Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Электрические машины»

Направления подготовки

« 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника »

Основная профессиональная образовательная программа

«Электроснабжение»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Балаково

Цель освоения дисциплины:

теоретическая подготовка по направлению «Электроэнергетика и электротехника» в области электрических машин, направленная на усвоение знаний и приобретение практических навыков по выбору электрических машин и трансформаторов для их работы в электроэнергетических установках, а также умение выполнять необходимые электромагнитные и электромеханические расчеты электромеханических устройств, приобретение студентами компетенций для облегчения самообразования в прикладной области.

Цели освоения дисциплины соответствуют требованиям профессиональных стандартов :

- 24.089 «Специалист в области электротехнического обеспечения атомной станции»;
- 24.033 «Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции»;
- 20.041 «Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях».

Задачи изучения дисциплины: является рассмотрение следующих вопросов:

- трансформаторы, их назначение, конструкция, принцип действия, основные режимы и параметры, применение в электроэнергетических системах;
- асинхронные машины, их назначение, конструкция, принцип действия, основные режимы и параметры, применение в электроэнергетических системах;
- машины постоянного тока, их назначение, конструкция, принцип действия, основные режимы и параметры, применение в электроэнергетических системах;
- синхронные машины, их назначение, конструкция, принцип действия, основные режимы и параметры, применение в электроэнергетических системах;

В процессе изучения дисциплины «Электрические машины» у студентов должны быть сформированы знания:

- электрических законов, методов анализа электрических и магнитных цепей;
- принципов действия, конструкций, свойств, областей применения электрических машин и трансформаторов;
- экспериментальных способов определения параметров и характеристик различных машин и трансформаторов;
- методов измерения основных электрических и неэлектрических величин, связанных с вращением валов;
- схем включения электрических машин и трансформаторов в режимах эффективной и безотказной работы с контролем параметров, характеризующих режимы работы.

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение дисциплины подготовлено изучением предшествующих курсов.

Изучение дисциплины «Электрические машины» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

1. Физика;
2. Теоретические основы электротехники ;
3. Математика;
4. Информатика ;
5. Химия ;
6. Электротехническое и конструкционное материаловедение ;
7. Инженерная графика .

По результатам изучения курса физики студенты должны знать взаимные превращения энергии из одного вида в другой, КПД превращения как показатель эффективности преобразования в электрических устройствах, потери энергии и мощности, виды потерь. Закон электромагнитной индукции Фарадея и электромагнитная сила Ампера являются фундаменталь-

ными для дисциплины. Курс можно рассматривать как конструктивную (инженерную) реализацию названных законов.

По результатам изучения курса ТОЭ студенты должны владеть методами расчета электрических цепей, составления уравнений баланса мощностей в цепях, понятиями активной и реактивной мощности, активного и реактивного сопротивлений, навыками составления схем замещения электрических устройств.

Студенты должны быть знакомы с основными проводящими и изолирующими материалами, знать их характеристики, устойчивость к внешним воздействующим факторам по результатам изучения курсов химии и электротехнического и конструкционного материаловедения.

По результатам изучения информатики и инженерной графики студенты должны владеть методами изображения электрических схем, чертежей, правилами их оформления в ручном и электронном вариантах, а также элементарными приемами имитационного моделирования.

Освоение ООП позволяет продемонстрировать следующие трудовые функции в соответствии с ПС :

- A/02.6. Контроль оперативного обслуживания и режимов ЭТО и устройств в соответствии с требованиями ЛНА и НТД АС ;
- C/04.6. Организация оперативного обслуживания ЭТО и устройств с производством сложных переключений АС ;
- B/01.6. Обеспечение эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС ;
- E/01.6. Организация и контроль выполнения функций по оперативно-технологическому управлению .

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	З-ОПК-4 - Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока У-ОПК-4 - Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик В-ОПК-4 - Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Контроль соблюдения заданных параметров режимов оборудования	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения	ПК-4 Способен соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов оборудования с обеспечением	З-ПК-4 Знать: главные схемы и схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов У-ПК-4 Уметь: выполнять требова-

	промышленных предприятий и их объекты	своевременного и безопасного включения его в работу	ния нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов В-ПК-4 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа
Организация, обеспечение заданных диспетчерских графиков и соблюдение надежности и экономичности режимов работы	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объекты	ПК-6 Способен осуществлять изменение схем соединений сети и управлять режимами работ электрооборудования в нормальных и аварийных режимах	З-ПК-6 Знать: порядок производства оперативных переключений и ведения оперативных переговоров; ликвидации технологических нарушений в электрической части; характерные неисправности и повреждения ЭТО, способы их предупреждения, определения и устранения У-ПК-6 Уметь: осуществлять оперативные переговоры и оформлять оперативную документацию; контролировать режимы работы турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов, а также производить изменения в схемах электрических соединений объекта профессиональной деятельности В-ПК-6 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/ цели	**Создание условий, обеспечивающих**	**Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины**	**Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность**
Профессиональное и трудовое воспита-	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, по-	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, техно-	1.Организация научно-практических конференций и встреч с веду-

ние	зитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду **(В14)**	лога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.	щими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3.Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов
	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии **(В15)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.	

Студент должен знать: физические принципы работы электрических машин, назначение и особенности их применения в прикладной области, технические характеристики и эксплуатационные параметры.

Студент должен уметь: распознавать тип электрической машины по внешнему виду, заводским табличка и паспортам, обоснованно выбирать электрические машины для конкретных задач электроэнергетики и электротехники, обосновывать экономическую эффективность выбора, учитывать условия эксплуатации, выполнять простейшие расчеты узлов электрических машин, составлять техническое задание на разработку или модернизацию электрического оборудования, проводить испытания оборудования.

Студент должен владеть: навыками работы со справочной литературой, выполнять сравнительную характеристику электрических машин по техническим параметрам, навыками монтажа электрических установок, приемами организации работ обслуживающего персонала, правилами допуска к работам с электрическими машинами.

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом и 6-ом семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 ак. часов.

Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
5 семестр									
		Установочные	**8**	**4**	**4**	**-**	**-**		
1	1	Разделы 1: Трансформаторы и асинхронные машины. Тема 1. Трансформаторы	69/2	4	6/2	-	59	Т1	25
	2	Тема 2. Асинхронные машины (АМ)	71/2	2/2	6	-	63	Т2	25
Вид промежуточной аттестации			**140/4**	**6/2**	**12/2**	**-**	**122**	**Э**	**50**
6 семестр									
2	3	Раздел 2: Синхронные машины и машины постоянного тока. Тема 3. Синхронные машины (СМ)	92/2	4/2	4	-	59	Т3	25
	4	Тема 4. Машины постоянного тока (МПТ)	84/2	2	8/2	-	63	Т4	25
Вид промежуточной аттестации			**140/4**	**6/2**	**12/2**	**-**	**122**	**Э**	**50**
Итого			**288/8**	**16/4**	**28/4**	**-**	**244**		

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
ЛР	Лабораторная работа
Т	Тестирование
Э	Экзамен

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	**Всего часов**	**Учебно-методическое обеспечение**
1	2	3
5 семестр		
Лекции 1, 2 (установочные) Введение. Назначение трансформаторов. Устройство однофазного трансформатора. Конструкция магнитопроводов. Конструкция обмоток трансформаторов. Охлаждение трансформаторов. Конструкция бака и назначение его элементов. Простейший идеальный трансформатор. Фазовые соотношения в простейшем трансформаторе. Векторная диаграмма. Уравнение намагничивающих сил. Приведение вторичной обмотки к	4	1-20

первичной.		
Лекция 1 Схема замещения трансформатора. Опыты ХХ и КЗ. КПД трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой. Векторная диаграмма нагруженного трансформатора. Изменение напряжения на вторичной обмотке. Зависимость выходного напряжения от нагрузки. Трехфазные трансформаторы. Конструкция магнитопроводов. Соединение обмоток трансформаторов. Понятие группы соединения обмоток трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Анализ влияния несовпадения коэффициентов трансформации на уравнительный ток. Влияние несовпадения групп трансформации на совместную работу при параллельном включении. Распределение нагрузки при параллельном включении трансформаторов. Обзор специальных типов трансформаторов.	2	1-20
Лекция 2 Конструкция трехфазного АД. Двигатели с фазным и короткозамкнутым ротором. Глубокофазный и двухклеточный АД. Простейшая трехфазная обмотка. Вращающееся магнитное поле трехфазной обмотки. Принцип действия.	2	1-20
Лекция 3 Скольжение. Механическая характеристика. Холостой ход асинхронной машины. Уравнение намагничивающих сил и токов асинхронного двигателя. Обмотки машин переменного тока. Однослойные и двухслойные петлевые и волновые обмотки. Намагничивающие силы катушки, группы катушек, фазы обмотки	2	1-20
6 семестр		
Лекция 1 Синхронные машины (СМ). Назначение и устройство СМ (явнополюсные и неявнополюсные). Способы возбуждения. Принцип действия синхронного генератора (СГ). Холостой ход СГ. Работа СГ под нагрузкой. Реакция якоря (РЯ). Принцип построения векторных диаграмм. Характеристики СГ (х.х., нагрузочная, внешняя, регулировочная и к.з.). Отношение короткого замыкания (ОКЗ). Синхронизация с сетью. Параллельная работа СГ с мощной сетью. Условия включения.	2	1-20
Включение генератора по методу самосинхронизации. Электромагнитная мощность СГ. Угловые характеристики. Перевозбуждение и недовозбуждение. Синхронизирующая мощность и синхронизирующий момент. Максимальная электромагнитная мощность, статическая перегружаемость. U-образные характеристики	2	1-20
Лекция 2 Машины постоянного тока. Назначение и конструкция. Способы возбуждения. Основные схемы включения двигателей и генераторов. Характеристики машин постоянного тока.	2	1-20

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
5 семестр		
Изучение устройства трансформатора.	4	1-20
Испытание однофазного трансформатора.	6	1-20
Исследование трехфазного трансформатора.	6	1-20
6 семестр		
Обмотки машин переменного тока.	6	1-20
Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.	6	1-20

Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
5 семестр		
Автотрансформаторы	22	1-20
Измерительные трансформаторы напряжения	34	1-20
Измерительные трансформаторы тока	34	1-20
Сварочные трансформаторы	18	1-20
Специальные типы трансформаторов (печные, вольтодобавочные, …)	14	1-20
Итого	**122**	
6 семестр		
Специальные типы машин переменного тока. Сельсины, СКТ…	17	1-20
Изучение статорных обмоток машин переменного тока: однослойных и двухслойных	17	1-20
Индукционные регуляторы и фазорегуляторы.	17	1-20
Синхронная машина в режиме компенсатора реактивной мощности.	17	1-20
Специальные типы СМ. Реактивный СД, гистерезисный СД, синхронный тахогенератор	17	1-20
Машины постоянного тока (МПТ). Специальные машины постоянного тока.	20	1-20
Универсальный коллекторный двигатель.	17	1-20
Итого 6 семестр	**122**	
Итого	**244**	

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий в курсе «Электрические машины» являются: лекции, практические занятия, лабораторные работы, индивидуальные домашние задания, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

В качестве интерактивных форм проведения лекций используются лекции-беседы, лекции с разбором конкретных ситуаций, лекции с заранее запланированными ошибками. Планируется попытка проведения лекций «на два голоса».

