить многомассовую кинематическую схему механической части системы, покажите моменты и скорости, действующие на отдельные массы этой системы.</li> <li>6. Каким образом можно получить упрощенную одномассовую систему?</li> <li>7. Для чего выполняется операция приведения статистических моментов и моментов инерции системы электропривода?</li> <li>8. В чем отличие расчета приведенного момента сопротивления нагрузки механизма при различных направлениях потока энергии механической части электропривода?</li> <li>9. Объясните особенности приведения поступательного движения механизма к вращательному движению двигателя.</li> <li>10. Что такое установившийся и переходный режимы работы электропривода?</li> <li>11. Какие моменты действуют на электропривод в установившемся и переходном режимах?</li> <li>12. Запишите и объясните уравнение движения электропривода для одномассовой системы.</li> <li>13. В каких режимах будет работать двигатель при <math>M = M_c</math>, <math>M &gt; M_c</math> и <math>M &lt; M_c</math>, а также если уравнение движения имеет вид <math>M - M_c = M_{дин}</math> ?</li> <li>14. Представить уравнение движения электропривода для режимов работы: двигательного ускоренного и тормозного замедленного.</li> <li>15. Уравнение движения электропривода при</li> </ol>

$M > M_c$  имеет вид:  $-M + M_c = M_{дин}$ . В каком режиме работает двигатель и как изменится этот режим при  $M < M_c$  ?

16. Поясните правила знаков моментов в уравнении движения электропривода.

17. Что такое динамический момент электропривода?

18. Представьте уравнение движения электропривода для двухмассовой системы.

19. Представьте и объясните структурную схему двухмассовой системы электропривода.

20. Дайте понятие механических характеристик двигателя производственного механизма и приведите примеры.

21. Что такое жесткость механической характеристики?

22. Как определяется скорость установившегося движения электропривода?

23. Какими способами оценивается устойчивость установившегося движения электропривода?

24. От чего в общем случае зависит динамический момент электропривода?

25. Каким образом можно определить время пуска и торможения электропривода при постоянном динамическом моменте?

26. Каким образом могут быть получены кривые переходных процессов при линейных механических характеристиках двигателя производственного механизма?

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

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

## Модуль 2

1. Какая характеристика называется естественной механической?

2. Начертите семейство механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения:

– при неизменном потоке и для различных напряжений;

– при неизменном напряжении и для различных потоков;

– при неизменных напряжении и потоке, но при различных сопротивлениях цепи якоря.

3. Что такое генераторный рекуперативный режим двигателя постоянного тока, режим

		<p>противовключения, режим динамического торможения? Начертите механические характеристики этих режимов для различных сопротивлений цепи якоря.</p> <p>4. Как построить скоростную и механическую характеристики двигателя параллельного возбуждения при ослабленном потоке?</p> <p>5. Чем отличается электромагнитный момент двигателя от момента на валу?</p> <p>6. Рассчитайте номинальное сопротивление двигателя параллельного возбуждения при <math>P_n = 40 \text{ кВт}</math>, <math>U_n = 220 \text{ В}</math>, <math>\eta_n = 0.92</math>, если ток возбуждения составляет 0,025 от <math>I_n</math>?</p> <p>7. Начертить принципиальную схему включения двигателя параллельного возбуждения.</p> <p>8. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и перегрузочной способности.</p> <p>9. Как осуществляется расчет механических характеристик двигателя параллельного возбуждения по каталожным данным?</p> <p>10. Какой вид имеют уравнения механических характеристик двигателя постоянного тока в относительных единицах?</p> <p>11. Крановый двигатель постоянного тока параллельного возбуждения опускает груз в режиме противовключения. Что произойдет с его скоростью вращения, если в цепь якоря будет введено дополнительное сопротивление?</p> <p>12. Как производится графический расчет сопротивлений пускового реостата двигателя параллельного возбуждения?</p> <p>13. Какая мощность расходуется в последовательном внешнем сопротивлении в режиме противовключения двигателя?</p> <p>14. При каких статических моментах возможен режим противовключения двигателя параллельного возбуждения посредством увеличения сопротивления в цепи якоря, посредством изменения полярности напряжения на якоре?</p> <p>15. Допустим ли режим противовключения двигателя при отсутствии дополнительного сопротивления в цепи якоря?</p> <p>16. Для какой цели нужно знать механические характеристики и их уравнения?</p> <p>17. Каков физический смысл характеристик режима противовключения во втором или четвертом квадранте?</p> <p>18. Каковы преимущества и недостатки</p>
--	--	--

