

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)

ОПД.Ф.7, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электромеханика протокол № 5 от 31.08.2011

Программу разработал

профессор, д.т.н.

Шевченко Александр Федорович

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Шевченко Александр Федорович

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Шевченко Александр Федорович

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ОПД.Ф.07	Электрические машины Общие вопросы электромеханического преобразования энергии; физические законы, лежащие в основе их работы; трансформаторы; асинхронные и синхронные машины; машины постоянного тока; специальные электрические машины; конструктивные исполнения, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электрических двигателей, генераторов и преобразователей: эксплуатационные требования к ним, тенденции их развития.	170

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	Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 140600 (654500) "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", специальность 140601 Электромеханика: квалификация "инженер". Регистр. № 207 тех/дс утвержден 27.03.2000 г.
Адресат курса	Для подготовки инженеров по специальности 140601 направления - 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", курс 3.
Основная цель (цели) дисциплины	Познакомиться с устройством, принципом действия и рабочими и эксплуатационными характеристиками электрических машин и трансформаторов. Получить базовые знания, необходимые для изучения последующих дисциплин (Электрический привод, Моделирование технических систем и т.д.), а также для практической деятельности, связанной с проектированием, производством и эксплуатацией электрических машин
Ядро дисциплины	Основные темы изучения дисциплины: Трансформаторы; Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры Асинхронные машины; Синхронные машины Электрические машины постоянного тока.
Связи с другими учебными дисциплинами основной	Дисциплина связана с другими дисциплинами подготовки специалиста, используя следующие знания и умения:

образовательной программы	"Основы преобразование энергии в электротехнических системах" - основные законы электромеханического преобразования энергии, расчёт электромеханических сил и моментов, общие сведения об электромеханических преобразователях энергии. "Теоретические основы электротехники" - принципы расчета электромагнитных полей в электрических машинах при изменении геометрических размеров во время ремонта, расчет электрических схем замещения электромагнитных устройств и преобразователей ; "Материаловедение" - представление о современных изоляционных и электротехнических материалах, классах изоляции, способах пропитки и сушки обмоток при производстве и ремонте электрических машин, особенностям нагрева и охлаждения охлаждающих жидкостей и газов. ; "Прикладная механика" - знание основных технических устройств и стандартных изделий, входящих в состав электрических машин, методов расчета элементов электрических машин.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Предшествующий уровень образования - успешная аттестация за предыдущие 5 семестров обучения.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Изучение дисциплины строится на основе сочетания разнообразных форм учебного процесса: лекций, практических (семинарских) занятий, лабораторных работ, самостоятельной работы студентов с использованием различных видов контроля знаний (выполнение курсового проекта и контрольных работ). Разработана тематика практических (семинарских) занятий, на которых студенты в соответствии с темой занятия выполняют работу, осваивая методы анализа параметров электрических машин и трансформаторов, особенностям их эксплуатации в различных режимах работы (холостой ход, короткое замыкания, различные виды нагрузки). Оценка знаний и умений студентов проводится с помощью проведения защит лабораторных работ, проведения контрольных работ, вопросов, составленных на экзамен

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	о конструктивных особенностях современных электрических машин и трансформаторов;
2	о законах и правилах, на которых основывается описание принципа действия электрических машин и трансформаторов;
3	о тепловых процессах, протекающих в электрических машинах и трансформаторах;

4	об конструкционных и электротехнических материалах, применяемых при создании электрических машин и трансформаторов;
5	о электромагнитных полях в активных частях электрических машин и трансформаторов в различных режимах работы. .
знать	
6	принцип действия трансформаторов и электрических машин ;
7	классификацию современных изоляционных материалов по классам нагревостойкости;
8	классификацию современных ферромагнитных материалов, применяемых при создании трансформаторов и электрических машин;
9	основные эксплуатационные показатели различных типов трансформаторов и электрических машин;
уметь	
10	проводить исследование электромагнитных и тепловых процессов в электрических машинах и трансформаторах при различных режимах эксплуатации;
11	оценивать уровень параметров и характеристик различных типов электрических машин и трансформаторов;
12	проводить расчет и проектирование трансформаторов и электрических машин с учетом особенностей их эксплуатации;
13	оценивать степень влияния геометрии активных частей электрических машин и трансформаторов на уровень параметров и характеристик
иметь опыт (владеть)	
14	основными принципами, законами и правилами электромеханики, основными законами теории теплопередачи и охлаждения, твердыми знаниями в области конструкционных и электротехнических материалов,
15	практическими навыками работы с электрическими машинами и трансформаторами

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6		
Модуль: Трансформаторы		
Дидактическая единица: Однофазные трансформаторы		
Общие сведения об электрических машинах и трансформаторах. Основные законы электромеханики, на которых базируется теория электрических машин.	2	1, 2, 4, 9
Конструкция и принцип действия. Холостой ход трансформаторов. Работа при нагрузке. Уравнения напряжений, векторная диаграмма, схема замещения. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Потери энергии, энергетическая диаграмма и К.П.Д. трансформаторов.	3	13, 6, 9
Дидактическая единица: Трёхфазные трансформаторы		
Трансформирование трёхфазного тока. Схемы и группы соединений. Параллельная работа трансформаторов.	2	10, 13, 6
Трансформаторы специального назначения. Автотрансформаторы.	1	2, 9

