

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет мехатроники и автоматизации

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФМА

профессор, д.т.н. Щуров
Николай Иванович

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория электропривода

ООП: специальность 140604.65 Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

Шифр по учебному плану: СД.Ф.1

Факультет: мехатроники и автоматизации очная форма обучения

Курс: 4 5, семестр: 8 9

Лекции: 82

Практические работы: 32 Лабораторные работы: 16

Курсовой проект: - Курсовая работа: 8 РГЗ: -

Самостоятельная работа: 93

Экзамен: 8 9 Зачет: -

Всего: 230

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 654500 Электротехника, электромеханика и электротехнологии.(№ 207 тех/дс от 27.03.2000)

СД.Ф.1, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электропривод и автоматизация промышленных установок протокол № 3 от 30.05.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Абакумов Иван Дмитриевич

Заведующий кафедрой

доцент, д.т.н.

Аносов Владимир Николаевич

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, д.т.н.

Аносов Владимир Николаевич

1. Внешние требования

СД.01	Теория электропривода: электропривод как система; структурная схема электропривода; механическая часть силового канала электропривода; обобщенная электрическая машина; электромеханическая связь; координатные и фазные преобразования переменных; математическое описание, статические и динамические характеристики двигателей постоянного и переменного токов как объектов управления; электромеханические переходные процессы; влияние упругих механических связей на динамику электропривода; потери энергии в установившихся и переходных процессах; нагрузочные диаграммы; нагревание и охлаждение двигателей, номинальные режимы работы; методы проверки двигателей по нагреву; регулирование координат электропривода; инженерные методы оценки точности и качества регулирования координат; регулирование момента (тока) электропривода; регулирование скорости; регулирование положения; энергетические показатели электропривода; надежность электропривода.	220
-------	---	-----

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Требования ГОС.
Адресат курса	Студенты специальности 140604.65 - Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов
Основная цель (цели) дисциплины	Изучение общих физических свойств электропривода, как объекта автоматического управления, его энергетических характеристик и основ выбора мощности силовых элементов
Ядро дисциплины	Электромеханическое преобразование энергии в электроприводе,
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Знания по дисциплине ТЭП используются практически во всех специальных дисциплинах, изучаемых по программе специальности 140604.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Студенты должны знать: - основы динамики твердого тела; - основы теории упругих деформаций; - теоретические основы электротехники; - основы теории электрических машин постоянного и переменного тока; - основы силовой и слаботочной полупроводниковой техники;

	- основы теории автоматического управления; - электронные и электрические аппараты; - методы математического моделирования; - методы измерения и электрические датчики электрических и неэлектрических величин; - основы электрического привода.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Учебный процесс предполагает контроль самостоятельной работы студентов в течение семестра в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	о системном подходе к разработке электромеханических систем (автоматизированного электропривода) промышленных объектов
2	о последовательности разработки электромеханической системы
3	о современных тенденциях развития автоматизированного электропривода (АЭП) и систем его автоматизации
4	о физических основах различных технологических процессов
5	о математических моделях типовых технологических процессов
6	о методах оценки и способах повышения надежности технических устройств
знать	
7	методику составления технического задания (структура, объем, содержание) на разработку электропривода промышленной установки
8	методику расчета и выбора мощности силового электрооборудования для электропривода - электрических двигателей и преобразователей мощности
9	методику расчета передаточного числа редуктора механической части силового канала электропривода в том числе оптимального по быстродействию, и выбора типа редуктора
10	методы расчета механических переходных процессов в линеаризованных и нелинейных системах электропривода с учетом и без учета упругих деформаций в кинематических звеньях механической части силового канала
11	методы расчета электромеханических переходных процессов в линеаризованных и нелинейных системах электропривода постоянного и переменного тока при питании его от сети с неизменным напряжением и при питании от отдельного преобразователя мощности
12	математическое описание электромеханических переходных процессов трехфазной асинхронной машины в естественных трехфазных координатных осях его фазные и координатные преобразования к уравнениям обобщенной двухфазной машины переменного тока в ортогональных осях
13	механические характеристики двухдвигательного электропривода постоянного и переменного тока с механическим соединением валов. Способы выравнивания их статических нагрузок