		<p>различных способов электрического торможения двигателей?</p> <p>19. Что такое параметрический способ регулирования скорости двигателя?</p> <p>20. Перечислите недостатки регулирования скорости двигателя изменением сопротивления в цепи якоря.</p> <p>21. Каковы практические пределы регулирования скорости двигателя независимого возбуждения при изменении магнитного потока?</p> <p>22. Каковы преимущества и недостатки различных способов регулирования скорости двигателя параллельного возбуждения?</p> <p>23. Как понимать термин «регулирование скорости с постоянным моментом и с постоянной мощностью»?</p> <p>24. Почему при регулировании скорости изменением магнитного потока меняется наклон механической характеристики, а при регулировании изменением напряжения он не меняется?</p> <p>25. Какая скорость установится в конце процесса торможения различными способами при активном и пассивном моментах сопротивления?</p> <p>26. Чем объяснить, что характеристики <math>\omega = f(I_a)</math> при ослаблении магнитного потока пересекаются в одной точке при <math>\omega = 0</math> ?</p> <p>27. Почему и при каких значениях тока и скорости пересекаются в одной точке характеристики двигателя при соединении его по схеме шунтирования якоря?</p> <p>28. Может ли двигатель параллельного возбуждения рекуперировать энергию в сеть при соединении его по схеме шунтирования якоря?</p> <p>29. Как изменит свое положение механическая характеристика динамического торможения при ослаблении магнитного потока двигателя.</p> <p>30. Во сколько раз изменится момент двигателя при заданной скорости, если поток снизится в два раза (двигатель параллельного возбуждения)?</p> <p>31. Начертите принципиальную реверсивную схему системы Г-Д, укажите принцип ее действия при регулировании скорости и торможении двигателя.</p> <p>32. Каков общий диапазон регулирования скорости двигателя в системе Г-Д при комбинированном регулировании напряжением генератора и потоком двигателя?</p> <p>33. Какие факторы ограничивают диапазон регулирования скорости в системе Г-Д и какими способами его можно расширить?</p>
--	--	---

34. Укажите достоинства и недостатки системы Г-Д.

35. Как принципиально производится регулирование скорости двигателя в тиристорном приводе?

36. Что такое угол регулирования тиристоров и как его величина влияет на скорость двигателя?

37. Как осуществляется реверс двигателя в системе ТП-Д?

38. Назовите и представьте силовые схемы реверсивных тиристорных преобразователей, укажите их достоинства и недостатки, а также области применения.

39. Что такое инверторный режим тиристорного преобразователя?

40. В каком режиме работает двигатель при инверторном режиме преобразователя и какие переключения необходимо произвести в этом случае в цепи якоря двигателя?

41. Какой вид имеют механические характеристики двигателя в системе ТП-Д?

42. Что такое прерывистый режим тиристорного преобразователя и каково его влияние на работу привода?

43. Как зависит  $\cos\phi$  тиристорного привода от скорости вращения двигателя?

44. Укажите достоинства и недостатки тиристорного привода и возможные области его применения.

45. Как осуществляется регулирование скорости при использовании импульсных регуляторов напряжения?

### Модуль 3

1. Почему для двигателя последовательного возбуждения нельзя получить точное аналитическое выражение механической характеристики?

2. Для какой цели могут служить выведенные приближенные уравнения механической характеристики двигателя с последовательным возбуждением?

3. В каких режимах может работать двигатель последовательного возбуждения? Почему для него невозможна работа в генераторном режиме с отдачей энергии в сеть?

4. Почему естественная и реостатные характеристики двигателя последовательного возбуждения не переходят в область отрицательных моментов, а при шунтировании якоря того же двигателя переходят?

5. Покажите по уравнению

		<p>электромеханической характеристики, изменением каких параметров можно регулировать скорость двигателя последовательного возбуждения.</p> <p>6. Охарактеризуйте различные способы регулирования скорости двигателя последовательного возбуждения.</p> <p>7. Чем объяснить нелинейность механической характеристики двигателя при шунтировании якоря и <math>R_w=0</math> ?</p> <p>8. Возможна ли рекуперация энергии в сеть при шунтировании якоря двигателя последовательного возбуждения?</p> <p>9. Почему в зоне значительных нагрузок механические характеристики при шунтировании обмотки возбуждения приближаются к линейным?</p> <p>10. Какие способы пуска возможны для двигателя последовательного возбуждения и какие из них наиболее часто применяются на практике?</p> <p>11. Поясните, как производится расчет пусковых и тормозных сопротивлений.</p> <p>12. Представьте механические характеристики двигателя при шунтировании якоря и обмотки возбуждения.</p> <p>13. Для какой цели и каким образом используются универсальные характеристики двигателя последовательного возбуждения в относительных единицах?</p> <p>14. Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением работает на линейном участке кривой намагничивания. Как изменится жесткость механической характеристики, если нагрузка снизится в 2 раза?</p> <p>15. Начертите принципиальные схемы включения двигателей последовательного и смешанного возбуждения при пуске.</p> <p>16. Как могут рассчитываться кривые скорости, тока и момента для двигателей последовательного возбуждения при пуске и торможении?</p> <p>17. Какими условиями определяется реальная скорость холостого хода двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением?</p> <p>18. Почему в электроприводах с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения не применяются ременные и цепные передачи?</p> <p>19. Какое соотношение <math>\omega_{max}/\omega_n</math> является допустимым для двигателя последовательного возбуждения из соображений механической прочности электрической машины?</p> <p>20. Каким образом может быть построена искусственная реостатная характеристика при</p>
--	--	---