В качестве активных и интерактивных форм проведения занятий актуальными являются компьютерные технологи на основе мультимедийного проектора на лекциях, программные комплексы Mathcad, Matlab, Elektronics Workbench, Компас и элементы исследования на лабораторных работах и практических занятиях.

Выполнение лабораторных работ на реальным оборудовании, стендах и установках дублируется выполнением моделирования процесса или установи с последующим сравнением результатов.

Подготовка к выполнению лабораторных работ организуется в форме беседы, в которой от темы и целевой установки коллективно выполняется переход к разработке методики эксперимента, схеме экспериментальной установки, выбору единиц оборудования с анализом технических характеристик и паспортных данных. В данной методике применяются элементы мозгового штурма. Далее коллективно выполняется сборка экспериментальной установки на основе синтезированной схемы и выполнение работы по обсужденной методике.

Важнейшим элементом активизации образовательного процесса является самостоятельная работа по темам. По ряду тем СРС выполняются мини рефераты.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Трансформаторы однофазные	З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6	ЛР-1- «Изучение устройства трансформатора», ЛР-2 - «Испытание однофазного трансформатора», Т-1 КР-1
2	Трансформаторы трехфазные	З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6	ЛР-3 - «Исследование трехфазного трансформатора», ЛР-4 - «Параллельная работа трансформаторов», Т-1 КР-1
3	Асинхронные машины	З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6	ЛР-5 - «Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором», ЛР-6 - «Автоматизация торможения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором», Т-2

			КР-1
4	Синхронные машины	З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6	ЛР-7 – Проектирование развертки однослойной обмотки, ЛР-8 Проектирование развертки двухслойной обмотки, Т-3 КР-2
5	Машины постоянного тока	З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6	ЛР-9 - Испытание генератора постоянного тока с параллельным возбуждением, ЛР-10 - Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением, Т-4 КР-2
Промежуточная аттестация			
6	Экзамен	З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-6,У-ПК-6, В-ПК-6	Вопросы к экзамену

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются устный опрос, лабораторная работа, выполнение практических контрольных заданий, тестирование.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются тесты (и контрольные работы КР-1 и КР-2 для заочного обучения).

Для промежуточной аттестации предусмотрены экзаменационные вопросы.

По итогам обучения выставляется экзамен.

Входной контроль (ВК) осуществляется на первом практическом занятии для оценки степени готовности студентов к восприятию и усвоению нового учебного материала. Проверка осуществляется по вопросам входного контроля. Основную часть вопросов составляют вопросы по курсам ТОЭ и физики. Выполняется проверка усвоения методов расчета электрических цепей, составления уравнений баланса мощностей в цепях, понятий активной и реактивной мощности, активного и реактивного сопротивлений, навыками составления схем замещения электрических цепей и построения векторных диаграмм, закон электромагнитной индукции Фарадея и электромагнитная сила Ампера.

Входной контроль по дисциплине предусматривает краткие ответы на вопросы, проводится в письменной форме. Допускается диалоговая форма входного контроля с обсуждением полученных ответов

Часть времени отводится на коллективное решение типовых задач предшествующих курсов, их совместный анализ и решение с обсуждением всех шагов. Такой подход позволяет провести контроль остаточных знаний в диалоговом режиме и одновременно организовать повторение приобретенных компетенций.

Текущий контроль успеваемости и аттестация разделов проводится на текущих лабораторных занятий в соответствии с таблицей «Календарный план».

При входном контроле готовности студентов к восприятию данного курса используются следующие виды оценочных средств:

ВК – перечень вопросов: средство проверки усвоения знаний предшествующих дисциплин, являющихся базовыми для предлагаемого курса.

При текущем контроле успеваемости используются следующие виды оценочных средств:

ЛР - лабораторная работа: техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом. По результатам выполнения лабораторной работы проводится оценка текущей успеваемости, которая суммируется к результатам аттестации разделов.

Т – тест: средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организуется в электронном варианте с ответами на бумажном носителе или на основе применения бланков.

КР – средство контроля работы студентов заочной формы обучения

Аттестация на экзамене проводится по вопросам. На основе экзаменационных вопросов формируются экзаменационные билеты.

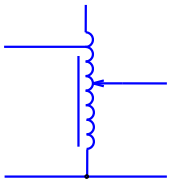
Варианты вопросов входного контроля

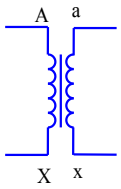
1. Закон Ома для участка цепи.
2. Закон Ома для полной цепи.
3. 1-й закон Кирхгофа.
4. 2-й закон Кирхгофа.
5. Связь направления магнитного поля и тока. Правило буравчика.
6. Сила Ампера. Закон Ампера.
7. Сила Ампера. Правило левой руки.
8. Закон Ома для магнитной цепи.
9. Индукция магнитного поля. Магнитная проницаемость.
10. Закон полного тока.
11. Условные графические обозначения элементов цепи.
12. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС.
13. Закон Ома для участка цепи переменного тока.
14. Резонанс в цепи переменного тока с последовательным соединением.
15. Мощность в цепи постоянного тока.
16. Мощность в цепи переменного тока.
17. Сдвиг фаз между током и напряжением в цепи с емкостью.
18. Сдвиг фаз между током и напряжением в цепи с индуктивностью.
19. Понятие магнитного потока.
20. Закон электромагнитной индукции.
21. Правило правой руки. Правило Ленца.
22. Действующее значение переменного тока.
23. Расчет эквивалентных сопротивлений.
24. Основные соотношения в 3-х фазной цепи при соединении в звезду.
25. Основные соотношения в 3-х фазной цепи при соединении в треугольник.

Тест № 1. ТРАНСФОРМАТОРЫ

Задание 1. На принципиальных схемах трансформатор обозначается …

Варианты ответов

1. 

2. 

3.

4.

Задание 2. Действия трансформатора основано на …
Варианты ответов
1. законе Ампера
2. принципе относительности
3. явлении электромагнитной индукции
4. на втором законе Фарадея для электролиза

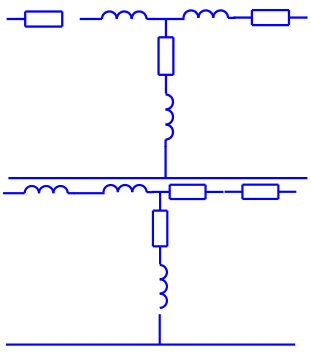
Задание 3. Трансформатор является повышающим, если …
Варианты ответов
1. $U_1 > U_2$ 2. $U_1 \geq U_2$ 3. $U_1 = U_2$ 4. $U_1 < U_2$

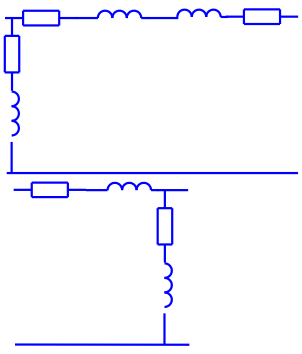
Задание 4. Сердечник трансформатора выполняется из …
Варианты ответов
1. листов электротехнической стали
2. алюминия
3. сшитого полиэтилена
4. чугуна

Задание 5. ЭДС обмоток трансформатора определяется выражением …
Варианты ответов
1. $E = 4{,}44 \cdot \Phi_m \cdot f \cdot w$ 2. $E = 4{,}44 \cdot \Phi_m \cdot f \cdot k$
3. $E = I \cdot (R + r)$ 4. $E = I \cdot r + U$

Задание 6. Коэффициент трансформации трансформатора определяется выражением …
Варианты ответов
1. $\frac{U_{НН}}{U_{ВН}}$ 2. $\frac{U_{ВН}}{U_{НН}}$ 3. $\frac{E_{НН}}{U_1}$ 4. $\frac{U_1 + U_2}{U_1}$

Задание 7. Т-образная схема замещения приведена на рисунке …
Варианты ответов

1. 

2. 

3.

4.

Задание 8. Трансформатор, у которого все параметры вторичной обмотки пересчитаны к числу витков первичной называется …

Варианты ответов

1. идеальным 2. малогабаритным
3. оптимизированным 4. приведенным

Задание 9. Уравнение намагничивающих токов трансформатора соответствует выражению …

Варианты ответов

1. $\underline{I}_1 = \underline{I}_0 - \underline{I}'_2$ 2. $\underline{I}_1 = I_2 - I'_2$
3. $\underline{I}_1 = I_2 + I_{нагр}$ 4. $I_1 = 2\pi f \cdot I_2$

Задание 10. Изменение напряжения на вторичной обмотке трансформатора определяется выражением…

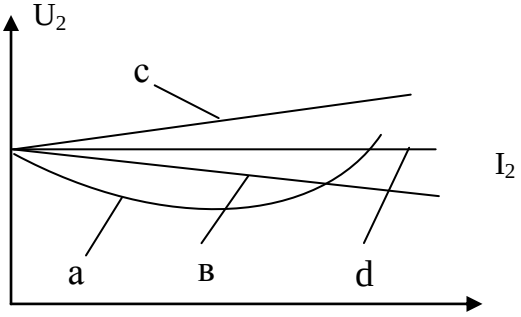
Варианты ответов

1. $\Delta u = \beta \cdot (u_{ка} \cdot \cos \varphi_2 + u_{кр} \cdot \sin \varphi_2)$ 2. $\Delta u = \beta \cdot (u_{ка} \cdot \cos \varphi_к + u_{кр} \cdot \sin \varphi_к)$
3. $\Delta u = \beta \cdot (u_{ка} \cdot \cos \varphi_0 + u_{кр} \cdot \sin \varphi_0)$ 4. $\Delta u = u_{ка} + u_{кр}$

Задание 11. Внешняя характеристика трансформатора при емкостном характере нагрузки соответствует графику …

Варианты ответов

1. a 2. c
3. в 4. d



Задание 12. КПД трансформатора определяется выражением …

Варианты ответов

1. $\eta = \dfrac{\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi_2 + P_{0ном} + \beta^2 P_{к.ном}}$ 2. $\eta = \dfrac{\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi_2 + P_{0ном} + \beta \cdot P_{к.ном}}$

3. $\eta = \dfrac{\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi_2 + \beta \cdot P_{0ном} + \beta^2 P_{к.ном}}$ 4. $\eta = \dfrac{S_{ном} \cdot \cos \varphi_2}{P_{0ном} + P_{к.ном}}$

Задание 13. При параллельном включении трансформаторов допускается отличие коэффициентов трансформации на…

Варианты ответов

1. 1 % 2. 0,5 % 3. 5 % 4. 0,1 %

Задание 14. Трансформаторы разных групп можно включать на параллельную работу только …

Варианты ответов

1. для двух соседних групп
2. для четных и нечетных групп
3. для четных групп
4. не допускается совсем

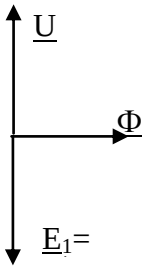
Задание 15. Трансформаторы можно включать на параллельную работу, если напряжения короткого замыкания отличаются не более …

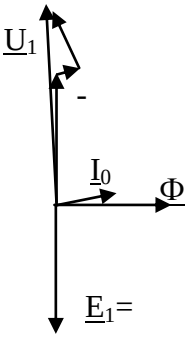
Варианты ответов

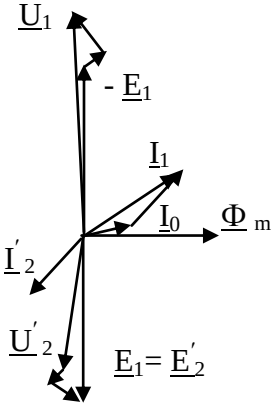
1. 10 % 2. 15 % 3. 1 % 4. 17 %

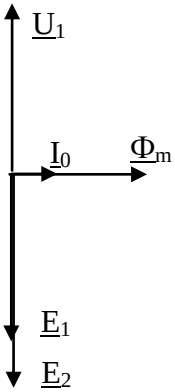
Задание 16. Векторная диаграмма реального трансформатора под нагрузкой приведена на рис …

Варианты ответов

1. 