14	системы многодвигательного электропривода с электрическим валом и асинхронными уравнительными (синхронизирующими) машинами
15	статические и угловые характеристики синхронных электродвигателей
16	способы пуска и торможения синхронных электродвигателей; работа их в режиме синхронных компенсаторов реактивной мощности; систему автоматического регулирования возбуждения с использованием тиристорных возбудителей
17	способы математического описания динамических свойств механических конструкций
18	динамические модели электродвигателей постоянного и переменного тока
19	динамические модели полупроводниковых преобразовательных устройств
20	характеристики случайных величин
уметь	
21	обследовать промышленную установку и составлять техническое задание на разработку АЭП этой установки
22	рассчитывать передаточное число редуктора механической части силового канала электропривода по минимуму массо-габаритных показателей системы "электродвигатель-редуктор" или исходя из максимального быстродействия электропривода
23	составлять и рассчитывать параметры структур математических моделей АЭП постоянного и переменного тока для расчета и анализа динамических режимов и динамических характеристик АЭП с использованием современных вычислительных (компьютерных) технических средств
24	составлять расчетные модели кинематических схем объектов автоматизации
25	моделировать случайные величины с заданными числовыми характеристиками
иметь опыт (владеть)	
26	экспериментального исследования и анализа статических и динамических электромеханических характеристик электропривода постоянного и переменного тока на физических моделях
27	расчета и анализа динамических режимов и динамических характеристик электропривода постоянного и переменного тока на математических моделях методами структурного моделирования на современной вычислительной (компьютерной) технике
28	пользования методами цифрового моделирования динамических свойств электромеханических систем с электроприводом

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8		
Модуль: Задачи и структура курса.		
Дидактическая единица: Электропривод, как электромеханическая система. Структурная схема электропривода. Механическая часть силового канала электропривода.		

Введение Задачи, структура, объем учебной дисциплины, связь с другими дисциплинами профессиональной подготовки по направлению 140600. Литература. Электропривод, как электромеханическая система, его структурная схема. Системный подход к разработке электромеханических систем (ЭМС). Совершенствование их по пути конструктивного слияния электродвигательного и передаточного устройств с рабочим органом машины. Роль научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в создании современных и перспективных систем электропривода.	2	1, 3
Модуль: Основные положения по разработке ЭМС		
Дидактическая единица: Этапы разработки электропривода.		
Три этапа разработки: Первый этап: Обследование технического объекта, изучение технологического процесса и его анализ. Формулирование требований к ЭМС. Техно-экономическое обоснование разработки. Составление технического задания на проектирование. Структура, объем, содержание технического задания. Второй этап: Разработка технического проекта ЭМС, его структура, объем и содержание. Третий этап: Разработка рабочего проекта, его структура, объем и содержание.	2	15, 2, 4, 5, 6
Дидактическая единица: Потери энергии в установившихся и переходных процессах; нагрузочные диаграммы; нагревание и охлаждение двигателей, номинальные режимы работы; методы проверки двигателей по нагреву.		
Выбор силового электрооборудования для ЭМС Расчет и выбор мощности электродвигателя для электропривода. Потери энергии в установившихся и переходных процессах электропривода, нагрузочные диаграммы, нагревание и охлаждение двигателей, номинальные режимы. Методы предварительного выбора мощности. Проверка мощности двигателя на перегрузочную способность и по нагреву. Прямой и косвенный способы проверки по нагреву. Особенности расчета и выбора мощности электродвигателя при кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы. Выбор номинальной скорости вращения электродвигателя и передаточного числа редуктора механической части силового канала электропривода по минимуму массо-габаритных и стоимостных показателей механической системы "Электродвигатель-редуктор" и по максимальному быстродействию электропривода. Оптимальное передаточное число редуктора. Выбор управляемых преобразователей мощности для электропривода с учетом перегрузочной способности питаемых от них электродвигателей	6	15, 2, 4, 5, 6
Модуль: Динамика разомкнутых электромеханических систем		
Дидактическая единица: Задачи анализа и синтеза		
Классификация переходных процессов в ЭМС. Задачи анализа и синтеза	2	16, 18, 7, 8, 9
Дидактическая единица: Механические переходные процессы. Влияние упругих механических связей на динамику электропривода.		