		<p>известной естественной характеристике двигателя?</p> <p>21. Объясните, почему перегрузочная способность электродвигателя последовательного возбуждения по моменту выше, чем у двигателя независимого возбуждения.</p> <p>22. Изобразите примерную зависимость магнитного потока двигателя от скорости для естественной характеристики в схеме с шунтированием якоря.</p> <p>23. Почему при токе якоря, превышающем номинальное значение, механические характеристики двигателя последовательного возбуждения линейны?</p> <p>24. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и перегрузочной способности.</p> <p>25. Каким образом осуществляется торможение противовключением при активном и реактивном статическом моменте?</p> <p>26. В чем заключаются недостатки динамического торможения двигателя последовательного возбуждения с самовозбуждением и почему при динамическом торможении иногда осуществляется независимое питание обмотки возбуждения?</p> <p>27. Почему в реальных условиях механические характеристики двигателя последовательного возбуждения в тормозном режиме с самовозбуждением при различных дополнительных сопротивлениях в якорной цепи исходят не из начала координат?</p> <p>28. При каких условиях должно осуществляться торможение с самовозбуждением, чтобы не допустить размагничивания машины?</p> <p>29.</p> <p>Чем объясняется ограниченность применения динамического торможения двигателя последовательного возбуждения с самовозбуждением?</p> <p>30.</p> <p>Назовите области применения двигателей последовательного и смешанного возбуждения и объясните их.</p> <p>31.</p> <p>Как будут выглядеть механические характеристики двигателей смешанного возбуждения при разных соотношениях между ампер витками (МДС) параллельной и последовательной обмоток?</p>
--	--	--

32. Какие способы электрического торможения используются для двигателей смешанного возбуждения?

33. Как производится реверсирование двигателя смешанного возбуждения?

34. Как графически произвести расчет пускорегулировочного реостата для двигателя смешанного возбуждения?

35.

Почему двигатель смешанного возбуждения работает неустойчиво при встречном включении обмоток возбуждения?

#### Модуль 4

1. В каких режимах может работать асинхронный двигатель?

2. Как зависит максимальный (критический) момент асинхронного двигателя от напряжения сети и сопротивления цепи ротора?

3. Как изменится критическое скольжение при включении симметричных сопротивлений в цепь статора?

4. Как определить активное сопротивление ротора асинхронного двигателя по каталожным данным?

5. Каким образом может быть построена естественная механическая характеристика асинхронного двигателя?

6. Как построить искусственную характеристику асинхронного двигателя при известной естественной характеристике:

- для другого сопротивления ротора;
- для другого напряжения, к которому подключен статор;
- для другой частоты сети?

7: При каких скольжениях возможна устойчивая работа асинхронного двигателя при постоянном статическом моменте  $M_c$  ?

8. Почему максимальный момент асинхронного двигателя в генераторном режиме больше максимального момента в двигательном режиме?

9. Чем объяснить, что ток статора при синхронной скорости не зависит от величины добавочного сопротивления в роторной цепи?

10. Почему при одних и тех же значениях моментов короткого замыкания (начальных моментах), получающихся в одном случае при замыкании ротора накоротко, а в другом – при



		<p>соответствующем дополнительном сопротивлении, различным и оказываются значения токов короткого замыкания?</p> <p>11. Как изменяется ток ротора асинхронного двигателя с изменением скольжения?</p> <p>12. Почему при неподвижном роторе ток двигателя в несколько раз превышает номинальный ток?</p> <p>13. Как проводятся приближенный и точный графические расчеты пусковых сопротивлений в цепи ротора?</p> <p>14. При каком напряжении сети практически может применяться пуск асинхронного двигателя переключением со звезды на треугольник?</p> <p>15. Какие способы электрического торможения применяются для асинхронных двигателей?</p> <p>16. Для каких механизмов можно осуществить торможение асинхронного двигателя с рекуперацией энергии в сеть?</p> <p>17. С какой целью при динамическом торможении асинхронного двигателя в обмотки статора подают постоянный ток?</p> <p>18. Начертите примерный вид механической характеристики динамического торможения асинхронного электродвигателя и укажите, как влияют на вид характеристик величина тока возбуждения и сопротивление роторной цепи.</p> <p>19. В какой области механической характеристики двигателя при динамическом торможении может иметь место неустойчивый режим?</p> <p>20. Можно ли утверждать, что при любой скорости выше синхронной двигатель будет отдавать энергию в сеть?</p> <p>21. Чем объяснить наличие максимума момента при динамическом торможении и почему с уменьшением дополнительного сопротивления в роторной цепи максимум момента смещается в сторону меньших скольжений?</p> <p>22. Изобразите примерную зависимость тока в роторной цепи двигателя при динамическом торможении, а также кривую результирующего рабочего магнитного потока от скорости.</p> <p>23. Приведите примеры приводов, в которых возможен переход асинхронного двигателя в генераторный режим.</p> <p>24. Чем объяснить появление больших токов при переходе в режим противоторможением асинхронного двигателя?</p> <p>25. Асинхронный двигатель механизма подъема крана обеспечивает подъем груза. Что</p>
--	--	--

происходит с его скоростью вращения, если в роторную цепь вводится значительное по величине дополнительное сопротивление?