Дидактическая единица: Переходные процессы и несимметричные режимы		
Переходные процессы в трансформаторах с учетом и без учета насыщения магнитопровода. Несимметричная нагрузка трёхфазных трансформаторов	2	10, 11
Модуль: Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры		
Дидактическая единица: Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры		
Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры	2	1, 10, 11, 12, 13, 2, 4, 5, 6, 8, 9
Модуль: Асинхронные машины		
Дидактическая единица: Основные уравнения напряжений и токов		
Конструкция и принцип действия. Обмотки статора и ротора. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведение рабочего процесса вращающейся асинхронной машины к неподвижной.	1	1, 2, 4
Основные уравнения напряжений и токов. Схема замещения и векторная диаграмма асинхронной машины. Энергетическая диаграмма. Потери и КПД.	2	10, 5, 6, 9
Электромагнитный момент асинхронной машины. Механические характеристики асинхронных машин переменного тока.	2	10, 6, 9
Дидактическая единица: Режимы работы асинхронной машины		
Работа асинхронной машины в режиме генератора, противовключения. Преобразователь частоты, фазорегулятор, индукционный регулятор, машина двойного питания.	1	10, 11, 3, 6, 9
Дидактическая единица: Пуск в ход и регулирование частоты вращения АД		
Пуск в ход асинхронного двигателя. Проблемы и способы пуска двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.	1	11, 15, 9
Дидактическая единица: Специальные асинхронные машины		
Однофазные асинхронные двигатели. Конденсаторные двигатели. Двигатели с полым и массивным роторами, другие особые исполнения асинхронных машин.	1	10, 12, 15
Модуль: Синхронные машины		
Дидактическая единица: Магнитные поля и параметры синхронных машин		
Принцип действия и особенности конструкции синхронных машин. Турбогенераторы и гидрогенераторы	1	1, 2, 3, 4, 5
Магнитное поле и ЭДС синхронной машины при холостом ходе. Особенности расчёта магнитной цепи. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке, Продольная и поперечная реакция якоря. Параметры обмотки якоря.	1	2, 5, 6, 9
Дидактическая единица: Уравнения электрического равновесия синхронных машин		
Уравнения электрического равновесия синхронных машин. Векторные диаграммы синхронных генераторов с учётом и без учёта насыщения..	1	2, 5, 6
Характеристики синхронного генератора.	1	10, 7, 9

Дидактическая единица: Параллельная работа синхронных машин		
Параллельная работа синхронных машин с сетью бесконечно большой мощности. Угловые характеристики. Синхронизирующая мощность и момент. U-образные характеристики синхронных генераторов.	1	11, 12, 15
Дидактическая единица: Синхронные двигатели		
Синхронные двигатели. Способы пуска. Регулирование скорости вращения. Синхронный компенсатор	1	10, 12, 9
Дидактическая единица: Переходные процессы в СМ		
Переходные процессы в синхронной машине. Внезапное короткое замыкание.	1	11, 2
Модуль: Машины постоянного тока		
Дидактическая единица: Устройство и основные уравнения МПТ		
Назначение, области применения, конструкция и принцип действия. Обмотки машин постоянного тока. ЭДС обмотки якоря. Электромагнитный момент.	1	1, 2, 3, 4
Дидактическая единица: Магнитные поля и коммутация в МПТ		
Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе и при нагрузке. Реакция якоря. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы улучшения коммутации.	1	2, 5, 8
Дидактическая единица: Генераторы постоянного тока		
Основные уравнения генераторов постоянного тока. Характеристики генераторов при различных способах возбуждения	1	10, 11, 9
Дидактическая единица: Двигатели постоянного тока		
Основные уравнения двигателей. Характеристики двигателей. Способы пуска и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока. Коллекторные двигатели переменного тока. Бесконтактные машины постоянного тока.	2	11, 12, 9

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6			
Модуль: Трансформаторы			
Дидактическая единица: Однофазные трансформаторы			
Векторная диаграмма трансформатора. Схема замещения трансформатора. Анализ параметров трансформатора.	Исследование характеристик трансформатора с помощью векторных диаграмм и схем замещения	2	10, 11, 2, 6
Дидактическая единица: Трёхфазные трансформаторы			
Группы соединения обмоток трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах.	Изучение способов определения групп соединений трансформаторов	2	10, 11, 2, 6
Модуль: Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры			

Дидактическая единица: Устройство вращающихся электрических машин. Магнитные поля и индуктивные параметры			
Построение трёхфазной обмотки. Расчёт обмоточных коэффициентов, собственных и взаимных индуктивностей	Изучение схем трёхфазных обмоток	2	12, 7, 9
Модуль: Асинхронные машины			
Дидактическая единица: Основные уравнения напряжений и токов			
Схема замещения АД. Параметры АД. Векторная диаграмма.	Построение рабочих характеристик АМ с помощью схем замещения	2	10, 2, 6
Дидактическая единица: Пуск в ход и регулирование частоты вращения АД			
Способы регулирования частоты вращения. Способы пуска. Однофазные асинхронные двигатели.	Изучение регулировочных и пусковых свойств АМ	2	11, 12, 9
Модуль: Синхронные машины			
Дидактическая единица: Уравнения электрического равновесия синхронных машин			
Векторные диаграммы синхронных машин. Параметры синхронных машин	Построение векторных диаграмм СМ	2	10, 11, 2, 6
Дидактическая единица: Параллельная работа синхронных машин			
Способы регулирования активной и реактивной мощности. Параметры синхронных машин. Параллельная работа с сетью	Построение угловых и U-образных характеристик СМ	1	13, 14, 9
Модуль: Машины постоянного тока			
Дидактическая единица: Генераторы постоянного тока			
Характеристики генераторов постоянного тока	Изучение внешних и регулировочных характеристик ГПТ с различными системами возбуждения	1	11, 3, 6
Дидактическая единица: Двигатели постоянного тока			
Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Механические характеристики машин постоянного тока.	Изучение влияния способа возбуждения на характеристики МПТ	2	11, 12, 14