Механические переходные процессы Методы расчета механических переходных процессов в линеаризованных и нелинейных ЭМС с учетом и без учета упругих деформаций в кинематических звеньях механической части силового канала. Расчет переходных процессов в нелинейной одномассовой жесткой системе методом линейно-кусочной аппроксимации механических характеристик двигателя и механизма. Расчет переходных процессов в линеаризованной одномассовой жесткой системе при ударном приложении статической нагрузки. Маховиковый электропривод. Выбор мощности электродвигателя с ограниченной перегрузочной способностью. Выбор величины момента инерции маховика.	4	16, 18, 7, 8, 9
Дидактическая единица: Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока. Статические и динамические характеристики двигателей постоянного и переменного токов как объектов управления.		
Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока Математическое описание переходных процессов в электроприводе с двигателем независимого возбуждения (ДПТ НВ). Переходные процессы в линеаризованной системе электропривода при неизменных напряжении питающей сети и магнитного потока электродвигателя в режимах пуска, торможения, наброса и сброса статической нагрузки на валу. Переходные процессы в нелинейной системе электропривода при изменении магнитного потока в электродвигателе. Приближенные методы их расчета. Расчет электромеханических переходных процессов в нелинейной системе электропривода методами структурного моделирования. Структура математической модели ДПТ НВ, позволяющей исследовать переходные процессы в одномассовой жесткой системе электропривода при изменении по заданному закону любых его параметров: величины активного сопротивления и индуктивности якорной цепи, статической и инерционной нагрузки на валу, напряжения, подводимого к якору, магнитного потока.	4	16, 18, 7, 8, 9
Математическое описание переходных процессов в нелинейной системе электропривода с двигателем последовательного возбуждения (ДПТ ПВ). Структура математической модели. Математическое описание переходных процессов в нелинейной системе электропривода с двигателем смешанного возбуждения (ДПТ СВ). Влияние взаимной индукции между обмотками независимого и последовательного возбуждения на характер переходных процессов. Структура математической модели ДПТ СВ. Электромеханические переходные процессы в линеаризованной и нелинейной системе электропривода с ДПТ НВ, питающегося от отдельного генератора постоянного тока (система Г-Д). Математическое описание. Допущения. Электромеханические переходные процессы в электроприводе с ДПТ при питании его от тиристорного преобразователя (система ТП-ДПТ)	4	16, 18, 7, 8, 9
Дидактическая единица: Обобщенная электрическая машина.		

Электромеханическая связь. Координатные и фазные преобразования переменных.		
Электромеханические переходные процессы в электроприводе переменного тока Математическое описание обобщенной двухфазной машины переменного тока в естественных ортогональных координатных осях статора и ротора. Преобразование поворота координатных осей статора и ротора к координатным осям, вращающимся в пространстве со скоростью "ω_k". Математическое описание обобщенной двухфазной машины в координатных осях, вращающихся с различными значениями "ω_k" Математическое описание обобщенной двухфазной машины в векторной форме. Математическое описание трехфазной асинхронной машины в естественных трехфазных координатных осях статора и ротора. Фазные преобразования уравнений трехфазной асинхронной машины к уравнениям эквивалентной обобщенной двухфазной машины. Математическое описание, структура математической модели трехфазной асинхронной машины, приведенной к двухфазной асинхронной машине в синхронно вращающихся координатных осях ($\omega_k = \omega_0$).	4	16, 18, 7, 8, 9
Модуль: Электромеханические свойства и характеристики многодвигательного электропривода		
Дидактическая единица: Инженерные методы оценки точности и качества регулирования координат. Регулирование момента (тока) электропривода. Регулирование скорости. Регулирование положения. Энергетические показатели электропривода.		
Общая характеристика многодвигательного электропривода. Преимущества. Применение.	4	10, 11
Электромеханические свойства и характеристики многодвигательного электропривода с механическим соединением валов. Двухдвигательный электропривод с асинхронными двигателями. Многодвигательный электропривод постоянного тока с параллельным и последовательным соединением якорей. Способы выравнивания статических нагрузок многодвигательного электропривода.	4	10, 11
Системы многодвигательного электропривода с электрическим валом и асинхронными уравнительными (синхронизирующими) машинами. Выбор мощности основных и вспомогательных (синхронизирующих) электрических машин. Анализ уравнительных (синхронизирующих) моментов, действующих в системе электрического вала. Энергетика систем электрического вала.	4	10, 11
Модуль: Электромеханические системы с синхронными электродвигателями		
Дидактическая единица: Описание электромеханических переходных процессов в синхронном электроприводе.		
Электромеханические системы с синхронными электродвигателями Общая характеристика нерегулируемого по скорости синхронного электропривода. Пуск и торможение синхронных электродвигателей (СД) в координатных осях, вращающихся с различными значениями Работа синхронной машины в режиме синхронного компенсатора реактивной мощности. Современные системы синхронного электропривода с тиристорными	6	12, 13, 16, 8, 9

возбудителями и автоматическими регуляторами возбуждения. Ограничение пусковых токов СД с использованием реакторного и автотрансформаторного способов пуска. Влияние одноосного включения обмотки возбуждения на величину пускового момента СД с явно выраженными полюсами на роторе. Электрическая схема управления СД с тиристорным возбудителем. Математическое описание электромеханических переходных процессов в синхронном электроприводе.		
Модуль: Направления дальнейшего развития автоматизированного электропривода.		
Дидактическая единица: Перспективы развития автоматизированного электропривода.		
Заключение Общий обзор учебной дисциплины. Направления дальнейшего развития автоматизированного электропривода.	2	1, 3
Семестр: 9		
Модуль: Электропривод с упругой связью в кинематической цепи		
Дидактическая единица: Влияние упругой связи на динамические нагрузки в электроприводе.		
Расчетная схема двухмассовой механической системы. Влияние упругой связи на динамические нагрузки в электроприводе. Синтез регуляторов двухмассовой электромеханической системы электропривода.	16	17, 18, 2, 22, 24, 28, 4, 5, 9
Модуль: Электропривод центробежных механизмов		
Дидактическая единица: Системы регулирования расхода и давления.		
Расчет Q-H (подача-напор) характеристик и механических характеристик центробежных механизмов. Выбор мощности электродвигателей насосов. Системы регулирования расхода и давления.	10	19, 2, 22, 24, 26, 28, 4, 5, 8
Модуль: Расчет показателей надежности систем электропривода		
Дидактическая единица: Надежность электропривода.		
Расчет показателей надежности элементов и систем электропривода. Методы повышения надежности.	8	1, 20, 21, 22, 25, 28, 6

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Потери энергии в установившихся и переходных процессах; нагрузочные диаграммы; нагревание и охлаждение двигателей, номинальные режимы работы; методы проверки двигателей по нагреву.			
Общая характеристика методики проведения и содержания практических занятий. Расчет тахограмм и нагрузочных диаграмм производственного механизма.	Изучаются и закрепляются знания по учебной дисциплине посредством выполнения практических расчетов различных параметров и	2	

Предварительное определение мощности электродвигателя.	характеристик электропривода по индивидуальным заданиям.		
Выбор номинальной мощности электродвигателя по каталогу. Выбор номинальной скорости вращения двигателя. Расчет передаточного числа редуктора. Выбор редуктора. Проверочный расчет мощности электродвигателя по нагреву и на перегрузочную способность.	Производится расчёт мощности и выбор конкретного электродвигателя.	2	
Расчет потерь энергии за цикл работы электропривода. Проверка мощности электродвигателя методом средних потерь. Определение средневзвешенного КПД электропривода за цикл работы.	Производится проверочный расчёт выбранного электропривода и сравнение его показателей с заданными.	2	
Дидактическая единица: Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока. Статические и динамические характеристики двигателей постоянного и переменного токов как объектов управления.			
Расчет и построение статических характеристик электропривода.	Вырабатываются навыки расчёта и построения механических и скоростных характеристик.	2	
Расчет динамических режимов в электроприводе по системе Г-Д в 1-ой зоне регулирования	Исследуются динамические свойства электропривода	2	
Расчет динамических режимов в электроприводе по системе Г-Д во 2-ой зоне регулирования	Исследуются динамические свойства электропривода	2	
Дидактическая единица: Электропривод, как электромеханическая система. Структурная схема электропривода. Механическая часть силового канала электропривода.			
Расчет параметров, построение структур для математического моделирования динамических режимов электропривода по системе "генератор-двигатель" (Г-Д)	Составляются математические модели электроприводов.	4	
Семестр: 9			
Дидактическая единица: Влияние упругой связи на динамические нагрузки в электроприводе.			
Синтез регуляторов двухмассовой электромеханической системы электропривода.	Расчёт параметров регуляторов для исследуемой системы привода с учётом упругих связей.	4	
Дидактическая единица: Системы			

регулирования расхода и давления.			
Выбор мощности электродвигателей насосов. Системы регулирования расхода и давления.	Для заданной системы производится выбор и поверочный расчёт электропривода.	4	
Дидактическая единица: Надежность электропривода.			
Расчет показателей надежности элементов и систем электропривода.	Знакомство с методиками расчёта показателей надёжности системы электропривода и её отдельных элементов.	8	

Лабораторная работа

Таблица 4.3

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Электромеханические переходные процессы в электроприводе постоянного тока. Статические и динамические характеристики двигателей постоянного и переменного токов как объектов управления.			
Лабораторная работа №8. Исследование переходных процессов в системе генератор-двигатель	Изучаются и закрепляются знания по учебной дисциплине посредством экспериментального исследования статических и динамических характеристик электропривода, а также приобретаются навыки управления и регулирования электроприводом.	8	
Лабораторная работа №9 Исследование электромеханических свойств и характеристик асинхронного электропривода в системе ПЧ-АД с промежуточным звеном постоянного тока	Изучаются и закрепляются знания по учебной дисциплине посредством экспериментального исследования статических и динамических характеристик электропривода с АД.	4	
Дидактическая единица: Обобщенная электрическая машина. Электромеханическая связь. Координатные и фазные преобразования переменных.			
Лабораторная работа №11. Исследование переходных процессов в асинхронном электроприводе	Изучаются и закрепляются знания по учебной дисциплине посредством экспериментального исследования динамических характеристик электропривода, переменного тока.	4	