2. 

3. 

4. 

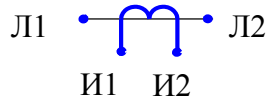
Задание 17. Трансформаторы тока в электрических схемах работают в …

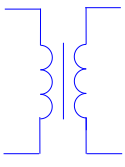
Варианты ответов

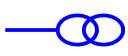
1. режиме холостого хода
2. номинальном режиме
3. режиме нагрузки 50 %
4. режиме короткого замыкания

Задание 18. Трансформаторы тока в электрических схемах обозначаются …

Варианты ответов

1. 

2. 

3. 

4. 

Задание 19. Трансформаторы напряжения в электрических схемах применяются для расширения пределов измерения …

Варианты ответов

1. частотомеров
2. амперметров
3. омметров
4. вольтметров

Задание 20. Трансформаторы напряжения в электрических схемах работают в режиме …

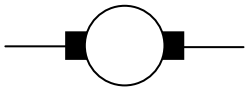
Варианты ответов

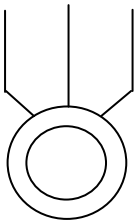
1. холостого хода
2. дросселя
3. катушки индуктивности
4. короткого замыкания

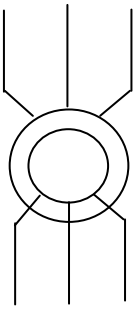
Тест № 2. АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

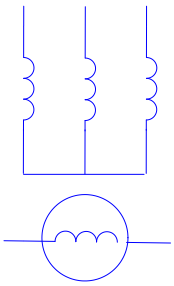
1. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором на электрических схемах обозначаются знаком …

Варианты ответов

1. 

2. 

3. 

4. 

2. Скольжение АД определяется выражением …

Варианты ответов

1. $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$ 2. $S = \frac{n_1}{n_1 - n_2}$ 3. $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$ 4. $S = \frac{n_1 - n_2}{\omega_1}$

3. Критическое скольжение соответствует …

Варианты ответов

1. номинальному моменту
2. пусковому моменту
3. максимальному моменту
4. особому моменту

4. Частота вращения АД определяется выражением …

Варианты ответов

1. $n = \frac{60 \cdot f}{p}$ 2. $n = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p}$ 3. $n = \frac{\omega \cdot f}{2}$ 4. $n = \frac{60 \cdot \omega}{p}$

5. Перегрузочная способность АД по максимальному моменту определяется выражением…

Варианты ответов

1. $\frac{M_{max}}{M_{пуск}}$ 2. $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$ 3. $\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$ 4. $\frac{M_{max}}{M_{нач}}$

6. Частота вращения вала асинхронного двигателя в функции скольжения определяется выражением …

Варианты ответов

1. $n_2 = n_1 \cdot (1-s)$ 2. $n_2 = \omega_1 \cdot (1-s)$ 3. $n_2 = n_1 \cdot (2-s)$ 4. $n_2 = 2\pi f_1 \cdot (1-s)$

7. Полюсное деление обмотки статора определяется выражением …

Варианты ответов

1. $\tau = \frac{\pi \cdot d}{2p}$ 2. $\tau = \frac{\pi \cdot d}{2p \cdot m}$ 3. $\tau = \frac{\pi \cdot d}{2y}$ 4. $\tau = 2 \cdot y$

8. Шаг обмотки статора асинхронного двигателя называется укороченным, если …

Варианты ответов

1. $y > 2 \cdot \tau$ 2. $y = \tau$ 3. $y > \tau$ 4. $y < \tau$

9. ЭДС обмотки статора АД определяется выражением …

Варианты ответов

1. $E_1 = 4.44 \cdot \Phi_m \cdot f \cdot \omega_1 \cdot k_{об1}$ 2. $E_1 = 4.44 \cdot \Phi_m \cdot f \cdot w_1 \cdot k_{об1}$

3. $E_1 = 4.44 \cdot \Phi_m \cdot f \cdot s \cdot w_1 \cdot k_{об1}$ 4. $E_1 = 4.44 \cdot \Phi_m \cdot f \cdot w_1$

10. Критическое скольжение определяется выражением …

Варианты ответов

1. $s_{кр} = s_н \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 + 1})$ 2. $s_{кр} = s_{max} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 + 1})$

3. $s_{кр} = s_0 \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})$ 4. $s_{кр} = s_н \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})$

11. Номинальная мощность АД вычисляется по формуле …

Варианты ответов

1. $P_{ном} = \frac{M_{ном} \cdot n_{ном}}{9,55}$ 2. $P_{ном} = \frac{M_{ном} \cdot n_{кр}}{9,55}$

3. $P_{ном} = \frac{M_{пуск} \cdot n_{ном}}{9,55}$ 4. $P_{ном} = \frac{M_{пуск} \cdot n_{пуск}}{9,55}$

12. Уравнение Клосса определяется выражением …

Варианты ответов

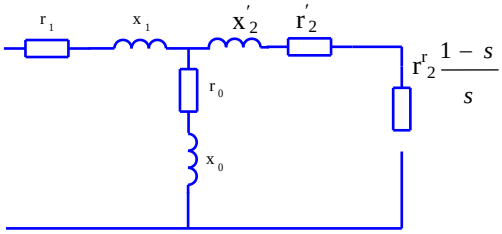
1. $M = \frac{2 \cdot M_{max}}{\frac{s}{s_{max}} + \frac{s_н}{s}}$ 2. $M = \frac{M_{max}}{\frac{s}{s_{max}} + \frac{s_{max}}{s}}$

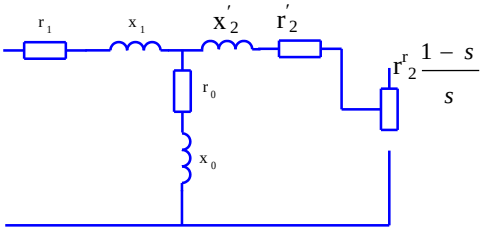
3. $M = \dfrac{2 \cdot M_{max}}{\dfrac{s}{s_{кр}} + \dfrac{s_{кр}}{s}}$

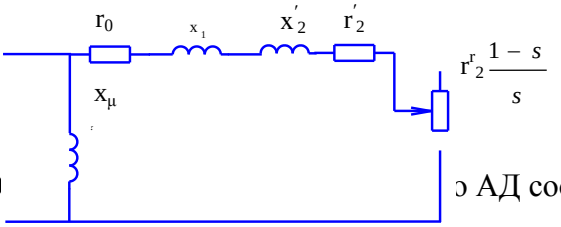
4. $M = \dfrac{9{,}55 \cdot M_{ном}}{\dfrac{s}{s_{max}} + \dfrac{s_{max}}{s}}$

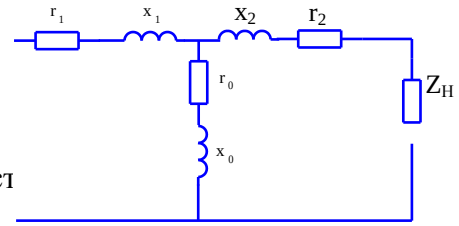
13. Схема замещения АД в режиме постоянной нагрузки соответствует рис …

Варианты ответов

1. 

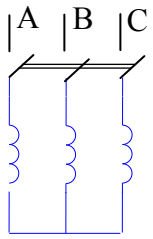
2. 

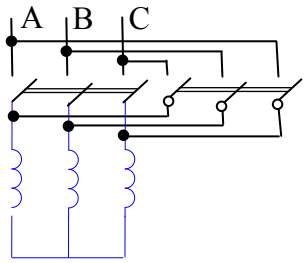
3. 

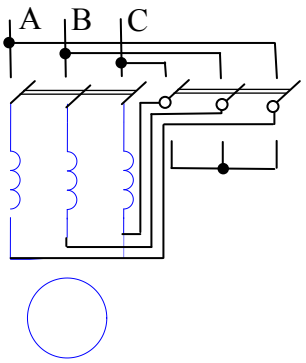
4. 

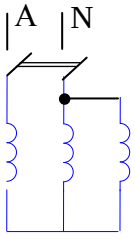
14. ( ) о АД соответст

Варианты ответов

1. 

2. 

3. 

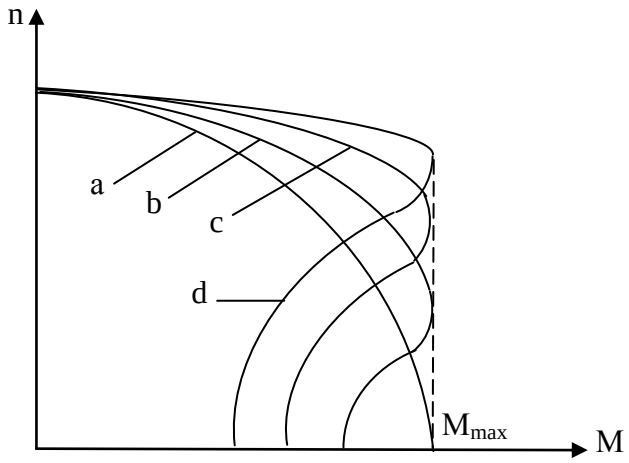
4. 