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6			
Модуль: Трансформаторы			
Дидактическая единица: Трёхфазные трансформаторы			
Исследование трёхфазного трансформатора	Экспериментальное определение характеристик трансформатора	4	10, 11, 14, 15, 9
Параллельная работа трансформаторов	Экспериментальное исследование условий включения трансформаторов на параллельную работу	4	10, 11, 14, 15, 9
Модуль: Асинхронные машины			
Дидактическая единица: Режимы работы асинхронной машины			
Исследование асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором	Экспериментальное определение характеристик XXX и КЗ трёхфазных АД	4	10, 11, 14, 15, 9
Дидактическая единица: Пуск в ход и регулирование частоты вращения АД			
Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором	Экспериментальное и расчётное определение рабочих характеристик АД	4	10, 11, 14, 15, 9
Модуль: Синхронные машины			
Дидактическая единица: Уравнения электрического равновесия синхронных машин			
Исследование синхронного генератора	Экспериментальное определение характеристик СГ	4	10, 11, 14, 15, 9
Дидактическая единица: Синхронные двигатели			
Исследование синхронного двигателя	Снятие рабочих характеристик СД	4	10, 11, 14, 15, 9
Модуль: Машины постоянного тока			
Дидактическая единица: Генераторы постоянного тока			
Исследование генератора постоянного тока	Снятие внешних и регулировочных характеристик ГПТ	4	10, 11, 14, 15, 9
Дидактическая единица: Двигатели постоянного тока			
Исследование двигателя постоянного тока	Снятие механических и регулировочных характеристик ДПТ	4	10, 11, 14, 15, 9

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 6, Контрольные работы

Дополнительно сверх предусмотренных основной программой заданий предусмотрено выполнение двух контрольных работ.

Контрольная работа №1 (Асинхронные машины) - время на подготовку 5 часов

Контрольная работа № 2 (Синхронные машины) - время на подготовку 5 часов

Итого - 10 час.

Семестр- 6, Курсовой проект

В ходе изучения дисциплины студенты выполняют курсовой проект. Задание на КП охватывает материал лекционных и лабораторно-практических занятий.

Целью курсового проекта является выработка у студентов навыков расчёта и проектирования трёхфазного асинхронного двигателя, графического отображение полученных результатов с учётом требований ГОСТ и ЕСКД.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и сборочного чертежа. В пояснительной записке должны быть отражены следующие разделы:

выбор главных размеров;

расчёт обмоток и геометрии зубцовой зоны

расчёт магнитной цепи;

параметры двигателя;

расчёт потерь и к.п.д.;

рабочие характеристики;

пусковые характеристики;

тепловой расчёт

Пояснительная записка оформляется на листах формата А4. Общий объем 30-40 страниц. При выполнении работы могут быть использованы прикладные пакеты MATCAD, EXCEL, AUTOCAD, КОМПАС и др. Защита работы предусматривает собеседование с преподавателем и обоснование указанных в работе положений и принятых решений. В работе необходимо дать общий обзор рассматриваемой темы и привести все необходимые расчеты.

Время на выполнение курсового проекта - 20 часов.

Семестр- 6, Индив. работа

Количество часов - 8.

Семестр- 6, Подготовка к занятиям

Самостоятельная работа при подготовке к занятиям

подготовка к лекциям -14 часов.

подготовка к практическим занятиям - 8 часов.

подготовка к лабораторным работам - 8 часов.

Всего - 30 часов.

Время на подготовку к экзамену - 22 часа.

Всего 52 часа.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Для оценки достижений студентов в ходе изучения дисциплины «Электрические машины» применяется балльно-рейтинговая система. Курс «Электрические машины» изучается в одном семестре.

Максимальное количество баллов за виды учебной деятельности, предусмотренные основной программой освоения дисциплины, в течение семестра составляет 60 баллов. Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, равно 40. Таким образом, максимальный балл, который может набрать студент, равен 100.

6.1 Оценка видов деятельности студентов в течение семестра

Вид деятельности студента	Порядок оценки деятельности студента в баллах	Максимальный балл
Посещение лекций (16 лекций)	Посещение каждой лекции оценивается в 1 балл.	16
Лабораторные работы (8 л.р.)	Каждая лабораторная работа оценивается в диапазоне 9÷18 баллов (9 баллов за выполнение л.р.+ 9 баллов за защиту л.р.; защита оценивается по 3-х уровневой шкале: «удовлетворительно» - 3 балла, «хорошо» - 6 баллов, «отлично» – 9 баллов). Итоговая оценка по лабораторным работам выводится как среднее арифметическое баллов, набранных за все проделанные работы, предусмотренные основной программой освоения дисциплины.	16
КП	Выполнение курсового проекта оценивается в диапазоне 12÷20 баллов (4 балла за выполнение КР в срок + 12 баллов за защиту; защита оценивается по 3-х уровневой шкале: «удовлетворительно» -8 балла, «хорошо» - 12 баллов, «отлично» – 16 баллов)	20
Практические занятия (8 занятий)	Практические занятия проводятся по лекционному материалу. Работа на каждом практическом занятии оценивается в 1 балл.	8
Итого:		60

Дополнительно сверх предусмотренных основной программой заданий предусмотрено выполнение четырёх контрольных работ.

Вид деятельности студента	Порядок оценки деятельности студента в баллах	Максимальный балл
Контр. работа №1 (Трансформаторы)	Контрольное задание содержит 6 вопросов. Ответ на каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале. Итоговая оценка по контрольной работе выводится как среднее арифметическое баллов, набранных за все ответы на вопросы	10
Контр. работа №2 (Асинхронные машины)	Контрольное задание содержит 6 вопросов. Ответ на каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале. Итоговая оценка по	10

	контрольной работе выводится как среднее арифметическое баллов, набранных за все ответы на вопросы	
Контр. работа № 3 (Синхронные машины)	Контрольное задание содержит 6 вопросов. Ответ на каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале. Итоговая оценка по контрольной работе выводится как среднее арифметическое баллов, набранных за все ответы на вопросы	10
Контр. работа №4 (Машины постоянного тока)	Контрольное задание содержит 4 вопроса. Ответ на каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале. Итоговая оценка по контрольной работе выводится как среднее арифметическое баллов, набранных за все ответы на вопросы	10
Итого:		40

Если с учётом контрольных работ студент набрал свыше 90 баллов, итоговая оценка по дисциплине выставляется без проведения итоговой аттестации.