26. Назовите возможные способы регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.

27. Какие способы регулирования скорости асинхронного двигателя позволяют плавно изменять скорость при наличии жестких механических характеристик? Каковы недостатки этих способов?

28. К какому типу относится регулирование скорости асинхронного двигателя включением дополнительного сопротивления в роторе? Перечислите недостатки этого способа регулирования скорости.

29. Начертите схемы обмоток статора двухскоростного двигателя при регулировании скорости с постоянным моментом и постоянной мощностью.

30. Укажите достоинства и недостатки регулирования скорости с помощью тиристорных регуляторов напряжения в цепи статора.

31. Начертите каскадные схемы регулирования скорости асинхронного двигателя с использованием полупроводниковых выпрямителей в цепи ротора.

32. Каким должно быть соотношение напряжения и частоты при частотном регулировании для сохранения постоянной перегрузочной способности двигателя?

33. Как изменяется критическое скольжение при уменьшении частоты, если управление производится по закону  $U/f = const$  ?

34. Как влияет учет насыщения на величины критического и пускового моментов двигателя при различных частотах и законе  $U/f = const$  ?

35. Оцените преимущества и недостатки частотного управления с неизменным магнитным потоком при различных частотах.

36. Объясните возможность импульсного регулирования скорости асинхронного двигателя и представьте применяемые схемы реализации данного способа регулирования.

37. Сравните регулировочные свойства асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока.

38. Какие из рассмотренных способов регулирования обеспечивают приблизительно постоянную располагаемую мощность, а какие и момент?

## Модуль 5

1. Какие виды переходных режимов имеют место при работе электропривода?
2. Какое практическое значение имеют переходные процессы в электроприводе?
3. Для каких рабочих машин характер переходного процесса не имеет существенного значения?
4. В каких случаях для разомкнутых электроприводов исследуются механические и электромагнитные переходные процессы?
5. Объясните физическую сущность электромеханической  $T_\mu$  и электромагнитной  $T_\gamma$  постоянных времени. Каким образом могут быть определены постоянные времени  $T_\mu$  и  $T_\gamma$ ?
7. Как определяется длительность переходного процесса при известных значениях постоянных времени?
8. Представьте и объясните основные уравнения для скорости и тока двигателя при переходных процессах.
9. Почему при приложении нагрузки к валу двигателя постоянного тока увеличивается ток якоря?
10. Каким образом может быть определено время разгона двигателя при одноступенчатом и многоступенчатом пусках?
11. Представьте и объясните кривые переходных процессов при пуске, торможении противовключением и динамическом торможении.
12. Представьте и объясните кривые переходных процессов для скорости и тока двигателя постоянного тока независимого возбуждения при учете электромагнитной инерции якоря.
13. Как влияет изменение сопротивления при переходных процессах на длительность их протекания?
14. Объясните особенность исследования переходных процессов в разомкнутых электроприводах с асинхронным двигателем.
15. Для какой цели необходимо дефорсирование при пуске двигателя постоянного тока изменением напряжения?
16. Какие способы применяются для ускорения электромагнитных переходных процессов в обмотках возбуждения электрических машин?
17. Перечислите способы форсирования и покажите, как будет изменяться ЭДС генератора

		<p>при разных способах форсирования.</p> <p>18. Как могут рассчитываться кривые скорости, тока и момента для двигателей последовательного возбуждения при пуске и торможении?</p> <p>19. Для какой цели необходимо определять потери энергии при пуске и торможении двигателя?</p> <p>20. Начертите диаграмму мощности и потерь при торможении противовключением двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.</p> <p>21. Запишите и объясните общее выражение для потерь в асинхронном двигателе в установившемся режиме. Определите потери в стали в режиме короткого замыкания.</p> <p>22. Какая составляющая потерь энергии <math>A_n</math>, <math>A_c</math> или <math>A_n</math> обычно является доминирующей, и в каких случаях остальные составляющие могут иметь большее значение?</p> <p>23. Каково соотношение между основными потерями при пуске и торможении для двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением и для асинхронного двигателя?</p> <p>24. Как определить потери энергии при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и углубленным пазом или двойной клеткой?</p> <p>25. Назовите возможные способы уменьшения пусковых потерь двигателей.</p> <p>26. Назовите основной способ снижения потерь и расхода энергии при пуске двигателей постоянного тока.</p> <p>27. Почему при ступенчатом пуске по сравнению с прямым до той же скорости время пуска и, соответственно, потери энергии заметно сокращаются?</p> <p>28. Каким образом могут быть снижены потери в электроприводах с регулируемой скоростью?</p> <p>29. Что представляют собой средние потери за цикл?</p> <p>30. В каком соотношении находятся потери энергии при пуске двигателя в холостую и под нагрузкой?</p> <p>31. Сравните потери энергии, выделяющиеся в двигателях при прямом и реостатном пусках в холостую.</p>
Уметь	- проводить расчеты статических	<p><i>Домашнее задание №1</i></p> <p>Составление расчетных схем механической части силового канала электропривода (по вариантам[3],</p>