15. Момент асинхронного двигателя…

Варианты ответов

1. пропорционален напряжению на статоре двигателя
2. пропорционален квадрату напряжения на обмотке статора двигателя
3. не зависит от напряжения на обмотке статора
4. пропорционален напряжению на роторе двигателя

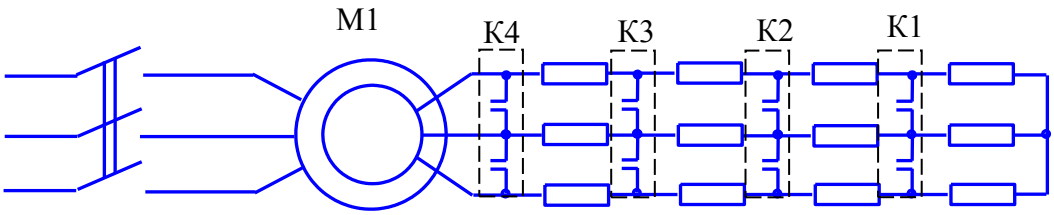
16. Механической характеристике асинхронного двигателя с максимальным значением внешнего сопротивления пускового реостата соответствует график …



Варианты ответов

1) a
2) c
3) d
4) b

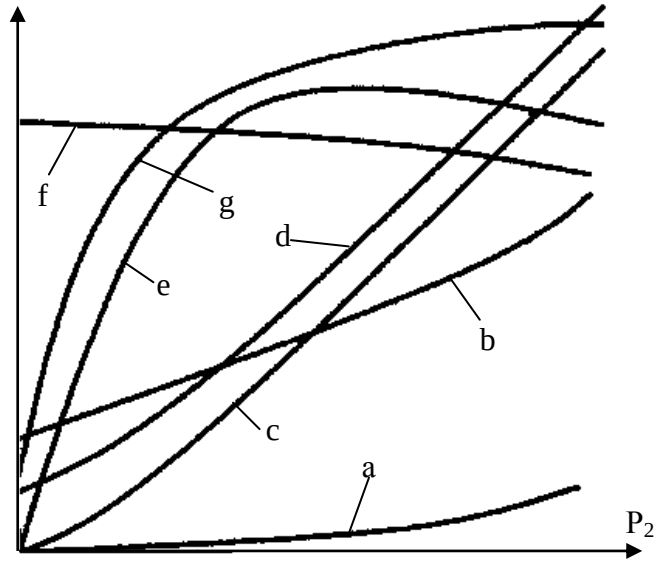
17. Механической характеристике «а» вопроса 16 в схеме пуска соответствует следующее состояние ключей …



Варианты ответов

1. К1 и К2 замкнуты К3 и К4 разомкнуты
2. К1 и К3 замкнуты К2 и К4 разомкнуты
3. Все ключи замкнуты
4. Все ключи разомкнуты

18. На рисунке рабочих характеристик зависимостям $M = f(P_2)$ и $\zeta = f(P_2)$ соответствуют кривые …

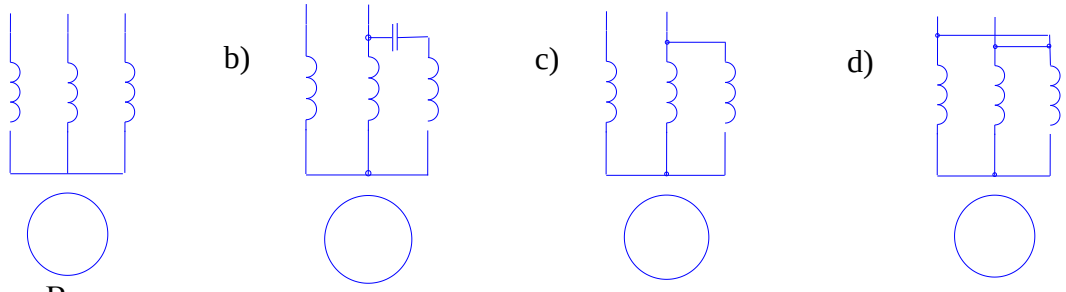


Варианты ответов

1) a и b
2) c и e
3) g и f
4) d и e

19. Включение 3-х фазного двигателя в однофазную сеть показано на рис. …

a) b) c) d)



Варианты ответов

1. a) 2. b) 3. c) 4. d)

20. Динамическое торможение асинхронного двигателя с КЗ ротором заключается в том, что …

Варианты ответов

1) в обмотку статора подается постоянный ток на время торможения
2) в обмотку ротора подается постоянный ток на время торможения
3) две фазы обмотки статора меняются местами
4) напряжение на обмотке статора плавно снижается до нуля

21. Токи прямой и обратной последовательности АД образуют магнитные поля, которые …

Варианты ответов

1) вращаются в одном направлении
2) неподвижны друг относительно друга
3) вращаются в противоположных направлениях
4) сдвинуты по фазе на угол 120°

22. Если ток обмотки статора АД содержит составляющие прямой и обратной последовательности, образуется ...

Варианты ответов

1) круговое магнитное поле
2) прямоугольное магнитное поле
3) эллиптическое магнитное поле
4) круговое электрическое поле

23. Возрастание токов обратной последовательности в обмотке статора АД приводит к …

Варианты ответов

1) возрастанию момента
2) ослаблению момента
3) изменению направления вращения
4) сохранению момента

24. Рассредоточенная обмотка статора позволяет получить распределение магнитного поля вдоль окружности статора в форме …

Варианты ответов
1) синусоидальной волны
2) прямоугольной волны
3) трапециодальной волны
4) треугольной волны

25. В режиме фазорегулятора ротор асинхронной машины заторможен червячным редуктором, статор включен в трехфазную сеть, а нагрузка …

Варианты ответов
1) через контактные кольца подключается к фазному ротору
2) включается параллельно статору
3) включается последовательно с обмоткой статора
4) включается независимо от включения обмотки статора

Тест № 3. СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

1. У синхронных машин частота вращения ротора и магнитного поля статора …

Варианты ответов

1. совпадают 2. отличаются на величину скольжения S
3. отличаются на 10 % 4. отличаются в 2 раза

2. Статор синхронных машин является …

Варианты ответов

1. индуктором 2. якорем 3. возбудителем 4. демпфером

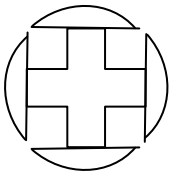
3. Ротор синхронной машины выполняет функцию …

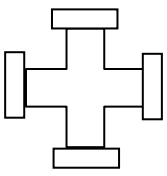
Варианты ответов

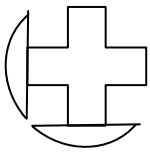
1. коллектора 2. индуктора 3. демпфера 4. якоря

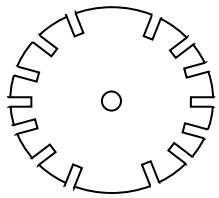
4. Синхронная машина с явнополюсным ротором соответствует рисунку …

Варианты ответов

1. 

2. 

3. 

4. 

5. Самовозбуждение синхронного генератора основано на …

Варианты ответов

1. применении аккумуляторной батареи
2. применении возбудителя
3. применении приводного двигателя
4. остаточной намагниченности ротора

6. Возбудитель синхронной машины предназначен для питания …

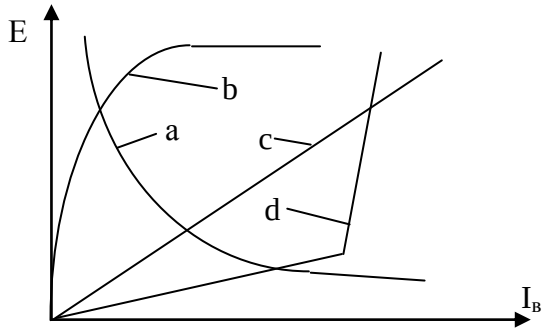
Варианты ответов

1. индуктора постоянным током
2. статора переменным током
3. ротора пульсирующим током
4. демпфирующей обмотки

7. Характеристика холостого хода синхронного генератора показана графиком…

Варианты ответов

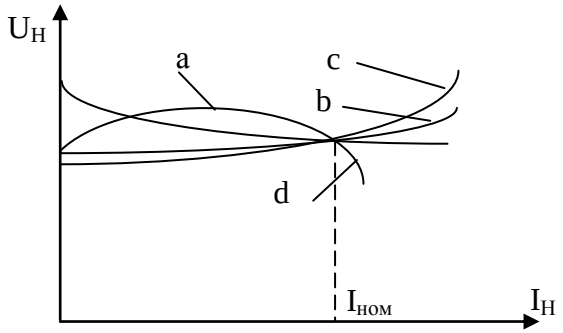
1. c
2. a
3. d
4. b



8. Внешняя характеристика синхронного генератора с емкостным характером нагрузки при $I_в$ = const показана графиком …

Варианты ответов

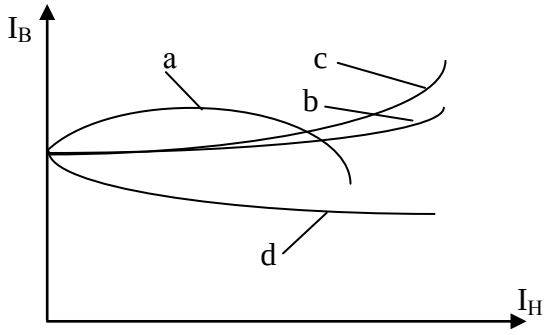
1. d
2. c
3. a
4. b



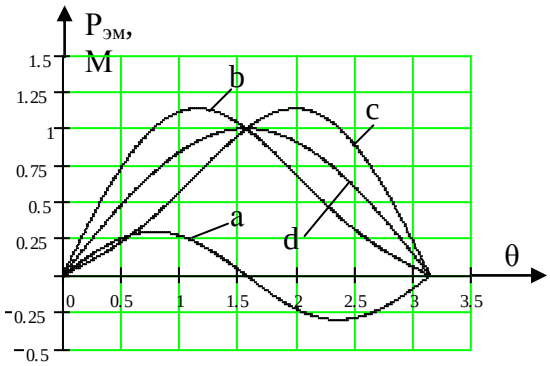
9. Регулировочной характеристике синхронного генератора с активно-индуктивным характером нагрузки при $U_Н$ = const соответствует кривая …

Варианты ответов

1. d
2. b
3. c
4. a



10. Угловой характеристике СГ с явно выраженными полюсами соответствует график



Варианты ответов

1. b
2. c
3. a
4. d

11. Углом нагрузки СГ является угол между …

Варианты ответов

-током и напряжением в цепи обмотки ротора

-током и напряжением в цепи обмотки индуктора

-осью результирующего магнитного поля машины и продольной осью полюсов ротора

-токами обмоток статора и ротора

12. Условие включения СГ на параллельную работу с сетью для ЭДС генератора

Варианты ответов

1. ЭДС генератора $\underline{E_0}$ должна быть равна по величине и противоположна по фазе напряжению сети $\underline{U_C}$

2. ЭДС генератора $\underline{E_0}$ и напряжению сети $\underline{U_C}$ должны совпадать по фазе

3. угол сдвига фаз между ЭДС генератора $\underline{E_0}$ и напряжением сети $\underline{U_C}$ не имеет значения

4. ЭДС генератора E_0 должна быть больше напряжения сети U_C

13. U- образные характеристики СГ описывают зависимость …

Варианты ответов

1. тока статора I_1 от тока возбуждения I_B при постоянном моменте приводного двигателя

2. ЭДС обмотки статора от тока возбуждения I_B при постоянном моменте приводного двигателя

3. тока статора I_1 от тока возбуждения I_B при при линейно нарастающем моменте приводного двигателя

4. тока статора I_1 от тока возбуждения I_B при при линейно нарастающей частоте вращения приводного двигателя

14. Обратимость синхронных машин заключается в том, что …

Варианты ответов

1. синхронная машина может изменять направление вращения

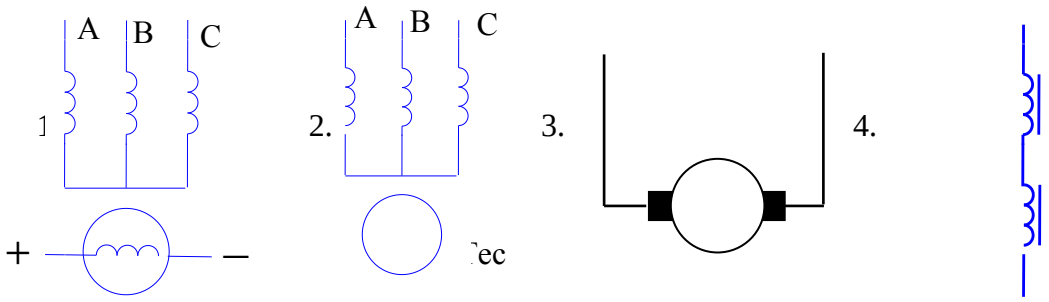
2. синхронная машина может работать в режиме генератора и в режиме двигателя

3. синхронная машина может работать в горизонтальном и вертикальном положении

4. синхронная машина может работать при постоянном и переменном токе возбуждения

15. Синхронные машины на схемах обозначаются знаком …

Варианты ответов

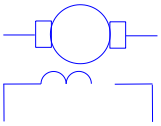


Тест 4. МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

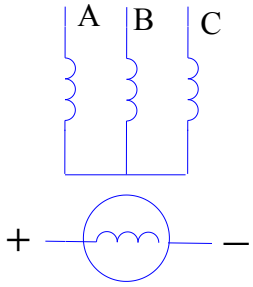
Задание 1. Машины постоянного тока на электрических схемах обозначаются УГО …

Варианты ответов

1.