6.2 Итоговая аттестация - экзамен

К экзамену допускаются только студенты, которые выполнили все лабораторные работы и КР, предусмотренные основной программой освоения дисциплины «Электрические машины».

Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационный билет состоит из 8 – и вопросов. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале. Пример задания приведен в п/п 8.2. Максимальное количество баллов итогового экзамена равно 40.

6.3 Рейтинг студента

Рейтинг студента определяется как сумма баллов за работу в семестре и баллов, полученных в результате сдачи экзамена. По рейтингу студента ему выставляется оценка по дисциплине «Электрические машины» в «буквенной» форме в соответствии с 15-уровневой шкалой оценок ECTS, а также в традиционной 4-х уровневой шкале. Итоговая оценка в двух формах проставляется в ведомость и зачетную книжку студента.

Если рейтинг студента составит 25 ÷ 49 баллов, то он получает оценку FX по ECTS и «неудовлетворительно» по традиционной форме (с возможностью пересдачи), в результате такой пересдачи студент имеет право получить оценку не выше E («удовлетворительно»). Если рейтинг студента составит 0 ÷ 24 балла, то он получает оценку F по ECTS и «неудовлетворительно» по традиционной шкале (без права пересдачи), в этом случае студенту предлагается изучить дисциплину повторно на платной основе.

ПРИЛОЖЕНИЕ к пункту 6

Таблица соответствия баллов и оценок

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-х уровневая) шкала оценки
90 ÷ 100	A+	отлично
	A	
	A-	
	B+	

80 ÷ 89	B	хорошо
	B-	
70 ÷ 79	C+	
	C	удовлетворительно
	C-	
60 ÷ 69	D+	
	D	
	D-	
50 ÷ 59	E	неудовлетворительно
25 ÷ 49	FX	
0 ÷ 24	F	

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Беспалов В. Я. Электрические машины : учебное пособие для вузов по направлению 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - М., 2006. - 312, [1] с. : ил. - Рекомендовано УМО.
2. Копылов И. П. Электрические машины : учебник для электромех. и электроэнерг. специальностей вузов / И. П. Копылов. - М., 2004. - 607 с. : ил.
3. Вольдек А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Энергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. [и др.], 2007. - 319 с. : ил.. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы. - Рекомендовано МО.
4. Вольдек А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб., 2007. - 349 с. : ил.. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы. - Рекомендовано МО.
5. Копылов И. П. Проектирование электрических машин. Кн. 1 : В 2 кн.: Учебник для вузов по спец. "Электромеханика" / И. П. Копылов, Б. К. Клоков, В. П. Морозкин, Б. Ф. Токарев ; Под ред. И. П. Копылова. - М., 1993. - 463 с. : ил.
6. Вольдек А. И. Электрические машины : Учебник для вузов / А. И. Вольдек. - м., 1974. - 840 с. - Рекомендовано МО.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Китаев В. Е. Электрические машины. Ч. 2. Машины переменного тока : учебное пособие для электромеханических специальностей техникумов / В. Е. Китаев, Ю. М. Корхов, В. К. Свиринов ; под ред. В. Е. Китаева. - М., 1978. - 182, [2] с. : ил - Рекомендовано МО.
2. Костенко М. П. Электрические машины. Ч. 1. Машины постоянного тока: Трансформаторы : Учебник для высш. техн. учеб. заведений / М. П. Костенко. - Л., 1973. - 544 с.
3. Костенко М. П. Электрические машины. Ч. 2 : учебник для электроэнергетических и электротехнических специальностей втузов / М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский. - Л., 1973. - 647 с.

4. Кулик Ю. А. Электрические машины : учебное пособие / Ю. А. Кулик. - М., 1971. - 454 с.
5. Кацман М. М. Электрические машины и трансформаторы : учебник для энергетических и электротехнических специальностей техникумов / М. М. Кацман. - М., 1971. - 413 [1] с. : схемы, табл. - Рекомендовано МО.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Исследование машин постоянного тока : сборник лабораторных работ по курсу "Электрические машины" для 3-4 курсов ЭМФ, ФЭН, РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. Н. Савилов и др.]. - Новосибирск, 2006. - 46, [2] с. : ил.
2. Исследование асинхронных машин : сборник лабораторных работ по курсу "Электрические машины" для 3-4 курсов ЭМФ, ФЭН, РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. Н. Савилов, Э. Е. Савилова, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2007. - 46, [1] с. : ил.
3. Исследование трансформаторов : сборник лабораторных работ по курсу "Электрические машины" для 3-4 курсов ЭМФ, ФЭН, РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. Н. Савилов, Э. Е. Савилова, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2007. - 50, [2] с. : ил.
4. Исследование синхронных машин : сборник лабораторных работ по курсу "Электрические машины" для 3-4 курсов ЭМФ, ЭЭФ, ФЭТ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. В. Жуловян, А. Ф. Шевченко, О. И. Новокрещенов]. - Новосибирск, 2007. - 54, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Исследование машин постоянного тока : сборник лабораторных работ по курсу "Электрические машины" для 3-4 курсов ЭМФ, ФЭН, РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. Н. Савилов и др.]. - Новосибирск, 2006. - 46, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3349.rar>
2. Исследование асинхронных машин : сборник лабораторных работ по курсу "Электрические машины" для 3-4 курсов ЭМФ, ФЭН, РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. Н. Савилов, Э. Е. Савилова, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2007. - 46, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/savilov.rar>
3. Исследование трансформаторов : сборник лабораторных работ по курсу "Электрические машины" для 3-4 курсов ЭМФ, ФЭН, РЭФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. Н. Савилов, Э. Е. Савилова, А. Ф. Шевченко]. - Новосибирск, 2007. - 50, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/07_Savilov.rar
4. Исследование синхронных машин : сборник лабораторных работ по курсу "Электрические машины" для 3-4 курсов ЭМФ, ЭЭФ, ФЭТ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. В. Жуловян, А. Ф. Шевченко, О. И. Новокрещенов]. - Новосибирск, 2007. - 54, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/07_Zhulovjan.rar