	<p>режимов работы электропривода;  - конструировать схемы включения ЭП;  - графически представлять скоростные и механические характеристики;  - обобщать результаты решений задач;  - использовать полученные результаты в практике электропривода</p>	<p>[20]).</p> <p><i>Домашнее задание №2</i>  Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода постоянного тока с двигателями независимого возбуждения (по вариантам, учебное пособие [3]).</p> <p><i>Домашнее задание №3</i>  Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода постоянного тока с двигателями последовательного возбуждения (по вариантам, учебное пособие [3]).</p> <p><i>Домашнее задание №4</i>  Расчет и построение электромеханических и механических характеристик электропривода переменного тока с асинхронными двигателями (по вариантам, учебное пособие [3]).</p> <p><i>Домашнее задание №5</i>  Расчет и построение фазовых, регулировочных и скоростных характеристик системы тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока (система ТП-Д, учебное пособие [18]).</p> <p><i>Домашнее задание №6</i>  Расчет переходных процессов в электроприводах постоянного и переменного тока (учебное пособие [3]).</p> <p><i>Домашнее задание №7</i>  Расчет нагрузочных диаграмм и тахограмм электропривода (по вариантам, учебное пособие [18]).</p>
<p>Владеть</p>	<p>- практическими навыками исследования электроприводов постоянного и переменного тока;  - методами наладки электроприводов со статическими преобразователями;  - навыками и методиками обобщения результатов экспериментальных исследований электроприводов;</p>	<p>АКР №1 – Механика и режимы работы электропривода (учебное пособие [3]).</p> <p>АКР №2 – Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения (учебное пособие [3]).</p> <p>АКР №3 - Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения (учебное пособие [3]).</p> <p>АКР №4 - Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с асинхронным двигателем (учебное пособие [3]).</p> <p><i>Лабораторная работа №1</i>  Исследование механической части силового канала</p>

	<p>- основными методами решения практических задач в области автоматизированного электропривода;</p> <p>- профессиональным языком в области автоматизированного электропривода;</p> <p>- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды</p>	<p>электропривода с учетом упругих связей.</p> <p><i>Лабораторная работа №2</i> Исследование электромеханических свойств электроприводов с двигателями постоянного тока независимого возбуждения.</p> <p><i>Лабораторная работа №3</i> Исследование электромеханических свойств электроприводов с асинхронными двигателями.</p> <p><i>Лабораторная работа №4</i> Исследование электромеханических свойств электроприводов по системе ТП-Д.</p> <p><i>Лабораторная работа №5</i> Исследование электромеханических свойств электроприводов по системе ПЧ-АД.</p> <p><i>Лабораторная работа №6</i> Исследование динамических режимов электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока</p>
--	---	--

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

Общие сведения по организации контроля и самоконтроля, степени усвоения данного курса приводятся в план-графике самостоятельной работы студентов.

*План-график самостоятельной работы студентов в 5 семестре*

Вид контроля		Недели																		К - во б а л л о в	К - в о ч а с о в	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
Текущий контроль	В и д		Л . р . 1		Л . р . 2		Л . р . 3				Л . р . 4		Л . р . 5				З а щ . 4				19	30

ь	Балл																			
		3		3		3				3		3								
Рубежные контрольные	Вид Балл	А.к.1 4				А.к.2 4						А.к.3 4								20
	Вид Балл					РГР1 8						РГР2 8								24
Творческое задание																				25
Лекции																				12
Максимальный балл		7		3	12	3		4	8	3	4	11		4	4					75
Суммарный балл		7	7	10	22	25	25	29	37	40	44	55	55	59	63	63	63	63		100

Количество баллов на заключительный контроль: Рэк=25

Количество баллов на текущий и рубежный контроль: Ртк=75

Полное количество баллов: Рд=100

Минимальное количество баллов для допуска к экзамену: 50

Минимальное количество баллов для оценки, выставляемой автоматически:

- Отлично 94
- Хорошо 80
- *Удовлетворительно* 50

Система организации контроля и усвоения курса «Электрический привод» предусматривает осуществление:

- 1) Самоконтроль изученных модулей студентами по средствам ответов на контрольные вопросы по модулю.
- 2) Проведение аудиторных контрольных работ с целью осуществления текущего контроля степени усвоения изучаемых модулей.
- 3) Выполнение и защита лабораторных работ по изучаемым модулям.
- 4) Выполнение индивидуальных домашних заданий в качестве рубежного контроля изучаемых модулей.
- 5) Выполнение творческих заданий студентами, получившими в семестре отличные результаты и претендующими на получение автоматической отличной оценки без экзамена.
- 6) Итоговый контроль, осуществляемый в виде проведения письменного экзамена.