2.



3.



4.



Задание 2. В машинах постоянного тока обмотка возбуждения является …

Варианты ответов

1) якорем 2) ярмом 3) ротором 4) индуктором

Задание 3. Щетки машины постоянного тока располагаются на…

Варианты ответов

1) геометрической нейтрали
2) продольной оси магнитного поля статора
3) физической нейтрали
4) валу якоря

Задание 4. Явление коммутации машин постоянного тока заключается…

Варианты ответов

1) в переключении секций обмотки якоря из одной параллельной ветви в другую
2) во включении и выключении тока в обмотке возбуждения
3) в переключении ОВ с постоянного тока на переменный
4) во включении дополнительных полюсов в цепь обмотки возбуждения

Задание 5. Коллектор машины постоянного тока выполняет функцию …

Варианты ответов
1) электронного выпрямителя
2) опоры вала ротора на подшипник
3) механического выпрямителя
4) узла соединения якоря с валом МПТ

Задание 6. Если одновременно поменять направление тока в обмотках статора и ротора, то …

Варианты ответов
1) будет выполнен реверс
2) двигатель будет вращаться по часовой стрелке
3) направление вращения двигателя постоянного тока не изменится
4) двигатель будет вращаться против часовой стрелке

Задание 7. Обратимость машин постоянного тока заключается…

Варианты ответов
1) в изменении направления вращения
2) в изменении направления тока в обмотке возбуждения
3) в том, что одна и та же МПТ может работать либо в режиме двигателя, либо в режиме генератора
4) в изменении направления тока в обмотке якоря

Задание 8. Дополнительные полюсы в МПТ применяются для …

Варианты ответов
1) усиления магнитного поля обмотки возбуждения
2) усиления магнитного поля главных полюсов
3) ослабления магнитного поля в области коммутации секций обмотки якоря
4) ослабления магнитного поля вдоль продольной оси главных полюсов

Задание 9. Реакция якоря заключается в том, что …

Варианты ответов
1) магнитное поле якоря влияет на магнитное поля статора
2) к якорю прикладывается тормозной момент
3) якорь смещается вдоль оси
4) якорь в рабочем режиме нагревается

Задание 10. Щетки МПТ не изготавливаются …

Варианты ответов
1) свинцовыми
2) графитовыми
3) бронзовыми
4) стальными

Задание 11. ЭДС обмотки якоря МПТ определяется выражением …

Варианты ответов
1) $E = C_e \cdot \Phi \cdot n$ 2) $E = C_e \cdot \Phi \cdot I_я$ 3) $E = C_м \cdot \Phi \cdot f$ 4) $E = C_e \cdot I_я \cdot n$

Экзаменационные вопросы
5 семестр

1. Конструкция сердечников трансформатора.
2. Конструкция обмоток трансформатора.
3. Конструкция бака трансформатора.
4. Охлаждение трансформаторов.
5. Принцип действия трансформатора.
6. Холостой ход трансформатора.
7. ЭДС обмоток трансформатора.
8. Векторная диаграмма холостого хода идеального трансформатора.
9. Векторная диаграмма холостого хода реального трансформатора.
10. Уравнение намагничивающих токов трансформатора.
11. Режим нагрузки реального трансформатора. Основные уравнения.
12. Векторная диаграмма нагруженного реального трансформатора.
13. Автоматическое саморегулирование трансформатора.
14. Конструкция магнитной системы 3-х фазного трансформатора
15. Внешняя характеристика трансформатора.
16. Составляющие прямой обратной и нулевой последовательности ЭДС обмоток трансформатора.
17. Приведенный трансформатор. Пересчет параметров вторичной обмотки к первичной.
18. Т-образная схема замещения трансформатора и ее обоснование.
19. Расчет параметров схемы замещения на основе паспортных данных.
20. Способы соединения обмоток 3-х фазного трансформатора.
21. Группы соединения обмоток однофазного трансформатора.
22. Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора.
23. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора. КПД трансформатора.
24. Условия параллельной работы трансформаторов.
25. Анализ влияния несовпадения коэффициентов трансформации на уравнительный ток трансформаторов при параллельном включении.
26. Влияние несовпадения группы трансформаторов на уравнительный ток при параллельном включении.
27. Влияние напряжения короткого замыкания на распределение нагрузки между трансформаторами при параллельном включении.
28. Упрощенная схема замещения и векторная диаграмма трансформатора.
29. Регулирование напряжения трансформаторов.
30. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.
31. Автотрансформаторы.
32. Специальные типы трансформаторов (сварочные, печные и т.д.).
33. Трансформаторы, назначение, основные понятия и область применения в электроэнергетике.
34. Трехобмоточные трансформаторы и их схема замещения.
35. Конструкция асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
36. Конструкция асинхронного двигателя с фазным ротором.
37. Вращающееся магнитное поле статора машин переменного тока.
38. Принцип действия асинхронной машины.
39. Скольжение асинхронного двигателя.
40. Скорость вращения АД в зависимости от числа полюсов.
41. Механическая и рабочие характеристики АД.
42. Основные точки механической характеристики: критическое скольжение и частота, максимальный момент, пусковой момент, номинальный момент.
43. Конструкция обмоток статора машин переменного тока. Однослойные и двухслойные петлевые обмотки.

44. Конструкция обмоток статора. Однослойные и двухслойные волновые обмотки.

45. Схемы замещения асинхронной машины. Т-образные и Г-образные схемы замещения.

46. Приведение обмотки ротора к обмотке статора.

47. Механический момент и механическая мощность АД.

48. Схемы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

49. Пуск двигателя с фазным ротором.

50. Регулирование скорости вращения АД с фазным ротором.

51. Включение АД в однофазную цепь.

52. Вращающееся магнитное поле двухфазного тока.

53. Конденсаторные асинхронные двигатели.

6 семестр

1. Назначение и конструкция синхронных машин.
2. Принцип действия синхронных машин. Энергетические диаграммы.
3. Схемы возбуждения синхронных генераторов.
4. Уравнения электрического равновесия обмоток синхронного генератора.
5. Векторные диаграммы синхронного генератора.
6. Характеристика холостого хода синхронного генератора.
7. Внешняя характеристика синхронного генератора.
8 Регулировочная характеристика синхронного генератора.
9. Параллельная работа синхронных генераторов.
10. Угловые характеристики синхронных генераторов.
11. Механическая и рабочие характеристики синхронного двигателя.
12. Способы синхронизации генератора с сетью.
13. U – образные характеристики синхронного генератора.
14. Пуск синхронных двигателей.
15. Сравнение синхронных и асинхронных двигателей.
16. Синхронные двигатели малой мощности.
17. Область применения синхронных двигателей.
18. Характеристика 3-х фазного короткого замыкания синхронного генератора.
19. Синхронная машина в режиме компенсатора реактивной мощности.
20. Устройство машин постоянного тока.
21. Принцип действия машин постоянного тока.
22. Обратимость машин постоянного тока.
23. Явление коммутации МПТ.
24. Реакция якоря МПТ.
25. Физическая и геометрическая нейтрали машин постоянного тока.
26. Применение дополнительных полюсов.
27. Машина постоянного тока в режиме генератора.
28. Характеристика холостого хода ГПТ.
29. Регулировочная характеристика ГПТ.
30. Внешняя характеристика ГПТ.
31. Основные схемы включения ДПТ.
32. Характеристика ДПТ с независимым возбуждением.
33. Характеристика ДПТ с параллельным возбуждением.
34. Характеристика ДПТ с последовательным возбуждением.
35. Характеристика ДПТ со смешанным возбуждением.

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1

Задача 1. Для трехфазного трансформатора, параметры которого приведены в таблице 1, определить:

- номинальный ток первичной I_{1H} и вторичной I_{2H} обмоток;
- тока холостого хода трансформатора I_0;
- коэффициент мощности cos φ_0;
- угол магнитных потерь в стали δ;
- напряжение короткого замыкания U_K
- параметры схемы замещения;
- построить внешнюю характеристику $U_2 = f(\beta)$;
- построить зависимость КПД от нагрузки $\eta = f(\beta)$;
- построить в масштабе векторную диаграмму приведенного трансформатора.

При расчете параметров схемы замещения определить фактические значения сопротивлений r_1, X_1, Z_1 первичной обмотки, приведенные и фактические значения сопротивлений $r_2^{/}$, $X_2^{/}$, $Z_2^{/}$, r_2, X_2, Z_2 вторичной обмотки и сопротивления намагничивающей цепи r_0, X_0, Z_0. Изобразить схему замещения**.**

Задача 2. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором включен в сеть с номинальными значениями напряжения и частоты. Паспортные параметры двигателя приведены в табл. 2. По результатам расчета определить:

- потребляемую электрическую мощность в номинальном режиме P_{1H};
- номинальный M_H и максимальный M_{max} момент;
- номинальный I_{1H} и пусковой $I_{1пуск}$ ток;
- номинальное S_H и критическое S_{KP} скольжение;
- построить механическую характеристику n = f(M) или M = f(S);

Выполнить анализ возможности пуска двигателя при снижении напряжения на 17%. Привести схему включения при пуске для снижения пускового тока.