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 8, Контрольные работы

Контрольные работы (2 часа) проводятся в рамках лекционного курса перед контрольными неделями дважды в семестр по 1 часу. Задания на контрольную работу индивидуально. Задание состоит из двух вопросов.

Пример. Задана кинематическая схема и конструктивные параметры механизма с электроприводом постоянного (переменного тока) и каталожные данные электродвигателя

Определить:

1. Параметры (момент инерции (массу), момент (силу) статического сопротивления) одномассовой расчетной схемы механизма, приведенной к валу двигателя (рабочего органа) и скорость рабочего органа при работе двигателя на естественной характеристике при движении "вперед" и "назад";
2. Рассчитать напряжение на якоре (частоту напряжения на статоре, дополнительное сопротивление якоря, (ротора)), обеспечивающее заданную скорость рабочего органа и построить соответствующую механическую характеристику электродвигателя.

Результаты контрольной недели учитываются при итоговой аттестации (на экзамене).

Семестр- 8, Курсовая работа

Цель курсовой работы

Закрепление знаний учебной дисциплины, приобретение навыков и умений самостоятельного решения комплексной задачи по разработке электропривода.

8.2. Характеристика курсовой работы - 41 час.

В курсовой работе предусматривается разработка электропривода по системе "генератор-двигатель" (Г-Д) одного из общепромышленных механизмов циклического действия: рольганга для перемещения прокатанного металла, механизма перемещения стола продольно-строгального станка, тележки мостового крана, грузоподъемной тележки.

Выбор такой системы электропривода обусловлен в основном учебными целями.

Каждый студент выполняет работу по индивидуальному варианту задания.

Курсовая работа выполняется в виде расчетно-пояснительной записки не более 40 машинописных страниц с прилагаемой к ней графической частью на листах формата А4 и А3. Оформление пояснительной записки и графической части выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД, указанными в рекомендуемой учебно-методической литературе.

В содержание курсовой работы входят следующие разделы:

1. Введение
2. Составление технического задания на разработку электропривода.
3. Предварительный выбор мощности электродвигателя и редуктора.
4. Проверка двигателя по нагреву и на перегрузочную способность.
5. Выбор генератора и гонного асинхронного электродвигателя
6. Расчет статических характеристик электропривода
7. Расчет переходных процессов и динамических характеристик электропривода.
8. Энергетические расчеты: определение энергии, потребляемой из электрической сети, ее потери в электроприводе; средневзвешенный КПД электропривода за 1 цикл работы; проверка мощности электродвигателя по нагреву методом средних потерь.
9. Составление принципиальной электрической схемы управления электроприводом. Краткое описание ее работы. Выбор, краткое описание технических характеристик электрических аппаратов и элементов управления. Составление их перечня.
10. Заключение и выводы по курсовой работе.
11. Литература

На графиках курсовой работы должны быть представлены: технологическая и кинематическая схемы механизма; тахограммы и нагрузочные диаграммы механизма и двигателя; статические и динамические характеристики; структурные схемы математических моделей; программы набора моделей на ЭВМ; графики переходных процессов, принципиальная электрическая схема управления электроприводом.

Семестр- 8, Индив. работа

Индивидуальная работа (6 часов) заключается в оригинальном оформлении курсовой работы и подготовке доклада по защите курсовой работы.

Семестр- 8, Подготовка к занятиям

Перед лекцией по курсу "Теория электропривода" целесообразно повторить материал по предыдущей лекции (24 часа). Это поможет заработать аттестационные баллы во время экспресс- опроса перед началом новой темы .

Подготовка к лабораторным работам осуществляется по контрольным вопросам, представленным в методическом пособии к лабораторным работам (14 часов).

Подготовка к практическим занятиям осуществляется по темам практических занятий, приведенным в пункте 4 (8 часов).

Семестр- 9, Контрольные работы

Контрольная работа проводится в рамках лекционного курса. Задания на контрольную работу индивидуально. Задание состоит из двух вопросов.