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Контрольные вопросы по курсу Электрические машины

Блок 1. Трансформаторы

1. Докажите, что при увеличении тока во вторичной обмотке трансформатора должен увеличиваться ток в первичной?
2. С какой целью используются трансформаторы в системах передачи и распределения электрической энергии? Ответ обоснуйте.
3. Как определить опытным путем потери в стали магнитопровода и потери в обмотке трансформатора? Приведите необходимые пояснения.
4. Принцип действия трансформатора.
5. Какие рабочие свойства трансформатора можно оценить по величине напряжения короткого замыкания U_k ? Приведите необходимые пояснения.
6. Как повлияет на работу трансформатора введение воздушного зазора в магнитопровод? (В режиме холостого хода)
7. Какие процессы будут иметь место в трансформаторе, если первичную обмотку трансформатора подключить к источнику постоянного тока такого же напряжения?
8. Что такое напряжение короткого замыкания, чем оно определяется? На какие характеристики трансформатора оказывает влияние его значение.
9. Объясните, почему потери в стали магнитопровода практически не зависят от нагрузки?
10. С какой целью магнитопровод трансформатора выполняется из стали. Можно ли выполнить трансформатор на частоту 50 Гц без стального сердечника?
11. Объясните построение векторной диаграммы трансформатора. Как влияет характер нагрузки на величину выходного напряжения?
12. Как и почему изменятся потери в стали трансформатора при переключении обмотки с треугольника на звезду?
13. Объясните, почему величина U_k много меньше номинального напряжения.
14. Какие процессы будут иметь место в трансформаторе предназначенном для работы в сети с частотой 400 Гц, если его включить в сеть с таким же напряжением, но с частотой 50 Гц?
15. Как влияет величина индукции в магнитопроводе и наличие воздушных зазоров в магнитопроводе на величину намагничивающего тока?
16. Почему в 3-х стержневом трансформаторе с плоской магнитной системой токи в фазах при холостом ходе несимметричны? Приведите необходимые пояснения.
17. Что такое внешние характеристики трансформатора? Как они снимаются. От чего зависит наклон внешних характеристик?
18. Что такое “ток холостого хода” трансформатора, где он протекает в трансформаторе? От каких факторов зависит величина тока холостого хода.
19. Объясните энергетическую диаграмму трансформатора.
20. Что такое “намагничивающий ток”, в чём его отличие от тока холостого хода.
21. Какие процессы будут иметь место в понижающем трансформаторе, если его вторичную обмотку включить на напряжение первичной обмотки?
22. Какие процессы будут иметь место в повышающем трансформаторе, если его вторичную обмотку включить на напряжение первичной обмотки?
23. Как распределится нагрузка между двумя параллельно работающими трансформаторами если их U_k не равны? Приведите доказательство.
24. В чем сущность “эквивалентной” замены вторичной обмотки трансформатора? Зачем и как реальная обмотка заменяется иной, с другими параметрами и другим значением тока и напряжения?

25. В каком случае и почему с ростом нагрузки увеличивается напряжение во вторичной обмотке трансформатора?
26. Что такое “номинальное” изменение напряжения? От каких факторов зависит его величина.
27. Какие требования предъявляются к трансформатору при параллельной работе с другими трансформаторами? К каким последствиям приводит нарушение этих требований.
28. Почему при холостом ходе трансформатора с увеличением приложенного напряжения изменяется $\cos \varphi$? Приведите доказательство вашего ответа.
29. Почему, как правило, трансформатор имеет максимальное значение к.п.д. при нагрузке меньше номинальной? Как это достигается?
30. Какими магнитными полями “обусловлены” реактивности X_1, X_2', X_m ? Покажите, где они замыкаются. Какая связь существует между этими полями и соответствующими реактивностями?
31. Что такое группа соединения обмотки трансформатора? Изобразите схему обмотки с _____ группой соединения.
32. Изменится ли ток холостого хода I_0 и амплитуда магнитной индукции B_m в сердечнике трансформатора, если уменьшить сечение магнитопровода? Приведите доказательство вашего ответа.
33. Покажите, при каких условиях при синусоидальном напряжении ток холостого хода может быть несинусоидальным?
34. Изменится ли ток холостого хода I_0 и амплитуда магнитной индукции B_m в магнитопроводе трансформатора, если уменьшить число витков первичной обмотки при неизменном первичном напряжении? Приведите обоснование.
35. В каких случаях и почему в фазных напряжениях трехфазных трансформаторов возникает третья гармоника э.д.с.?
36. Как и почему распределяется нагрузка между параллельно работающими трансформаторами с разными коэффициентами трансформации?
37. Как Вы считаете, зависит ли индуктивное сопротивление взаимоиндукции X_m от величины первичного напряжения? Ответ обоснуйте.
38. Какие потери имеют место в режиме к.з.? Объясните зависимость $P_K = f(U_1)$.
39. Как определить опытным путем потери в стали магнитопровода и потери в обмотке трансформатора?
40. В каких случаях применение автотрансформатора более выгодно по сравнению с обычным трансформатором? Почему?
41. Объясните влияние характера нагрузки на выходное напряжение U_2 ?
42. Каковы достоинства и недостатки автотрансформатора по сравнению с трансформатором?
43. От каких факторов зависит вид внешних характеристик трансформатора? Почему?
44. Поясните работу автотрансформатора. Как происходит передача энергии из первичной сети во вторичную?
45. Почему $\cos \varphi_0$ в режиме х.х. значительно меньше чем в номинальном режиме? Объясните зависимость $\cos \varphi_0 = f(U_1)$.
46. Как и по какой причине при увеличении тока во вторичной обмотке изменится поток взаимоиндукции, поток рассеяния, индуцированные э.д.с.?
47. Что такое группа соединения трансформатора? Как ее можно определить по векторной диаграмме? Какие схемы и группы соединений трансформаторов являются стандартными?