Паспортные параметры трансформаторов

Таблица 1

№ варианта	Группа соединений	Паспортные данные							
		$S_{НОМ}$, кВ·А	$U_{1НОМ}$, В	U_{20}, В	$u_к$, %	I_0, %	P_K, Вт	P_0, Вт	
0	Y/Y$_0$ - 0	10	6300	400	5,0	10,0	335	105	
1	Y/Δ - 11	20	6300	230	5,0	9,0	600	180	
2	Y/Y$_0$ - 0	30	10000	400	5,0	9,0	850	300	
3	Y/Y$_0$ - 0	50	10000	400	5,0	8,0	1325	440	
4	Y/Y$_0$ - 0	75	10000	230	5,0	7,5	1875	590	
5	Y/Y$_0$ - 0	100	10000	525	5,0	7,5	2400	730	
6	Y/Δ - 11	180	10000	525	5,0	7,0	4100	1200	
7	Y/Y$_0$ - 0	240	10000	525	5,0	7,0	5100	1600	
8	Y/Δ - 11	320	35000	10500	6,5	7,5	6200	2300	
9	Y/Y$_0$ - 0	420	10000	525	5,5	6,6	7000	2100	
10	Y/Y$_0$ - 0	25	6000	230	4,5	3,0	600	125	
11	Y/Y$_0$ - 0	25	10000	230	4,7	3,0	690	125	
12	Y/Δ - 11	25	6000	400	4,5	3,0	600	125	

13	Y/Δ - 11	25	10000	400	4,7	3,0	690	125	
14	Y/Y_0 - 0	40	10000	230	4,5	3,0	880	180	
15	Y/Y_0 - 0	40	6000	230	4,5	3,0	880	180	
16	Y/Y_0 - 0	40	6000	400	4,7	3,0	1000	180	
17	Y/Δ - 11	40	10000	400	4,0	3,2	690	125	
18	Y/Δ - 11	63	6000	230	4,5	2,8	1280	260	
19	Y/Δ - 11	63	6000	400	4,5	2,8	1280	260	
20	Y/Y_0 - 0	63	10000	230	4,7	2,8	1470	260	
21	Y/Y_0 - 0	63	10000	400	4,7	2,8	1470	260	
22	Y/Y_0 - 0	63	2000	400	4,7	2,8	1470	260	
23	Y/Y_0 - 0	63	20000	230	4,7	2,8	1470	260	
24	Y/Y_0 - 0	63	2000	400	4,5	2,8	1280	260	
25	Y/Δ – 11	100	10000	230	4,7	2,6	2270	365	
26	Y/Δ - 11	100	10000	400	4,7	2,6	2270	365	
27	Y/Δ - 11	100	6000	230	4,5	2,6	1970	365	
28	Y/Y_0 - 0	100	6000	400	4,5	2,6	1970	365	
29	Y/Δ - 11	100	20000	230	4,7	2,6	2270	465	
30	Y/Y_0 - 0	100	20000	400	4,7	2,6	2270	465	
31	Y/Δ - 11	100	35000	230	4,7	2,6	2270	465	
32	Y/Y_0 - 0	100	35000	400	4,7	2,6	2270	465	
33	Y/Δ - 11	160	6000	230	4,5	2,4	2650	540	
34	Y/Δ - 11	160	6000	400	4,5	2,4	2650	540	
35	Y/Y_0 - 0	160	10000	230	4,5	2,4	3100	540	
36	Y/Y_0 - 0	160	10000	400	4,5	2,47	3100	540	
37	Y/Δ - 11	160	6000	690	4,5	2,4	2650	540	
38	Y/Δ - 11	250	6000	230	4,5	2,3	3700	780	
39	Y/Δ - 11	250	6000	400	4,5	2,3	3700	780	
40	Y/Y_0 - 0	250	10000	230	4,7	2,3	4200	780	
41	Y/Y_0 - 0	250	10000	690	4,7	2,3	4200	780	
42	Y/Y_0 - 0	400	3000	400	4,5	3,2	5500	1080	
43	Y/Y_0 - 0	400	6000	400	4,5	3,2	5500	1080	
44	Y/Y_0 - 0	400	6000	690	4,5	3,2	5500	1080	
45	Y/Y_0 - 0	400	6300	400	4,5	3,2	5500	1080	
46	Y/Y_0 - 0	400	100000	230	4,5	3,2	5500	1080	
47	Y/Y_0 - 0	400	10000	400	4,5	3,2	5500	1080	
48	Y/Y_0 - 0	400	10000	690	4,5	3,2	5500	1080	
49	Y/Y_0 - 0	630	3000	400	5,0	3,2	7600	1680	
50	Y/Y_0 - 0	630	6000	400	5,0	3,2	7600	1680	

Паспортные параметры асинхронных двигателей

Таблица 2

№ вар	Паспортные данные асинхронных двигателей									
	$U_{ном}$, В	$P_{ном}$, кВт	$S_{ном}$, %	$\eta_{ном}$	cos $\varphi_{ном}$	p	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{ном}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{ном}}$	$n_{ном}$, об/мин
0	220	0.37	-	0.71	0.81	-	2.4	2.3	5.0	2800
1	380	1,5	-	0,79	0,87	-	3,0	2,8	6,5	2835
2	380	2,2	-	0,82	0,87	-	3,4	2,9	6,5	2820
3	380	1,1	-	0,77	0,80	-	2,6	2,3	5,5	1420
4	380	1,5	-	0,785	0,80	-	2,8	2,3	5,5	1420
5	380	0,75	-	0,70	0,72	-	2,5	2,2	4,0	935
6	380	1,1	-	0,72	0,72	-	3,0	2,2	4,0	925

7	380	3,0	-	0,83	0,86	-	2,6	2,4	7,0	2895
8	380	2,2	-	0,79	0,82	-	2,6	2,2	6,0	1420
9	380	3,0	-	0,81	0,81	-	2,6	2,2	6,2	1420
10	380	1,5	-	0,76	0,76	-	2,1	2	4,5	925
11	380	4,0	-	0,84	0,87	-	3,3	2,2	6,8	2895
12	380	4,0	-	0,855	0,84	-	2,9	2,2	6,5	1430
13	380	2,2	-	0,78	0,74	-	2,5	1,9	5,5	960
14	380	1,5	-	0,73	0,70	-	2,1	1,7	4,5	700
15	380	5,5	-	0,89	0,89	-	3,0	2,4	6,5	2880
16	380	7,5	-	0,89	0,89	-	3,2	2,5	7,0	2890
17	380	11,0	-	0,875	0,89	-	3,3	2,0	6,8	2940
18	380	15,0	-	0,90	0,86	-	3,2	2,0	7,5	2940
19	380	18,5	-	0,90	0,88	-	3,2	2,0	7,5	2940
20	380	30,0	-	0,92	0,89	-	3,0	2,4	7,5	2950
21	380	37,0	-	0,92	0,89	-	3,0	2,4	7,5	2950
22	380	18,5	-	0,87	0,82	-	2,7	1,8	5,5	970
23	380	22,0	-	0,87	0,84	-	2,5	2,0	6,0	970
24	380	15,0	-	0,88	0,80	-	2,5	2,0	5,7	730
25	380	22,0	-	0,91	0,88	-	2,9	2,1	7,0	1460
26	220	0,8	3,0	0,78	0,88	1	2,2	1,9	7,0	-
27	220	0,1	3,0	0,795	0,87	1	2,2	1,9	7,0	-
28	220	1,5	4,0	0,805	0,88	1	2,2	1,8	7,0	-
29	220	2,2	4,5	0,83	0,89	1	2,2	1,8	7,0	-
30	220	3,0	3,5	0,845	0,89	1	2,2	1,7	7,0	-
31	220	4,0	2,0	0,855	0,89	1	2,2	1,7	7,0	-
32	220	5,5	3,0	0,86	0,89	1	2,2	1,7	7,0	-
33	220	7,5	3,5	0,87	0,89	1	2,2	1,6	7,0	-
34	220	10	4,0	0,88	0,89	1	2,2	1,5	7,0	-
35	220	13	3,5	0,88	0,89	1	2,2	1,5	7,0	-
36	220	17	3,5	0,88	0,90	1	2,2	1,2	7,0	-
37	220	22	3,5	0,88	0,90	1	2,2	1,1	7,0	-
38	220	30	3,0	0,89	0,90	1	2,2	1,1	7,0	-
39	220	40	3,0	0,89	0,91	1	2,2	1,0	7,0	-
40	220	55	3,0	0,90	0,92	1	2,2	1,0	7,0	-
41	220	75	3,0	0,90	0,92	1	2,2	1,0	7,0	-
42	220	100	2,5	0,915	0,92	1	2,2	1,0	7,0	-
43	380	10	3,0	0,885	0,87	2	2,0	1,4	7,0	-
44	380	13	3,0	0,885	0,89	2	2,0	1,3	7,0	-
45	380	17	3,0	0,89	0,89	2	2,0	1,3	7,0	-
46	380	22	3,0	0,90	0,90	2	2,0	1,2	7,0	-
47	380	30	3,0	0,91	0,91	2	2,0	1,2	7,0	-
48	380	40	3,0	0,925	0,92	2	2,0	1,1	7,0	-
49	380	55	3,0	0,925	0,92	2	2,0	1,1	7,0	-
50	380	75	3,0	0,925	0,92	2	2,0	1,1	7,0	-

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 2

Задача 1. Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением, номинальное напряжение которого $U_{ном}$, при номинальной нагрузке потребляет ток $I_{ном}$, а при холостом ходе I_0. Номинальная частота вращения $n_{ном}$, сопротивление обмотки якоря $R_я$. Магнитные и механические потери принять постоянными при всех режимах работы двигателя (табл. 1).

Определить:

- номинальную мощность двигателя $P_{ном}$ на валу;

- номинальный КПД $\eta_{ном}$;

- значение пускового момента при токе $I_{пуск} = 2 \cdot I_{ном}$ и соответствующее сопротивление пускового реостата;

- частоту вращения якоря при $I_{я\ ном}$, но при введенном в цепь возбуждения добавочном сопротивлении, превышающем заданное в условии значение $R_в$ на 30%.

Построить естественную механическую характеристику двигателя.

Задача 2. Двигатель постоянного тока (ДПТ) с параллельным возбуждением, номинальное напряжение которого $U_{ном}$, развивает номинальную мощность $P_{ном}$. Номинальная частота вращения $n_{ном}$ и номинальный КПД $\eta_{ном}$. Потери мощности в цепи якоря $\Delta P_я$ и в цепи возбуждения $\Delta P_в$ заданы в процентах от потребляемой мощности двигателя $P_{1ном}$ (табл. 2).

Определить:

- ток в цепи возбуждения;

- ток якоря при номинальной нагрузке $I_{я\ ном}$;

- пусковой вращающий момент при пуске двигателя с пусковым реостатом;

- скорость вращения якоря при номинальном моменте на валу и включении в цепь якоря добавочного сопротивления, равного $3R_я$.

Построить естественную и реостатную характеристики двигателя.

Задача 3. Рассчитать фазную и линейную ЭДС трехфазной синхронной машины при соединении фаз звездой с учетом первой, третьей, пятой и седьмой гармоник при частоте f = 50 Гц и форме магнитного поля, представленного на рис. 3.1а, б, в методических указаний к задаче 3 и данных, представленных в таблице 3.