Пример. Задана кинематическая схема и конструктивные параметры механизма с упругой связью с электроприводом постоянного (переменного тока) и каталожные данные электродвигателя

Определить:

1. Параметры двухмассовой расчетной схемы механизма.
2. Составить структурную схему разомкнутой системы ЭП с упругой связью и рассчитать ее параметры.

Результаты контрольной недели учитываются при итоговой аттестации (на экзамене).

Семестр- 9, Индив. работа

Индивидуальная работа заключается в подготовке к практическим занятиям.

Семестр- 9, Подготовка к занятиям

Перед лекцией по курсу "Теория электропривода" целесообразно повторить материал по предыдущей лекции. Это поможет заработать аттестационные баллы во время экспресс-опроса перед началом новой темы.

Подготовка к практическим занятиям осуществляется по темам практических занятий, приведенным в пункте 4. На подготовку отводится 4 часа.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Аттестация студентов осуществляется по балльно-рейтинговой системе, согласно которой элементами аттестации по данной дисциплине являются составляющие самостоятельной работы студентов и экзамен. При этом, успешное (на отлично) и своевременное выполнение элементов аттестации оценивается следующим образом.

1. Контрольная работа - 10 баллов;
2. Подготовка к лабораторным работам и защита отчета - 5 баллов за одну работу (20 баллов за цикл);
3. Выполнение курсовой работы в установленные сроки:
Вопросы № 1-4 - 7-я неделя - 5 баллов;
Вопросы № 5-6 - 9-я неделя - 5 баллов;
Вопросы №7-10 - 13-я неделя -10 баллов
Успешная защита - 10 баллов.
Итого за КР - 30 баллов.
4. Экзамен - правильный с необходимыми объяснениями ответ:- 40 баллов.

К экзамену не допускается:

- студент, не выполнявший хотя бы одну лабораторную работу ;
- студент, не защитивший КР.

Студент, пропустивший более 50% лекций, допускается к экзамену после собеседования по темам пропущенных занятий.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления подготовки 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г. Г. Соколовский. - М., 2006. - 264, [1] с. : ил. - Рекомендовано УМО.
2. Терехов В. М. Системы управления электроприводов : учебник для вузов по специальности "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления подготовки дипломированных специалистов 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. М. Терехов, О. И. Осипов ; под ред. В. М. Терехова. - М., 2006. - 299, [1] с. : ил., схемы - Рекомендовано УМО.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Ковчин С. А. Теория электропривода : учебник для вузов по напр. "Автоматизация и управление" и спец. "Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов" / С. А. Ковчин, Ю. А. Сабинин. - СПб., 2000. - 496 с. : ил. - Рекомендовано МО.
2. Чиликин М. Г. Теория автоматизированного электропривода : учебное пособие для вузов по спец. "Электропривод и автоматизация пром. установок" / М. Г. Чиликин, В. И. Ключев, А. С. Сандлер. - М., 1979. - 615 с. : ил. - Рекомендовано МО.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Теория электропривода : методические указания к лабораторным работам / Новосиб. гос. аграр. ун-т, Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. Д. Абакумов и др.]. - Новосибирск, 2008. - 46, [1] с. : ил., схемы
2. Электропривод : учебно-методическое пособие / [Н. Н. Путинцев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 73, [1] с. : ил., схемы

В электронном виде

1. Электропривод : учебно-методическое пособие / [Н. Н. Путинцев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 73, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/putincev.pdf>

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Экзаменационные вопросы.

Электропривод, как электромеханическая система

1. Сформулируйте понятие "Электропривод" согласно ГОСТ
2. Перечислите преобразовательные устройства, применяемые в современном электроприводе. Поясните принцип их построения.
3. Назовите передаточные устройства, применяемые в электроприводе. Какие из них преобразуют вращательное движение в поступательное?
4. Какие тенденции развития электропривода по пути совершенствования передаточных устройств Вы знаете? Назовите примеры.
5. Какие обратные связи используются в электроприводе? Какие электрические датчики применяют для этой цели? Поясните принцип их действия.

Основные положения по разработке ЭМС.