Оценка всех видов работ осуществляется по бальной системе. Общая оценка курса – 100 баллов, в том числе семестровые – 75 баллов, экзамен (творческое задание) – 25 баллов. Общая оценка по курсу определяется суммой набранных баллов:

- отлично – 85-100 баллов;
- хорошо – 70-85 баллов;
- удовлетворительно – 50-70 баллов;
- неудовлетворительно – менее 50 баллов.

Независимо от набранных баллов, при набранных на экзамене менее 12,5 баллов, общая оценка считается неудовлетворительной. В этом случае необходима пересдача экзамена.

Вопросы для экзамена по дисциплине «Электрический привод»

1. Объяснить для чего и каким образом выполняется операция приведения статических моментов и моментов инерции системы электропривода? Как влияет на расчет приведенного момента сопротивления различное направление потока энергии?
2. Как определяется скорость и оценивается устойчивость установившегося движения электропривода?
3. Каким образом можно определить время пуска и торможения электропривода при постоянном динамическом моменте?
4. Представить и объяснить уравнение движения электропривода для режимов работы: двигательного ускоренного и тормозного замедленного при активном и реактивном статическом моменте.
5. Объяснить, что такое генераторный рекуперативный режим двигателя постоянного тока, режим противовключения и режим динамического торможения? Представить механические характеристики этих режимов для различных сопротивлений якоря.
6. Объясните, каким образом осуществляется режим противовключения двигателя независимого возбуждения при различном характере статического момента (активом и реактивном)?
7. Каким образом рассчитываются дополнительное сопротивление в цепи якоря и какая мощность расходуется в этих сопротивлениях в режимах противовключения и динамического торможения двигателя независимого возбуждения.



8. Какая скорость установится в конце процесса торможения двигателя независимого возбуждения различными способами при активном и реактивном моменте сопротивления?
9. Объясните и сравните между собой способы регулирования скорости: реостатный и шунтированием якоря для двигателя независимого возбуждения с точки зрения показателей регулирования.
10. Начертите принципиальную реверсивную схему системы «генератор-двигатель» и объясните принцип действия схемы при регулировании скорости и при торможении двигателя.
11. Начертите и сравните между собой по показателям регулирования способы регулирования скорости: изменением напряжения на зажимах двигателя и ослаблением поля двигателя независимого возбуждения.
12. Энергетические режимы работы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
13. Расчет пусковых сопротивлений двигателя независимого возбуждения.
14. Как понимать термин «регулирование скорости с постоянным моментом и постоянной мощностью» двигателя?
15. В каких режимах может работать двигатель последовательного возбуждения? Почему для него не возможна работа в генераторном режиме с отдачей энергии в сеть?
16. Как осуществляется расчет и построение искусственных и естественных механических характеристик двигателя последовательного возбуждения?
17. В чем недостатки динамического торможения с самовозбуждением двигателя последовательного возбуждения и почему при динамическом торможении иногда осуществляется независимое питание обмотки возбуждения?
18. Оценить и сравнить способы торможения двигателей последовательного возбуждения.
19. Каким образом осуществляется торможение противовключением двигателя последовательного возбуждения при активном и реактивном статическом моменте?
20. Для каких механизмов можно осуществить торможение асинхронного двигателя с рекуперацией энергии в сеть? Объяснить сущность этого способа торможения.
21. Динамическое торможение асинхронных двигателей. Объясните, как влияет на вид механических характеристик величина тока возбуждения и сопротивление роторной цепи?
22. Какие способы регулирования скорости асинхронного двигателя позволяют плавно изменять скорость при наличии жестких механических характеристик? Каковы недостатки этих способов?
23. Сравните регулировочные свойства асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока.
24. Основные законы регулирования напряжения и частоты асинхронного двигателя.
25. Двухзонное регулирование скорости асинхронного двигателя при изменении частоты питающего напряжения.
26. Сравните между собой способы торможения противовключением асинхронного двигателя при активном и реактивном статическом моменте.