Таблица 1

Паспортные параметры двигателей к задаче 1

№ варианта	Параметры двигателей					
	$U_{ном}$, В	$I_{ном}$, А	I_0, А	$R_я$, Ом	$R_{ов}$, Ом	$n_{ном}$, об/мин
0	220	15	1,6	1,2	180	1025
1	220	53	6,3	0,212	33	1225
2	115	100	9,5	0,11	50	1000
3	110	267	30	0,04	27,5	1100
4	*220*	*16,3*	*3,1*	*1,16*	*220*	*1025*
5	220	19,9	2,0	1,5	150	960
6	110	7,8	0,7	0,8	210	1240
7	110	35	3,2	0,6	60	1400
8	220	32	2,8	0,94	120	1600
9	220	34	3,0	0,45	110	1100
10	110	9,5	0,9	1,9	200	850
11	110	20	1,8	0,7	80	940
12	220	15	1,5	0,82	200	1350
13	110	8,2	0,8	1,4	220	1450
14	220	20,5	2,35	0,74	258	1025
15	220	40	4,2	0,52	190	1420
16	110	10,5	1,2	1,2	160	960

17	110	18,6	2,0	0,9	120	825
18	220	16	3,5	0,62	200	1600
19	220	32	3,5	0,62	200	1350
20	110	28	3,2	0,55	80	875
21	110	25	2,6	0,58	90	1100
22	220	60	6,8	0,4	130	935
23	220	50	5,7	0,4	150	1340
24	220	102	9,5	0,12	110	750
25	220	151	15	0,07	75	1000
26	110	3,25	0,36	5,84	610	3000
27	220	1,6	1,4	27,2	162	1500
28	220	2,8	2,10	11,78	120	1500
29	110	5,5	0,95	1,29	233	3000
30	220	4,5	3,8	5,07	61,4	2500
31	220	9,1	4,0	0,805	73	4000
32	220	13,6	7,7	0,752	34,3	2500
33	110	13,6	1,4	0,42	181	4000
34	110	40,9	4,1	0,11	108	4000
35	220	4,55	2,9	2,52	92	4000

Таблица 2

Паспортные параметры двигателей к задаче 2

№ варианта	Параметры двигателей					
	$U_{ном}$, В	$P_{ном}$, кВт	$\Delta P_я$, %	$\Delta P_в$, %	$n_{ном}$, об/мин	$\eta_{ном}$, %
0	110	60	5,2	4,8	980	86,5
1	220	10	5,0	4,8	1250	86,0
2	220	4,0	6,2	4,2	1025	82,2
3	220	6,6	6,2	4,1	2400	85,5
4	220	4,4	6,5	4,8	2100	84,5
5	220	2,5	5,8	4,8	1000	85,0
6	220	10	5,3	4,4	2250	83
7	110	77	5,0	4,2	1050	85,5
8	110	80	5,4	4,5	1150	85,8
9	110	92	5,3	4,1	970	86,5
10	110	66	6,2	5,0	1050	85,5
11	110	35	6,3	5,2	2200	84,5
12	110	45	5,7	4,6	1500	85,0
13	220	15	5,0	4,0	1000	84,5
14	220	10	5,2	4,2	970	85,5
15	220	5,8	6,0	5,0	2200	84,0
16	220	19	4,8	4,5	980	86,5
17	220	29	5,0	4,3	2520	86,0

18	220	46,5	5,4	4,8	1025	82,2
19	220	14,0	4,0	4,6	2400	84,0
20	220	20,0	5,1	4,2	2100	85,5
21	220	33,5	5,5	4,0	1000	84,5
22	220	8,5	4,0	4,1	2250	85,5
23	220	13,5	4,8	4,2	1050	85,5
24	110	60	5,0	4,0	1150	84,5
25	110	4,0	5,1	4,9	4000	77,5
26	110	7,0	4,3	4,2	4000	81,0
27	220	4,5	4,4	4,1	3000	79,5
28	220	0,85	4,5	4,3	3500	64,0
29	220	0,5	5,1	4,9	2000	66,0
30	220	1,6	6,5	4,7	2500	68,5
31	110	2,0	6,3	5,9	4000	78,5
32	220	13,0	5,9	4,3	4000	85,5
33	440	10,5	6,1	4,8	4000	85
34	220	18,0	4,9	4,5	4000	87
35	220	8,0	5,5	5,3	1500	78

Таблица 3

Таблица параметров синхронных машин к задаче 3

№ варианта	Максимальная индукция B_δ, Т	Число пазов Z	Число пар полюсов p	Сокращение шага β	Полюсная дуга τ, см	Активная длина L, см	Число витков в одной ветви фазы w	№ рис. кривой поля
1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	0,9	96	4	5/6	80	40	32	1,а
02	0,9	96	4	5/6	80	20	20	1,а
03	0,9	96	4	5/6	80	30	48	1,а
04	0,9	96	4	5/6	80	20	30	1,а
05	0,85	96	4	5/6	60	30	64	1,а
06	0,85	96	4	5/6	60	20	40	1,а
07	0,85	72	3	5/6	40	30	108	1,б
08	0,85	72	3	5/6	40	20	80	1,б
09	0,85	72	3	5/6	60	40	60	1,б
10	0,85	72	3	5/6	60	30	40	1,б
11	0,9	72	3	5/6	40	40	84	1,б
12	0,9	72	3	5/6	80	60	36	1,б
13	0,95	72	3	5/6	80	40	20	1,б
14	0,95	72	3	5/6	60	60	24	1,б
15	0,95	72	3	5/6	60	40	20	1,б
16	1,0	60	1	3/5	80	120	30	1,в
17	1,0	60	1	3/5	80	100	20	1,в
18	1,0	60	1	3/5	60	120	40	1,в
19	1,0	60	1	3/5	60	100	30	1,в

20	0,9	72	3	5/6	40	30	60	1,б
21	1,0	72	3	5/6	50	30	90	1,б
22	0,95	72	3	5/6	70	40	70	1,б
23	0,85	72	3	5/6	30	20	50	1,б
24	0,9	72	3	5/6	40	50	100	1,б
25	0,95	72	3	5/6	60	60	60	1,б
26	1,1	96	4	5/6	60	30	64	1,а
27	0,85	72	3	5/6	60	30	40	1,в
28	0,95	72	3	5/6	60	40	20	1,а
29	0,9	72	3	5/6	40	30	60	1,в
30	0,95	72	3	5/6	60	60	60	1,а
31	0,9	96	4	5/6	80	30	48	1,б
32	0,9	72	3	5/6	80	60	36	1,а
33	1,0	60	1	3/5	80	100	20	1,а
34	0,95	72	3	5/6	70	40	70	1,в
35	0,9	96	4	5/6	80	40	32	1,б

Шкалы оценивания образовательных достижений

Оценивание студента на экзамене

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	**Оценка (балл за ответ на экзамене)**	**Требования к знаниям**
90-100	44-50 *«отлично»*	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он в результате устного опроса, показал глубокие и прочные знания устройства, назначения и принципа действия трансформаторов, асинхронных машин (АМ), синхронных машин и машин постоянного тока, взаимодействия составных частей посредством магнитных потоков, отличительные особенности машин каждого типа. Показал знание параметров и характеристик машин, правила выбора для конкретных задач производства, методики расчета параметров схемы замещения, допустимые значения параметров основных режимов, диапазоны значений коэффициентов полезного действия и методы определения этих значений, зависимость КПД от нагрузки. Умеет проводить испытания машин в режимах холостого хода, рабочего режима, выбирать оборудование и измерительные приборы для испытаний АМ, умеет строить векторные диаграммы и снимать механические и рабочие характеристики по результатам испытаний. Владеет терминологией области электрических машин, методикой расчета основных параметров, информацией о технических параметрах и диапазонах их вариации. Выполнил все текущие задания и лабораторные работы в полном объеме. В процессе контрольной беседы не затрудняется с ответом при видоизменении заданий. Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демон-

		стрируют аналитические и творческие способности студента
70 - 89	37-43 *«хорошо»*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он в результате устного опроса, показал хорошие знания устройства, назначения и принципа действия трансформаторов, асинхронных машин (АМ), синхронных машин и машин постоянного тока, взаимодействия составных частей посредством магнитных потоков, отличительные особенности машин каждого типа. Показал знание параметров и характеристик машин, правила выбора для конкретных задач производства, методики расчета параметров схемы замещения, допустимые значения параметров основных режимов, диапазоны значений коэффициентов полезного действия и методы определения этих значений, зависимость КПД от нагрузки. Умеет проводить испытания машин в режимах холостого хода, рабочего режима, выбирать оборудование и измерительные приборы для испытаний, умеет строить векторные диаграммы и снимать механические и рабочие характеристики по результатам испытаний. Выполнил основную часть текущих заданий, выполнил лабораторные работы в полном объеме, но полученные при измерении результаты недостаточно точны, результаты анализа и выводы сформулированы кратко. Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью наводящих вопросов преподавателя.
60-69	30 - 39 *«удовлетворительно»*	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он в результате устного опроса, показал базовые знания устройства, назначения и принципа действия трансформаторов, АМ, СМ и МПТ, взаимодействия составных частей посредством магнитных потоков, отличительные особенности машин каждого типа. Показал знание основных параметров и характеристик машин, правила выбора для конкретных задач производства, методики расчета параметров схемы замещения, допустимые значения параметров основных режимов, диапазоны значений коэффициентов полезного действия и методы определения этих значений, зависимость КПД от нагрузки. Умеет проводить испытания машин в режимах холостого хода, рабочего режима, выбирать оборудование и измерительные приборы для испытаний с проверкой выбора по справочной литературе, умеет делать выводы о возможности использования машин. Выполнил основную часть текущих заданий (без существенных замечаний) и лабораторных работ, полученные при измерении результаты недостаточно точны, анализ результатов не проводился. Ответы на вопросы и решения задач недостаточно полные. Логика и последовательность решения задачи нарушаются. В ответах отсутствуют выводы.
менее 60	Менее 30 *«неудовлетворительно»*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не показал знаний устройства, назначения и принципа действия трансформаторов, АМ, СМ и МПТ, взаимодействия составных частей посредством магнитных потоков, отличительные особенности машин каждого типа. Не знает основных параметров и характеристик машин,

		правила выбора для конкретных задач производства, методики расчета параметров схемы замещения, допустимые значения параметров основных режимов, диапазоны значений коэффициентов полезного действия и методы определения этих значений, зависимость КПД от нагрузки. Умеет уверенно проводить испытания машин в режимах холостого хода, рабочего режима, выбирать оборудование и измерительные приборы для испытаний с проверкой выбора по справочной литературе, не умеет делать выводы о возможности использования машин. Выполнил текущие задания и лабораторные работы не в полном объеме. Ответы на вопросы и решения задач недостаточно полные. Логика и последовательность решения задачи нарушаются. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60 % от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается не аттестованным по данной дисциплине

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209984— Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ванурин, В. Н. Электрические машины / В. Н. Ванурин. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-507-44500-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/230381— Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины. В двух томах. Том 1 : учебник для вузов. / Иванов-Смоленский А. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01222-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html - Режим доступа : по подписке.

4. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины. В двух томах. Том 2 : учебник для вузов. / Иванов-Смоленский А. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01223-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012239.html - Режим доступа : по подписке.

5. Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 267 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03222-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490714

6. Копылов, И. П. Электрические машины в 2 т. Том 2 : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 407 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03224-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490715.

7. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие для вузов / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00881-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490137

Дополнительная литература:

8. Шевырёв, Ю. В. Электрические машины : учебник / Ю. В. Шевырёв. — Москва : МИСИС, 2017. — 261 с. — ISBN 978-5-906846-50-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/108117 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Москаленко, В.В. Электрические машины и приводы: Учебник / В.В. Москаленко. - М.: Академия, 2018. - 128 с.