6. Назовите этапы разработки ЭМС. Дайте краткое описание каждого этапа.
7. Для чего нужно обследовать технический объект (установку), для которого предполагается разработка или совершенствование ЭМС?
8. Поясните, что такое техническое задание на разработку ЭМС. Из каких разделов оно состоит и что отражается в каждом из них?
9. Сформулируйте перечень требований, предъявляемых к электроприводу промышленной установки.
10. Какие тенденции развития электропривода Вы можете назвать? Чем они определяются?
11. Поясните методику и последовательность расчетов по выбору мощности электродвигателя для электропривода.
12. Как осуществляется проверка мощности электродвигателя по нагреву?
13. Что такое постоянная времени нагрева электрической машины? От чего зависит ее величина.
14. Как осуществляется проверка мощности электродвигателя на перегрузочную способность. Какую перегрузочную способность имеют электрические машины новых серий 2П, 4П, 4МТ, 4МТК и др.?
15. Что такое кратковременный режим работы электродвигателя и в чем состоит особенность проверки таких двигателей по нагреву?
16. Что такое повторно-кратковременный режим (ПКР) работы электродвигателя и в чем состоит особенность проверки таких двигателей по нагреву?
17. Может ли двигатель на ПВ=40% работать в режиме ПВ=60%. Если да, то с какой мощностью?
18. Поясните, в чем суть прямого и косвенного способов проверки мощности двигателя по нагреву.
19. Как осуществляется расчет и выбор величины передаточного числа редуктора по минимуму массогабаритных показателей системы "двигатель-редуктор"?
20. Как определяется оптимальное передаточное число редуктора по максимальному быстродействию электропривода?
21. Как осуществляется выбор управляемых преобразователей мощности для электропривода?

Динамика разомкнутых электромеханических систем.

22. Изложите классификацию переходных процессов в ЭМС.
23. Как осуществляется линеаризация механических характеристик двигателя и механизма при расчете механических переходных процессов в электроприводе?
24. Напишите и поясните уравнения зависимостей $M(t)$, $\omega(t)$ механических переходных процессов в линеаризованной одномассовой жесткой системе электропривода.
25. Как определить время разгона электропривода с ДПТНВ на каждой ступени реостатного пуска при $M_c = \text{const}$?

26. Как определить время динамического торможения электропривода до полной его остановки при неизменном реактивном статическом моменте и $\omega = \text{const}$?
27. Как можно определить экспериментально величину электромагнитной постоянной времени обмотки возбуждения генератора постоянного тока?
28. Как можно определить экспериментально величину электромагнитной постоянной времени обмотки возбуждения ДПТНВ?
29. Поясните методику экспериментального определения момента инерции электропривода.
30. Как определить время торможения асинхронного электропривода до полной остановки в режиме противовключения на реостатной характеристике?
31. Как линеаризуют механические характеристики АД с фазным ротором и рассчитывают аналитически механические переходные процессы при набросе и сбросе статической нагрузки на его валу?
32. Что такое маховиковый электропривод? В каких случаях его применяют?
33. Как определяется величина момента инерции маховика электропривода при использовании двигателя с ограниченной перегрузочной способностью по моменту?
34. Какой характер электромеханического переходного процесса может быть в электроприводе с ДПТНВ при набросе и сбросе нагрузки на его валу. От чего он зависит? Нарисуйте зависимости $i(t)$, $M(t)$, $\omega(t)$ при $\Phi_{\text{дв}} = \Phi_{\text{н}} = \text{const}$
35. Нарисуйте зависимости $i(t)$, $M(t)$, $I_{\text{я}}(t)$ и $\Phi(t)$ при ослаблении магнитного потока двигателя с линеаризованной характеристикой намагничивания $M_{\text{с}} = \text{const}$, $\omega = \text{const}$.
36. Нарисуйте структуру математической модели генератора постоянного тока с независимым возбуждением, обеспечивающей моделирование магнитного потока, тока возбуждения и ЭДС генератора при неизменной скорости его вращения.
37. Нарисуйте и поясните структуру математической модели, обеспечивающей форсировку тока возбуждения генератора и снятие ее в функции заданного значения ЭДС генератора.
38. Нарисуйте и поясните структуру математической модели, формирующей форсировку усиления магнитного потока ДПТНВ в функции заданного тока возбуждения двигателя.
39. Нарисуйте и поясните структуру математической модели, позволяющей моделировать наброс и сброс реактивной статической нагрузки на валу ДПТНВ.
40. Напишите и поясните систему уравнений для моделирования электромеханических переходных процессов в электроприводе постоянного тока с ДПТ ПВ.
41. Напишите и поясните систему уравнений для моделирования электромеханических переходных процессов в электроприводе постоянного тока с ДПТ СВ.
42. Нарисуйте и поясните упрощенную структуру математической модели, позволяющей учитывать изменение скорости вращения гонного асинхронного двигателя генератора в системе Г-Д.
43. Поясните, что такое идеализированная обобщенная 2хфазная электрическая машина.
44. Поясните, как осуществляется преобразование поворота координатных осей обобщенной 2хфазной машины. Для чего такое преобразование выполняется?
45. Поясните, как осуществляются фазные преобразования координатных осей 3хфазной асинхронной машины к ортогональным осям эквивалентной 2хфазной асинхронной машины.
46. Поясните, что такое коэффициент связи, используемый при фазных преобразованиях 3хфазной асинхронной машины.
47. Как выражаются вращающиеся векторы потокосцеплений, токов, напряжений через мгновенные фазные значения этих величин?
48. Что такое прямое преобразование поворота координатных осей обобщенной 2хфазной электрической машины?
49. Что такое обратное преобразование поворота координатных осей обобщенной 2хфазной электрической машины?
50. Перечислите все параметры 3хфазной асинхронной машины, которые требуются для численного математического моделирования электромеханических переходных процессов асинхронного электропривода.