48. Изобразите схему замещения трансформатора при нагрузке, поясните параметры и объясните количественные соотношения параметров.

Блок 2. Асинхронные машины

1. Работа асинхронной машины в генераторном режиме (механическая характеристика, энергетическая диаграмма).
2. Как можно изменить направление вращения асинхронного двигателя (приведите обоснование)?
3. Объясните зависимость к.п.д. от нагрузки. При каких условиях к.п.д. достигает максимального значения?
4. Какие виды асинхронных машин вы знаете? Опишите их конструкцию.
5. Поясните определение параметров схемы замещения асинхронных машин по опытным данным.
6. Изменяется ли угол сдвига фазы между током и э.д.с. в обмотке ротора при изменении скольжения от 1 до 0? Поясните почему.
7. Как изменится магнитный поток асинхронного двигателя при увеличении частоты питающей сети при постоянном напряжении? Приведите обоснование.
8. В каких случаях возможно применение способа пуска асинхронного двигателя при переключении схемы обмотки со звезды на треугольник?
9. Почему вращающий момент асинхронного двигателя растет относительно быстрее, чем возрастает мощность на валу?
10. Почему при введении активного сопротивления в цепь обмотки ротора пусковой ток уменьшается, а пусковой момент увеличивается?
11. Что такое намагничивающий ток асинхронной машины? Где он протекает на схеме замещения и в реальной машине?
12. Напряжение на зажимах асинхронного двигателя уменьшили в два раза. Как изменится его максимальный момент?
13. Изобразите векторную диаграмму асинхронной машины в двигательном режиме. Объясните порядок построения.
14. Где больше магнитные потери - в неподвижном статоре или во вращающемся роторе, почему?
15. Назовите и объясните конструктивные меры улучшения формы кривой э.д.с. трехфазной обмотки.
16. Изобразите механическую характеристику асинхронной машины. Укажите скорости и скольжения в различных режимах работы.
17. В чем различия с энергетической точки зрения между генераторным и двигательным режимом работы асинхронной машины? Сравните энергетические диаграммы.
18. В каких случаях коэффициент распределения и укорочения обмотки переменного тока равен единице?
19. Объясните конструкцию и работу асинхронного двигателя с глубокопазым ротором.
20. Дайте пояснение физического смысла параметров схемы замещения асинхронной машины.
21. От чего зависит величина, форма кривой и частота э.д.с. обмотки машин переменного тока.
22. Опишите принцип действия асинхронной машины.
23. Как изменится пусковой момент при переключении обмотки статора со “звезды” на “треугольник”, почему?
24. Почему для двигателей с фазным ротором не применяется способ регулирования частоты вращения изменением числа полюсов?
25. Как перевести асинхронную машину в генераторный режим? Почему асинхронный генератор не получил широкого распространения?

26. Как зависит электромагнитный момент АМ от напряжения, частоты питающей сети, реактивностей статора и ротора?
27. Почему потери в стали ротора АМ практически можно считать равными нулю?
28. Почему АД не приходит во вращение, если в сеть включена только одна фаза двигателя?
29. Нарисуйте механическую характеристику асинхронной машины. Покажите на ней номинальный и пусковой момент.
30. Поясните работу индукционного регулятора.
31. С какой целью проводится опыт ХХ асинхронного двигателя? Приведите и поясните характеристики холостого хода.
32. Укажите факторы, ограничивающие применение прямого пуска асинхронных двигателей.
33. Как повлияет на механическую характеристику включение АМ, рассчитанной на 50 Гц, в сеть с частотой 60 Гц.
34. Как по номинальным данным АМ построить механическую характеристику (используя формулу Клосса)?
35. Если изготовить обмотку ротора из сверхпроводящего материала, то с какой скоростью он будет вращаться? Дайте пояснение.
36. Работа асинхронной машины с фазным ротором в режиме фазовращателя.
37. С какой целью и как проводится опыт КЗ асинхронного двигателя? Приведите и поясните характеристики короткого замыкания.
38. В каких участках стали возникают потери в АД при неподвижном роторе, при синхронном вращении, при номинальной нагрузке?
39. Объясните, почему максимальный момент однофазного асинхронного двигателя зависит от активного сопротивления ротора?
40. Краткая характеристика способов регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с к.з. ротором.
41. Почему ротор асинхронного двигателя не может вращаться со скоростью поля статора?
42. Как скажется на рабочих характеристиках асинхронного двигателя снижение напряжения питающей сети на 15%.
43. Приведите энергетическую диаграмму АМ в двигательном режиме. В каких частях машины имеют место выделяемые потери?
44. Дайте анализ зависимости максимального момента асинхронной машины от ее параметров.
45. Как можно включить трехфазный асинхронный двигатель в однофазную цепь?
46. Сформулируйте условия образования кругового вращающегося магнитного поля в трехфазной ЭМ. Приведите пример.
47. Какое влияние оказывает сопротивление обмотки ротора на кривую асинхронного момента? (Приведите несколько механических характеристик)
48. Как перевести АМ в режим противовключения? Поясните энергетическую диаграмму в этом режиме.
49. Изобразите Т-образную схему замещения АМ. Поясните физический смысл ее параметров.
50. Для чего в цепь фазного ротора на период пуска вводят активное сопротивление? (Дайте пояснение происходящим при этом явлениям)
51. Как следует изменять напряжение при регулировании скорости АД изменением частоты при постоянстве момента?
52. Краткая характеристика способов пуска асинхронных двигателей с к.з. ротором.
53. Каким образом в схеме замещения асинхронной машины учитывается механическая нагрузка на валу машины?

54. Почему относительное значение тока холостого хода асинхронного двигателя больше, чем в трансформаторе?
55. Опишите процесс регулирования скорости вращения двигателей с фазным ротором.
56. В чем сходство и различие между схемами замещения асинхронной машины и трансформатора?
57. Как изменится магнитный поток асинхронного двигателя в случае увеличения частоты питающей сети ($U=\text{const}$)? Как это скажется на величине максимального момента?
58. Какие Вам известны разновидности асинхронных двигателей, способных работать от однофазной сети?
59. Почему скорость вращения Н.С. ротора относительно статора не зависит от скольжения?
60. Изобразите пути прохождения магнитных потоков, обуславливающих каждый вид индуктивности схемы замещения асинхронной машины.

Блок 3. Синхронные машины

1. Объясните ход характеристики холостого хода синхронного генератора.
2. Как по векторной диаграмме Blondеля определить изменение напряжения?
3. Как изменить активную (или реактивную) мощность, отдаваемую СГ в сеть большой мощности.
4. В каком режиме работы на автономную нагрузку возникают поперечная, продольно-размагничивающая, продольно-намагничивающая реакция якоря?
5. Где и почему применяются синхронные машины?
6. Как по известным $U, I, \cos \varphi$ построить векторную диаграмму Blondеля?
7. Изобразите и дайте пояснение регулировочным характеристикам СГ.
8. Правильно ли утверждение, что конструкция СД сложнее конструкции АД? Дайте пояснения.
9. Как определить по опытным данным насыщенное и ненасыщенное значение индуктивного сопротивления по продольной оси X_d ?
10. Каким образом при построении векторной диаграммы можно учесть непостоянство воздушного зазора в СГ с явновыраженными полюсами?
11. Изобразите и поясните нагрузочные характеристики синхронного генератора.
12. Поставьте знак неравенства между параметрами X_d, X_d', X_d'' и дайте пояснения.
13. Изобразите характеристику КЗ синхронного генератора. Почему магнитная система в опыте КЗ не насыщена?
14. Почему с уменьшением тока возбуждения снижается статическая устойчивость СД?
15. Что такое ударный ток короткого замыкания? Как он рассчитывается?
16. Какие характеристики СМ получили наименование “угловых”? Изобразите их и запишите уравнения.
17. Изменяется ли частота вращения СД с изменением нагрузки на валу? Что изменяется в режиме работы СД с изменением нагрузки?
18. Изобразите разрез магнитопровода 4-х полюсной синхронной машины и покажите, как замыкается основной магнитный поток?
19. Что такое “угол θ ”? Можете ли Вы показать его значение на векторной диаграмме Blondеля?
20. Чем объяснить, что при внезапном к.з. первоначальный ток в якоре СМ значительно больше установившегося тока к.з.?
21. Почему с уменьшением тока возбуждения снижается статическая устойчивость синхронного двигателя? Покажите линию статической устойчивости на U-образных кривых.
22. Какие Вам известны способы приближения формы Э.Д.С. к синусоидальной?

23. Как с помощью X_{σ} и F_a ?
24. Можно ли изменить величину результирующего потока взаимоиндукции синхронной машины путем изменения тока возбуждения при работе:
- а) на автономную нагрузку;
 - б) параллельно с сетью большой мощности.
25. Как перевести синхронный генератор в двигательный режим . По показаниям каких приборов это может быть установлено?
26. Может ли явнополусный синхронный двигатель работать без возбуждения ?
27. Какая связь существует между О.К.З. и величиной воздушного зазора?
28. Нарисуйте энергетическую диаграмму синхронного генератора и объясните ее?
29. Почему в гидрогенераторах предусматривается большое число полюсов?
30. Что такое предел статической устойчивости синхронной машины? Каким образом можно повысить предел статической устойчивости?
31. Изменится ли характер реакции якоря синхронного генератора работающего в автономном режиме,(параллельно с сетью большой мощности), если изменить величину тока возбуждения?
32. Что такое О.К.З. ? Как его величина связана с X_d и конструкцией синхронной машины?
33. Какое значение тока возбуждения синхронного генератора называется номинальным?
34. Что такое демпферная (успокоительная) обмотка? Где она располагается? Какой цели служит?
35. Приведите основные уравнения электрического равновесия цепи якоря синхронного генератора? Дайте объяснения входящих в них Э.Д.С.
36. Изобразите внешние характеристики синхронного генератора при различных характерах нагрузки и объясните их ход.
37. Какие характеристики СМ получили наименование U-образных? Изобразите и поясните их.
38. В отличие от АД с К.З. ротором в СД не применяется ступенчатое регулирование скорости вращения изменением числа пар полюсов. Почему?
39. Как можно предотвратить повреждение обмотки возбуждения СД при асинхронном пуске?
40. Что такое номинальное изменение напряжения синхронного генератора?
41. По каким характеристикам и как можно экспериментально определить сопротивление X_d ?
42. Объясните, что означает : “обмотка с укороченным шагом”, “распределенная” и “сосредоточенная” обмотка, число пазов на полюс и фазу.
43. Какое влияние оказывает величина воздушного зазора на ход характеристики холостого хода?
44. Условия подключения СГ методом точной синхронизации к сети большой мощности.
45. Назначение и принцип действия синхронного компенсатора.
46. Приведите сравнительную характеристику асинхронного и синхронного двигателей в отношении рабочих и пусковых характеристик.
47. Что такое “режим перевозбуждения” и “ режим недовозбуждения” СГ?
48. Конструкция явнополусной и неявнополусной СМ.
49. Какие Вам известны способы пуска в ход СД, дайте пояснения.
50. Может ли какая - либо машина в двигательном режиме отдавать реактивную мощность в сеть? Поясните свой ответ.
51. Как влияет на вид угловой характеристики явнополусность магнитной системы индуктора?

52. Почему индуктивное сопротивление X_d отличается от X_q ?
53. Что такое статическая устойчивость СМ? Как связана статическая устойчивость с перегрузочной способностью и с углом Θ ?
54. Изобразите регулировочные характеристики СГ при различных характерах нагрузки, дайте им объяснение.
55. Изобразите и дайте объяснение внешним характеристикам СГ.
56. Почему турбогенераторы имеют небольшое число пар полюсов? ($p=1,2$)
57. Объясните схему замещения СГ по продольной оси при установившемся и переходном режимах, а также физический смысл их параметров.
58. Перечислите элементы конструкции СМ и объясните их назначение. Сравните конструкцию СМ с конструкцией АМ.
59. Что изменится в режиме работы СГ при работе на автономную нагрузку и при работе на сеть, если увеличить вращающий момент приложенный к валу СГ?
60. Почему магнитная система в опыте К.З. не насыщена?

Блок 4. Машины постоянного тока

1. Напишите уравнение электромагнитного момента МПТ. Как он зависит от тока якоря двигателей с последовательным возбуждением?
2. Изобразите и объясните ход механической характеристики двигателя с последовательным возбуждением.
3. Дайте краткую характеристику известных Вам способов регулирования частоты вращения ДПТ.
4. Почему электромагнитный момент коллекторного двигателя переменного тока имеет переменную составляющую?
5. Изобразите и объясните ход скоростных характеристик ДПТ с различными системами возбуждения.
6. В чем заключается “размагничивающее” действие поперечной реакции якоря?
7. Приведите известные Вам уравнения, описывающие режимы работы двигателей параллельного возбуждения.
8. От чего зависит величина Э.Д.С. якоря? Как можно регулировать Э.Д.С.?
9. Почему стабилизирующая и компенсационная обмотки МПТ включаются последовательно с обмоткой якоря?
10. Перечислите условия самовозбуждения (и объясните процесс) генератора постоянного тока с параллельным возбуждением. Почему генератор не возбуждается при нарушении этих условий?
11. В чем Вы усматриваете роль компенсационной обмотки как средства улучшения коммутации?
12. Что понимают под номинальными данными двигателя? Как определить номинальный ток возбуждения?
13. Перечислите обмотки, которые может иметь МПТ. Их назначение, изображение на схеме.
14. Изобразите и объясните регулировочные характеристики ГПТ при различных способах возбуждения.
15. Почему нельзя работающий двигатель последовательного возбуждения оставлять без нагрузки?
16. Как влияет изменение величины воздушного зазора на вид характеристики холостого хода?
17. Объясните принцип действия генератор постоянного тока.
18. Изобразите и объясните внешние характеристики генераторов постоянного тока при различных способах возбуждения.

19. Сопоставьте внешние характеристики генераторов постоянного тока с независимым, параллельным и смешанным возбуждением.
20. Что такое компенсационная обмотка? Где она располагается? Как включается? Для чего служит?
21. Почему обмотка дополнительных полюсов включается последовательно с обмоткой якоря?
22. Укажите причины изменения напряжения на якоре генератора постоянного тока с ростом тока нагрузки при различных способах возбуждения.
23. Изобразите и поясните ход скоростных характеристик двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением при различных токах возбуждения.
24. Что такое номинальная мощность генератора, двигателя?
25. Перечислите и поясните известные Вам способы улучшения коммутации.
26. Как изменится ток, скорость, полезная мощность двигателя при увеличении тормозного момента, приложенного к валу двигателя? Почему?
27. В каких случаях в машинах постоянного тока имеет место “замедленная” и “ускоренная” коммутация? Почему?
28. Как и по каким причинам изменится вращающий момент ДПТ при сдвиге щеток с линии геометрической нейтрали?
29. Устройство и назначение коллектора машины постоянного тока.
30. Изобразите и объясните вид нагрузочных характеристик ГПТ при различных способах возбуждения.
31. Зачем предусматривают стабилизирующую обмотку в двигателях параллельного возбуждения? Ответ обоснуйте.
32. С какой целью щетки МПТ устанавливают на линии геометрической нейтрали?
33. Изобразите и объясните энергетическую диаграмму ГПТ.
34. Почему с увеличением мощности, отдаваемой генератором постоянного тока, возрастает мощность приводного двигателя?
35. В чем состоит проблема пуска ДПТ? Как она решается?
36. От чего зависит величина магнитного потока в воздушном зазоре двигателя? Каково влияние этого потока на вид скоростной характеристики?
37. Как можно изменить направление вращения ДПТ? Ответ обоснуйте.
38. Чем определяется величина сопротивления якорной цепи ДПТ. Объясните влияние сопротивления якорной цепи на вид механической характеристики.
39. Устройство машин постоянного тока (основные элементы конструкции, их назначение).
40. Что такое нагрузочная характеристика и характеристика холостого хода ГПТ? Изобразите и объясните их вид.