10. Ковалев, В. З. Электрические машины : учебное пособие / В. З. Ковалев, А. Г. Щербаков. — Ханты-Мансийск : ЮГУ, 2018. — 286 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/148998— Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Галишников, Ю. П. Трансформаторы и электрические машины : курс лекций / Ю. П. Галишников. - Москва : Инфра-Инженерия, 2021. - 216 с. - ISBN 978-5-9729-0602-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972906024.html- Режим доступа : по подписке.

Методические материалы к лабораторным работам представлены в методических указаниях

12. Хречков Н.Г. Изучение устройства трансформатора. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения /Н.Г. Хречков. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 20 с.

13. Алексеев Б.В. Испытание однофазного трансформатора. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения /Н.Г. Хречков. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 20 с.

14. Хречков Н.Г. Исследование однофазного и трехфазного трансформаторов. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения /Н.Г. Хречков. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 20 с.

15. Хречков Н.Г. Параллельная работа трансформаторов. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения /Н.Г. Хречков. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 16 с.

16. Хречков Н.Г. Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения /Н.Г. Хречков. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 15 с.

17. Хречков Н.Г. Автоматизация торможения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения /Н.Г. Хречков. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 16 с.

18. Хречков Н.Г. Обмотки машин переменного тока. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения /Н.Г. Хречков. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 16 с.

19. Свиридова В.Б. Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для

студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения /В.Б. Свиридова. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 24 с.

20. Алексеев Б.В. Испытание генератора постоянного тока. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения / Б.В. Алексеев. – Балаково: копипринтер БИТИ, 2015. – 24 с.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных необходимым оборудованием.

Лабораторное оборудование:

1. Стенд ЭОЭ5-С-К «Электротехника и основы электроники: электрические и магнитные цепи, основы электроники, электрические машины и привод»

2. Набор для монтажа в комнате электромонтажника схем управления трехфазным асинхронным двигателем с коротко-замкнутым ротором (учебное оборудование)

3. Типовой комплект учебного оборудования «Система управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором». СУ-АДКР-мини.

4. Типовой комплект учебного оборудования «Конструкция электрических машин и аппаратов», исполнение стендовое ручное, КЭМиА-СР.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

Учебно-методическое обеспечение для студентов

На первом занятии по данной учебной дисциплине студентам необходимо понять порядок ее изучения, организационные формы занятий, усвоить характеристику особенностей каждой формы, объем курса, формы аттестации и основные требования. Необходимо понять место и роль дисциплины в системе наук, ее взаимосвязь с другими учебными курсами, определить цели и задачи дисциплины, ее практическое значение в системе электроснабжения в целом, усвоить требования кафедры. Получить список рекомендуемой литературы.

1. Указания для прослушивания лекций

При подготовке к лекционным занятиям студенты должны повторить лекционный материал предыдущего занятия и понятия других дисциплин, на которых будет базироваться планируемая очередная лекция. Прослушанной лекции должна соответствовать самостоятельная работа по углублению и расширению знаний с проработкой рекомендуемой литературы, ознакомление с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия.

Выполнение расчетов рекомендуется выполнять с помощью калькуляторов, а сложных с применением компьютеров и прикладных программных продуктов. Во втором случае целесообразно провести сравнение ручного и машинного расчета (моделирования), выявить преимущества каждого. При оформлении результатов необходимо выполнять комментарии применения прикладных программ и обязательную ссылку на них.

В ходе лекционного занятия студент должен записать тему и целевую установку и при необходимости план лекции со всеми рассматриваемыми вопросами.

Студенты должны выполнять конспектирование лекционного материала, отражая в конспектах основные положения изучаемой темы, формулировать тезисы, приводить доказательства, выводы формул и уравнений. При выполнении записей следует оставлять чистые места для записей по результатам самостоятельной работы.

2. Указания для выполнения лабораторных работ

На вводном лабораторном занятии студенты обязаны пройти инструктаж по технике безопасности с оформлением его результатов в журнале или на бланке проведения инструктажа. Студенты, не прошедшие инструктаж по охране труда, к лабораторным занятиям не допускаются.

Студенты знакомятся с порядком проведения занятий. Выполнению лабораторной работы должна предшествовать домашняя теоретическая подготовка по теме работы, изучение лабораторной установки (или оборудования) ее схемы и методики проведения по методическим указаниям на учебном занятии. По готовности студентов проводится краткая беседа с преподавателем, по результатам которой выполняется допуск студентов на лабораторный стенд для установления однозначного соответствия между элементами схемы и реальным оборудованием. Далее выполняется проверка готовности непосредственно на установке с повторным обсуждением методики и всех манипуляций с органами управления и оборудованием. Выполняется демонстрационный запуск установки в присутствии преподавателя, обращается внимание на технику безопасности и далее студенты приступают к самостоятельной работе на стенде.

Полученные результаты обрабатываются на занятии в черновом варианте, выполняются расчеты, строятся графики, формулируются выводы. Предварительные результаты проверяются преподавателем, выдаются замечания, формулируются вопросы по полученным результатам. На основе выполненной работы составляется чистовой вариант отчета. Для исключения потерь времени окончательный отчет составляется по требованиям методических указаний дома.

Составленный чистовой отчет защищается, по результатам окончательной беседы по вопросам методических указаний или по результатам решения контрольной задачи выставляется зачет по лабораторной работе.

Выполнение лабораторных работ на реальным оборудовании, стендах и установках полезно дублировать выполнением моделирования процесса или установи с последующим сравнением результатов. Сопоставление результатов группой студентов должно носить творческой характер, инициирует вклад каждого в отчет и способствует приобретению навыка совместной работе в коллективе.

Подготовка к выполнению лабораторных работ в интерактивной форме организуется в форме беседы, в которой от темы и целевой установки коллективно выполняется переход к разработке методики эксперимента, схеме экспериментальной установки, выбору единиц оборудования с анализом технических характеристик и паспортных данных. В применяемой методике применяются элементы мозгового штурма. Далее коллективно выполняется сборка экспериментальной установки на основе синтезированной схемы и выполнение работы по обсужденной методике.

В ходе учебного процесса по результатам выполнения лабораторных работ и расчетных заданий выполняется текущий контроль выполнения учебного плана и усвоения содержания курса.

3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к тестированию по результатам усвоения разделов.

Аттестация разделов проводится по результатам выполнения тестов.

По результатам выполнения лабораторных и расчетных работ выполняется допуск к экзаменам. Экзамены проводятся по экзаменационным билетам преимущественно в устной форме с обязательным учетом результатов текущей успеваемости и аттестации.

Методические указания для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, перечислить организационные формы занятий, дать характеристику особенностей каждой формы, объем курса, формы аттестации и основные требования. Необходимо раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее взаимосвязь с другими учебными курсами, определить цели и задачи дисциплины, ее практическое значение в системе электроснабжения в целом, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы. Дать список рекомендуемой литературы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, подготовить необходимое демонстрационное оборудование, наглядные пособия, плакаты и элементы презентации.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных моментах, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать все получаемые результаты и выводы. По ходу изложения лекционного материала целесообразно задавать риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, формулировать тезисы, приводить доказательства, выводы формул и уравнений, чертежи и схемы.

Курс «Электрические машины» должен базироваться на знаниях предшествующих дисциплин, особенно физики. Закон электромагнитной индукции Фарадея, правило Ленца и правой руки, сила Ампера, правило левой руки и правило буравчика должны быть фундаментом при обосновании устройства и принципа действия всех электрических машин. Дальнейшее наращивание знаний, терминов, понятий рассматривать как результат усложнения конструкции, реализующей тот же принцип, но позволяющий получить те или иные эксплуатационные характеристики и параметры, повышение КПД, снижение материалоемкости и повышение экономичности. Параллельно постоянно применять математический анализ для изменений конструкции и получать аналитические соотношения, обосновывать схемы включения и управления.

Учебный процесс целесообразно дополнять презентациями, которые должны носить фрагментарный характер и не подменять собой лекцию в целом. Применять проектор следует только тогда, когда необходимо показать динамику процесса, реальное оборудование, которое не может быть представлено как демонстрационное по причине больших габаритов или высо-

кой стоимости образцов. Полезным может быть демонстрация коротких видео роликов с предприятий энергетики.

2. Указания для проведения лабораторных занятий

На вводном лабораторном занятии необходимо провести инструктаж по технике безопасности с оформлением его результатов в журнале или на бланке проведения инструктажа. Студенты, не прошедшие инструктаж по охране труда, к лабораторным занятиям не допускаются.

Следует ознакомить студентов с порядком проведения занятий. Выполнению лабораторной должна предшествовать домашняя теоретическая подготовка по теме работы, изучение лабораторной установки (или оборудования) ее схемы и методики проведения по методическим указаниям на учебном занятии. По готовности студентов проводится краткая беседа с преподавателем, по результатам которой выполняется допуск студентов на лабораторный стенд для установления однозначного соответствия между элементами схемы и реальным оборудованием. Далее выполняется проверка готовности непосредственно на установке с повторным обсуждением методики и всех манипуляций с органами управления и оборудованием. Выполняется демонстрационный запуск установки в присутствии преподавателя, обращается внимание на технику безопасности и далее студенты приступают к самостоятельной работе на стенде.

Полученные результаты обрабатываются на занятии в черновом варианте, выполняются расчеты, строятся графики, формулируются выводы. Предварительные результаты проверяются преподавателем, выдаются замечания, формулируются вопросы по полученным результатам. На основе выполненной работы составляется чистовой вариант отчета. Для исключения потерь времени окончательный отчет составляется по требованиям методических указаний дома.

Составленный чистовой отчет защищается, по результатам окончательной беседы по вопросам методических указаний или по результатам решения контрольной задачи выставляется зачет по лабораторной работе.

Выполнение лабораторных работ на реальным оборудовании, стендах и установках рекомендуется дублировать выполнением моделирования процесса или установи с последующим сравнением результатов. Сопоставление результатов группой студентов носит творческой, позволяет активизировать процесс обучения, выявить преимущества методов моделирования и эксперимента.

Подготовка к выполнению лабораторных работ в интерактивной форме организуется в форме беседы, в которой от темы и целевой установки коллективно выполняется переход к разработке методики эксперимента, схеме экспериментальной установки, выбору единиц оборудования с анализом технических характеристик и паспортных данных. В применяемой методике применяются элементы мозгового штурма. Далее коллективно выполняется сборка экспериментальной установки на основе синтезированной схемы и выполнение работы по обсужденной методике.

При подготовке к лабораторным занятиям следует включать элементы практических занятий. При этом необходимо уточнить план его проведения, выполнить подбор учебных задач для закрепления результатов лабораторных работ, продумать содержание учебных заданий, выносимых на коллективное решение и анализ и для задач индивидуальной работы (карточки).

После каждого лекционного и лабораторного занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях.

3.Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы допускается требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил доцент Костин Д.А.

Рецензент: доцент Щеголев С.С.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Председатель учебно-методической комиссии профессор Кобзев Р.А.