51. Какие переменные обобщенной 2хфазной электрической машины при $k=0$ будут соответствовать реальным?
52. Какие переменные обобщенной 2хфазной электрической машины при $k=$ будут соответствовать реальным?
53. С какой частотой будет изменяться фазный ток статора обобщенной 2хфазной машины при $k=0$?
54. С какой частотой будет изменяться фазный ток ротора обобщенной 2хфазной машины при $k=$?
55. С какой частотой будет изменяться фазный ток статора обобщенной 2хфазной машины при $k= 0$?
56. С какой частотой будет изменяться фазный ток ротора обобщенной 2хфазной машины при $k= 0$?
- Многодвигательный электропривод.
57. Назовите преимущества многодвигательного электропривода. Приведите примеры применения.
58. Как можно повысить жесткость результирующей механической характеристики 2хдвигательного асинхронного привода механизма подъема при малых скоростях подъема?
59. Как можно повысить жесткость результирующей механической характеристики 2хдвигательного асинхронного привода механизма подъема при малых скоростях спуска?
60. Как осуществляется выравнивание статических нагрузок 2хдвигательного асинхронного электропривода?
61. Можно ли применить для многодвигательного электропривода с механическим соединением валов двигателя различной номинальной мощности? Если да, то как осуществить распределение их статических нагрузок пропорционально номинальной мощности?
62. Как выравниваются статические нагрузки 2хдвигательного электропривода постоянного тока при параллельном соединении якорей?
63. Как выравниваются статические нагрузки 2хдвигательного электропривода постоянного тока при последовательном соединении якорей?
64. Нарисуйте статические механические характеристики 2хдвигательного электропривода постоянного тока при последовательном соединении якорей.
65. Нарисуйте статические механические характеристики 2хдвигательного асинхронного электропривода.
66. Нарисуйте принципиальную электрическую схему электрического вала с асинхронными синхронизирующими машинами. Поясните принцип работы такого электрического вала.
67. Как можно повысить величину уравнивающих моментов в системе электрического вала с асинхронными синхронизирующими машинами при малых значениях угла ?
- Электромеханические системы с синхронными электродвигателями.
68. Назовите, какие преимущества имеет нерегулируемый по скорости синхронный электропривод по сравнению с асинхронным.
69. Как осуществляется пуск синхронных электродвигателей?
70. Какие способы ограничения пусковых токов синхронных электродвигателей вы знаете?
- 71 .Как включается обмотка возбуждения ротора на время пуска синхронного двигателя?
72. Нарисуйте механическую и угловую характеристики синхронного электродвигателя.
73. Поясните работу синхронной машины в режиме синхронного компенсатора.
74. Нарисуйте и поясните зависимости изменения тока статора в функции постоянного тока возбуждения обмотки ротора при различных значениях статической нагрузки на валу.
- 75 . В каком режиме будет работать синхронная машина, если постоянный ток в обмотке возбуждения ротора будет равен нулю?
76. Может ли синхронная машина одновременно работать в режиме двигателя и в режиме синхронного компенсатора. Если да, то при каких условиях.

77. Почему выгоднее осуществлять компенсацию реактивной энергии посредством синхронного компенсатора по сравнению со статическими конденсаторами?
78. Для чего применяется автоматическое регулирование тока возбуждения синхронного двигателя (АВР) и его форсировка?
79. Какие электрические аппараты применяются для измерения токов и напряжения высоковольтных обмоток статора 6-10кВ?
80. Какие способы электрического торможения синхронных электродвигателей Вы знаете? Как они осуществляются?
81. Можно ли осуществить динамическое торможение синхронного электродвигателя. Если да, то как?
82. Можно ли осуществить генераторное торможение синхронного электродвигателя. Если да, то каким образом?
83. Можно ли затормозить синхронный электродвигатель в режиме противовключения? Если да, то при каких условиях?