27. Как осуществляется расчет пусковых сопротивлений асинхронного двигателя?
28. Объясните принцип регулирования скорости асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов. Покажите схемы обмотки статора двухскоростного двигателя при регулировании скорости с постоянным моментом и постоянной мощностью.
29. Представить и объяснить кривые переходных процессов для двигателя независимого возбуждения:
- при одноступенчатом и многоступенчатом пуске двигателя;
  - при торможении противовключением;
  - при динамическом торможении;
  - при учете электромагнитной инерции якоря.
30. Объясните особенности исследования переходных процессов в разомкнутых электроприводах с асинхронными двигателями при торможении двигателя.
31. Определение потерь в двигателях независимого возбуждения:
- при пуске двигателя;
  - при торможении двигателя.
32. Определение потерь в асинхронном двигателе при пуске и торможении двигателя.
33. Способы уменьшения потерь в двигателях в переходных режимах.

Задачи для экзамена по дисциплине «Электрический привод»

### Задача 1

Механизм приводится во вращение двигателем постоянного тока независимого возбуждения со следующими техническими данными:

$P_H = 10 \text{ кВт}$  ,  $U_H = 220 \text{ В}$  ,  $I_H = 63 \text{ А}$  ,  $n_H = 1000 \text{ об/мин}$  ,  $R_{\text{я}} = 0.224 \text{ Ом}$  ,  $R_{\text{дп}} = 0.075 \text{ Ом}$  ,  $R_{\text{с}} = 85 \text{ Ом}$  . Определить величину добавочного сопротивления, включенного в цепь якоря, если двигатель работает в режиме противовключения со скоростью  $150 \text{ об/мин}$  при токе якоря  $I = 0.8 \cdot I_H$  . Определить также мощности: потраченную из сети, подводимую с вала и теряемую в сопротивлении в этом режиме.

### Задача 2

Двигатель независимого возбуждения имеет следующие номинальные данные:  $P_H = 13.5 \text{ кВт}$  ,  $U_H = 220 \text{ В}$  ,  $I_H = 73 \text{ А}$  ,  $I_{\text{вн}} = 1.2 \text{ А}$  ,  $n_H = 1060 \text{ об/мин}$  ,  $R_{\text{я}} = 0.126 \text{ Ом}$  . Определить изменение скорости двигателя при  $U = U_H$  и

$U=0.75 \cdot U_n$  , если двигатель работает при нагрузках, меняющихся от  $M_c=0.2 \cdot M_n$  до  $M_c=0.8 \cdot M_n$  . Построить механические характеристики для этих случаев.

### Задача 3

Электродвигатель независимого возбуждения работает в режиме подъема груза с номинальной скоростью. В каком режиме и с какой скоростью будет работать двигатель лебедки, если полярность напряжения на его зажимах изменить на обратную при начальном токе  $I_{нач}=2.5 \cdot I_n$  . Номинальные данные двигателя:  $P_n=8 \text{ кВт}$  ,  $U_n=220 \text{ В}$  ,  $I_n=44 \text{ А}$  ,  $n_n=1550 \text{ об/мин}$  ,  $R_r+R_{дп}=0.322 \text{ Ом}$  ,  $R_g=130 \text{ Ом}$  .

### Задача 4

Электродвигатель постоянного тока независимого возбуждения главного подъема мостового крана имеющий технические данные:  $P_n=9 \text{ кВт}$  ,  $I_n=48 \text{ А}$  ,  $n_n=900 \text{ об/мин}$  ,  $R_r=0.33 \text{ Ом}$  ,  $R_g=132 \text{ Ом}$  . Определить величину сопротивления  $R_d$  , которое нужно включить к якору двигателя для перехода в режим динамического торможения с  $M_{дт}=2 \cdot M_n$  , если в режиме подъема груза с  $M_c=49 \text{ Нм}$  он работает на реостатной характеристике с сопротивлением в цепи якоря  $R_n=0.5 \text{ Ом}$  . Определить также скорость, с которой будет вращаться двигатель после окончания переходного процесса, если КПД подъемного механизма  $\eta_m=0.85$  .

### Задача 5

Для двигателя с техническими данными:  $P_n=10 \text{ кВт}$  ,  $U_n=110 \text{ В}$  ,  $I_n=100 \text{ А}$  ,  $R_{дб}=0.05 \text{ Ом}$  определить добавочное сопротивление, которое следует ввести в цепь якоря двигателя постоянного тока последовательного возбуждения для спуска груза в режиме противовключения, чтобы при номинальном моменте нагрузки скорость была равна  $\omega=-0.6 \cdot \omega_n$  . Универсальная электромеханическая характеристика двигателя может быть представлена в виде следующей таблицы:

$i$	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0
$v$	2.28	1.75	1.41	1.28	1.1	1.0	0.92	0.81	0.72

### Задача 6

Двигатель последовательного возбуждения имеет следующие технические данные:  $P_n=6.8 \text{ кВт}$  ,  $I_n=38.5 \text{ А}$  ,  $n_n=900 \text{ об/мин}$  ,  $U_n=220 \text{ В}$  ,  $R_r=0.322 \text{ Ом}$  ,  $R_{дп}=0.111 \text{ Ом}$  ,  $R_g=109 \text{ Ом}$  . Рассчитать пусковые сопротивления, обеспечивающие пуск двигателя в две ступени. Максимальный ток двигателя при пуске не должен превышать двухкратного номинального значения (

$I_{\max} \leq 2 \cdot I_n$  ). Универсальные характеристики представлены в виде следующей таблицы:

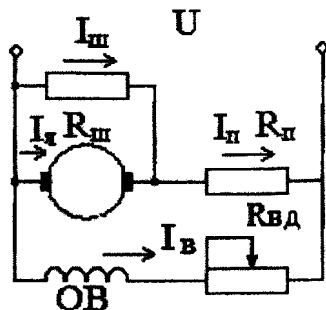
$i$	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
$v$	1.6	1.23	1.09	1.0	0.94	0.89	0.85	0.81	0.78
$\mu$	0.34	0.49	0.78	1.0	1.22	1.58	1.9	2.35	

### Задача 7

Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения имеет следующие технические данные:  $P_n = 100 \text{ кВт}$  ,  $U_n = 220 \text{ В}$  ,  $I_n = 500 \text{ А}$  ,  $n_n = 525 \text{ об/мин}$  ,  $R_a = 0.0039 \text{ Ом}$  ,  $R_{\text{дн}} = 0.0027 \text{ Ом}$  ,  $R_g = 0.0032 \text{ Ом}$  . Скорость двигателя регулируется изменением напряжения на зажимах двигателя. Определить диапазон регулирования напряжения, если при номинальном напряжении при токе  $I = 200 \text{ А}$  скорость двигателя равна  $150 \text{ об/мин}$  . Построить естественную и искусственную характеристики двигателя, если универсальные характеристики двигателя представлены в виде следующей таблицы.

### Задача 8

Двигатель постоянного тока независимого возбуждения с номинальными данными:  $P_n = 21 \text{ кВт}$  ,  $U_n = 220 \text{ В}$  ,  $I_n = 110 \text{ А}$  ,  $R_a = 0.13 \text{ Ом}$  , работает по схеме, представленной на рисунке, на нагрузку с постоянным моментом сопротивления  $M_c = M_n$  . Шунтирующее сопротивление  $R_w = 8 \cdot R_n$  . Определить сопротивление  $R_w$  и  $R_n$  , если скорость при  $I_a = 0$  равна  $n_n = 525 \text{ об/мин}$  и просадка скорости при  $M_n$  равна  $\Delta\omega_w = 2 \cdot \Delta\omega_n$  .



## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1.Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1520-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/36998> (дата обращения: 03.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2.Поляков, А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами : учеб. пособие / А. Е. Поляков, А. В. Чесноков, Е. М. Филимонова. — Москва : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2019. — 224 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - 978-5-00091-707-7. - ISBN 978-5-00091-707-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1026781> (дата обращения: 02.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 03.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Фомин, Н. В. Системы управления электроприводами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Фомин, Н. В. Системы управления электроприводами. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Фомин, Н. В. Системы подчиненного регулирования координат в электро-приводах постоянного тока [Текст] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ, [ каф. АЭиМ ]. - Магнитогорск, 2010. - 199с. : ил., граф., схемы, табл. <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Фомин, Н.В. Параметрирование преобразователей «Simoreg» и «Simovert» [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Н. В. Фомин, Е. Я. Омельченко, В. В. Шохин и др./ Магнитогорск, ФГБОУ ВО "Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова", 2017. № госрегистрации 0321701900 <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие / В.Б. Терехин, Ю.Н. Демен-тьев. — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. — ISBN 978-5-4387-0558-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/82848>. — Режим доступа: для авториз. пользователей

### в) Методические указания:

1. Фомин Н. В., Омельченко Е. Я., Белый А. В., Шохин В. В. Исследование систем управления электроприводов с параллельными обратными связями: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» для студентов специальностей 140604, 140600 и 220401. Магнитогорск: МГТУ, 2013, 36 с.
2. Фомин Н. В., Белый А. В., Омельченко Е. Я. Исследование систем подчиненного регулирования: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Системы управления электроприводов» для студентов специальности 140604. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010.- 25 с.
3. Фомин Н. В. Системы управления электроприводов. Курсовое проектирование: учеб. пособие /Н. В. Фомин.- Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2014. 102 с. (приложение)
4. Омельченко Е. Я. Исследование системы управления асинхронно – вентильным каскадом: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» для студентов специальностей 140604, 140600, 220401. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2013. 15 с

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

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Windows XP Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MS Windows 7(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Office 2007(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	<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>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Аудитория для лекционных занятий	Доска, мультимедийный проектор, экран, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации с выходом в Интернет
Аудитория для лабораторных занятий	Универсальные стенды, инструменты, персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальный зал библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	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	Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации