Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.07.2025 15:38:02
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехнические системы

Направление подготовки
15.04.06 Мехатроника и роботехника

Профиль
Промышленная мехатроника

Квалификация
Магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):
Доцент кафедры «Автоматика и управление»
к.т.н. /А.С. Кульмухаметова/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент /В.Р. Гасияров/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3 Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ... 6
3.3 Содержание дисциплины ... 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 9
4.2 Основная литература ... 9
4.3 Дополнительная литература ... 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 10
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5 Материально-техническое обеспечение ... 10
6 Методические рекомендации ... 10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 11
7 Фонд оценочных средств ... 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 14
7.3 Оценочные средства ... 18

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Основной целью освоения дисциплины «Электротехнические системы» является овладение учащимися теоретической базой для изучения комплекса специальных электротехнических дисциплин.

К основным задачам освоения дисциплины «Электротехнические системы» следует отнести:

– выработка общих подходов к формулировке и решению электротехнических задач;

– формирование знаний основных законов и методов теории электрических цепей и их применения для решения практических задач;

– понимание принципов работы электромеханических преобразователей их, устройства, физических явлений и закономерностей;

– ознакомление с перспективным направлениям развития электрических двигателей и электромеханических аппаратов.

Обучение по дисциплине «Современные методы теории управления» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-2. Способен использовать современные технологии обработки информации, технические средства и вычислительную технику, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов при проектировании и конструировании промышленных мехатронных систем и систем автоматизации.	ИПК-2.1. Понимает основные положения современных технологий обработки информации, основные характеристики и принципы работы технических средств автоматизации и вычислительной техники, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов ИПК-2.2. Применяет современные технологии обработки информации при проектировании и конструировании промышленных мехатронных систем и систем автоматизации, также формирует требования к компонентам промышленных мехатронных систем; ИПК-2.3. Формирует требования к компонентам автоматизированных систем, включая информационно-измерительные и исполнительные элементы,	**Знать:** - принцип действия современных типов электромеханических элементов постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики; - основные понятия и законы теории электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах; **Уметь:** - использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электромеханических элементов; - рассчитывать переходные и установившиеся процессы в линейных и нелинейных электрических цепях; **Владеть:** - навыками расчетов, анализа режимов работы и характеристик

	устройства обработки, вычисления и управления, а также выбирает технические средства для требуемой промышленной мехатронной системы с учетом технической сложности и сроков реализации;	электромеханических элементов; - навыками моделирования физических процессов в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Автоматизированное проектирование электротехнической документации;
Математическое моделирование объектов управления и мехатронных систем;
Монтаж и наладка мехатронных и робототехнических систем;
Проектирование мехатронных систем;
Производственная практика (проектно-технологическая);
Современные методы теории управления;
Управление промышленными мехатронными системами;
Учебная практика (ознакомительная);
Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			1
1	**Аудиторные занятия**	**64**	**64**
	В том числе:		
1.1	Лекции	32	32
1.2	Семинарские/практические занятия	16	16
1.3	Лабораторные занятия	16	16
2	**Самостоятельная работа**	**152**	**152**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекциям	32	32
2.2	Подготовка к лабораторным работам	36	36
2.3	Подготовка к практическим занятиям	36	36
2.4	Подготовка к экзамену по дисциплине	18	18
2.5	Выполнение и подготовка к защите расчетно-графической работы	30	30
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	-	Экзамен
	Итого	**216**	**216**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Электротехника**	**64**	**8**	**8**	**4**	**0**	**44**
1.1	Тема 1. Основные понятия и законы электрических цепей. Методы решения задачи анализа.		2	2			10
1.2	Тема 2. Трёхфазная система ЭДС. Симметричные трехфазные цепи. Несимметричные трехфазные цепи.		2	2	2		12
1.3	Тема 3. Законы коммутации.		2	2	2		12
1.4	Тема 4. Основные свойства электронных элементов и их применение в промышленности.		2	2			10
2	**Раздел 2. Классификация электромеханических элементов и основные физические законы их функционирования**	**44**	**6**	**0**	**2**	**0**	**36**
2.1	Тема 1. Классификация электромеханических элементов.		2				12
2.2	Тема 2. Основные физические законы их функционирования.		2				12
2.3	Тема 3. Аппараты управления и их электродинамическая стойкость.		2		2		12
3	**Раздел 3. Основные процессы в электромеханических системах электрических аппаратах**	**48**	**6**	**2**	**4**	**0**	**36**
3.1	Тема 1. Герконовые реле		2		2		12
3.2	Тема 2. Бесконтактные полупроводниковые электрические аппараты управления		2	2			12
3.3	Тема 3. Электромагниты.		2		2		12
4	**Раздел 4. Основные процессы в электромеханических системах электрических машин**	**60**	**12**	**6**	**6**	**0**	**36**
4.1	Тема 1. Двигатели постоянного тока.		4	2	2		12
4.2	Тема 2. Асинхронная электрическая машина		4	2	2		12
4.3	Тема 3. Синхронная электрическая машина		4	2	2		12
	Итого	**216**	**32**	**16**	**16**	**0**	**152**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Электротехника

Основные понятия и законы электрических цепей. Методы решения задачи анализа. Закон Ома, Законы Кирхгофа. Способы соединения элементов электрической цепи, баланс мощности. Понятие электрического тока. Синусоидальный ток и его основные характеристики. Мощность переменного тока.

Понятие об индуктивных связях. Особенности расчёта цепей с взаимной индуктивностью. Трёхфазная система ЭДС. Симметричные трехфазные цепи. Несимметричные трехфазные цепи.

Расчет линейных электрических цепей при несинусоидальных источниках. Высшие гармоники в трёхфазных цепях. Понятие о переходных процессах. Законы коммутации. Независимые и зависимые начальные условия. Качественный анализ переходных процессов

Понятие об операторном методе расчёта переходных процессов. Оригинал и изображение. Закон Ома и законы Кирхгофа в операторной форме. Основные свойства электронных элементов и их применение в промышленности. Нелинейные цепи.

Раздел 2. Классификация электромеханических элементов и основные физические законы их функционирования

Предмет курса «Электромеханические элементы в мехатронике», его место в системе электротехнического образования. Связь курса со смежными дисциплинами. Краткие исторические сведения. Вклад в электротехнику и в электромашиностроение отечественных и зарубежных ученых. Электромеханический элемент, как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров в мехатронных системах. Требования к электрическим и электронным аппаратам. Аппараты управления и их электродинамическая стойкость. Командоаппараты. Путевые выключатели. Универсальные переключатели. Реостаты. Пусковые и пускорегулирующие реостаты. Контакторы. Магнитные пускатели переменного и постоянного тока. Электромагнитные и тепловые реле. Реле времени. Поляризованные реле. Герконовые реле переменного и постоянного тока.

Раздел 3. Основные процессы в электромеханических системах электрических аппаратах

Электромагнитная сила в герконе. Время срабатывания герконового реле. Конструкция. Управление с помощью постоянных магнитов. Герконовые реле с памятью. Преимущества и недостатки герконов. Бесконтактные полупроводниковые электрические аппараты управления. Электромагнитные явления в электрических аппаратах. Основные законы электричества и магнетизма. Физические явления в электронных аппаратах. Электромагниты. Магнитная цепь. Магнитная проводимость воздушных зазоров. Магнитная цепь электромагнитов постоянного и переменного тока. Обмотки электромагнитов. Требования к материалам для магнитных цепей электромагнитов. Сила тяги электромагнитов. Динамика работы и время срабатывания электромагнитов.

Раздел 4. Основные процессы в электромеханических системах электрических машин

Двигатели постоянного тока. Преобразование электрической энергии в механическую. Принцип обратимости электрических машин. Энергетическая диаграмма и уравнение ЭДС двигателя. Электромеханические характеристики двигателей. Понятие асинхронной машины, ее принцип действия. Основные уравнения, векторные диаграммы, схемы замещения. Механические и скоростные характеристики асинхронного двигателя. Рабочие характеристики при полном и пониженном напряжении. Понятие о синхронном двигателе. Рабочие и механические характеристики синхронных двигателей. Конструкция.

Регулирование активной и реактивной мощности. Понятие асинхронной машины, ее принцип действия. Основные уравнения, векторные диаграммы, схемы замещения. Механические и скоростные характеристики асинхронного двигателя. Рабочие характеристики при полном и пониженном напряжении. Понятие о синхронном двигателе. Рабочие и механические характеристики синхронных двигателей. Конструкция. Регулирование активной и реактивной мощности..

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Расчет цепей постоянного тока. Расчет цепей синусоидального тока.

Практическое занятие 2. Практическая работа №1 "Изучение способов соединение пассивных элементов электрической цепи".

Практическое занятие 3. Практическая работа №2 "Изучение свойств однофазной цепи переменного тока. Поведение емкостного и реактивного сопротивления в цепи переменного тока".

Практическое занятие 4. Практическая работа №3. Изучение схемы со свойствами взаимоиндуктивности. Идеальный трансформатор.

Практическое занятие 5. Практическая работа №4. "Расчет трехфазной симметричной цепи, соединенной по схеме "треугольник".

Практическое занятие 6. Бесконтактные полупроводниковые электрические аппараты управления.

Практическое занятие 7. Выбор двигателя переменного

Практическое занятие 8. Выбор двигателя переменного тока

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторное занятие 1. Лабораторная работа №1. Исследование разветвленной цепи постоянного тока. Баланс мощности. Законы Кирхгофа и Ома.

Лабораторное занятие 2. Лабораторная работа №2. Исследование трехфазной симметричной цепи, соединенной по схеме "звезда"

Лабораторное занятие 3. Лабораторная работа №3. Изучение конструкции и свойств электромагнитных реле постоянного и переменного тока

Лабораторное занятие 4. Лабораторная работа №4. Изучение конструкции и свойств герконового реле, реле времени и поляризованного реле

Лабораторное занятие 5-6. Лабораторная работа №5. Исследование двигателей постоянного тока и снятие электромеханических и механических характеристик

Лабораторное занятие 7-8. Лабораторная работа №6. Исследование двигателей переменного тока и снятие электромеханических и механических характеристик

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 669 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18684-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/568962

2. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебник для среднего профессионального образования / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 146 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18048-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/561981.

3. Лунин, В. П. Электротехника и электроника в 3 т. Том 1. Электрические и магнитные цепи : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. В. Кузнецов ; под общей редакцией В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 255 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03752-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/539483.

4. Электрические и электронные аппараты : учебник и практикум для вузов / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 440 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00953-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560567.

4.3 Дополнительная литература

1. Кузнецов, Э. В. Электротехника и электроника в 3 т. Том 1. Электрические и магнитные цепи : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. В. Кузнецов ; под общей редакцией В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 255 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-03752-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/539483

2. Жуловян, В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Жуловян. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 424 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04293-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/563500.

3. Электроника: электрические аппараты : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 250 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10370-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/565876.

4. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы : учебник для вузов / И. И. Алиев. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04254-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/563111

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Microsoft-Windows
3. Math Works-MATLAB, Simulink

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).
2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.
3. Специализированная аудитория для проведения лабораторных работ. Оборудование и аппаратура: осциллографы, комплект типового лабораторного оборудования "Основы электроники"; ОЭ1-С-Р (стендовое исполнение, ручная версия).

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным и практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Электротехнические системы» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– подготовка к выполнению и защита лабораторных работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение и защита лабораторных работ;
- подготовка и защита расчетно-графической работы
- подготовка к экзамену по дисциплине.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;

- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- практические работы;
- лабораторные работы;
- расчетно-графическая работа;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ПК-2	Способен использовать современные технологии обработки информации, технические средства и вычислительную технику, инструментарий для разработки и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов при проектировании и конструировании промышленных мехатронных систем и систем автоматизации

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Электротехнические системы».

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Практическая работа	Практическая работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите практической работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите. Каждому

			студенту задается не менее 3-х вопросов на тему практической работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
2	Текущий	Лабораторная работа	Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
3	Текущий	Расчетно-графическая работа	Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет расчетно-графическую работу на заданную тему. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита расчетно-графической работы каждого студента индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
4	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время

			проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: - принцип действия современных типов электромеханических элементов постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики; - основные понятия и законы теории электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - принцип действия современных типов электромеханических элементов постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики; - основные понятия и законы теории электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - принцип действия современных типов электромеханических элементов постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики; - основные понятия и законы теории электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - принцип действия современных типов электромеханических элементов постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики; - основные понятия и законы теории электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - принцип действия современных типов электромеханических элементов постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики; - основные понятия и законы теории электрических цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах . Свободно оперирует приобретенными знаниями.

		затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
уметь: - использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электромеханических элементов; - рассчитывать переходные и установившиеся процессы в линейных и нелинейных электрических цепях.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электромеханических элементов; - рассчитывать переходные и установившиеся процессы в линейных и нелинейных электрических цепях.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электромеханических элементов; - рассчитывать переходные и установившиеся процессы в линейных и нелинейных электрических цепях. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электромеханических элементов; - рассчитывать переходные и установившиеся процессы в линейных и нелинейных электрических цепях. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электромеханических элементов; - рассчитывать переходные и установившиеся процессы в линейных и нелинейных электрических цепях. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - навыками расчетов, анализа режимов работы и характеристик электромеханических элементов; - навыками моделирования физических процессов в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - навыками расчетов, анализа режимов работы и характеристик электромеханических элементов; - навыками моделирования физических процессов в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - навыками расчетов, анализа режимов работы и характеристик электромеханических элементов; - навыками моделирования физических процессов в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах. Обучающийся испытывает значительные затруднения при	Обучающийся частично владеет: - навыками расчетов, анализа режимов работы и характеристик электромеханических элементов; - навыками моделирования физических процессов в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при	Обучающийся в полном объеме владеет: - навыками расчетов, анализа режимов работы и характеристик электромеханических элементов; - навыками моделирования физических процессов в электротехнических устройствах и электроэнергетических системах. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях

		применении навыков в новых ситуациях.	аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамена.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля.

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Выполнение и защита практической работы	Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по практическим работам. К

	Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	выполнению экспериментальной части практической работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения практической работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по практической работе содержит расчеты, графическую часть, выводы. Защита отчета по практической работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие практическую работу к защите не допускаются
Выполнение и защита лабораторной работы по теме раздела	Зачтено: набрано 2 и более баллов Не зачтено: набрано 1 и менее баллов Критерии оценивания Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - расчетная и графическая части выполнены верно – 1 балл	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения лабораторной работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по лабораторной работе содержит протокол проведения лабораторной работы, расчеты, графическую часть, выводы. Защита отчета по лабораторной работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется

		оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты, не выполнившие лабораторную работу, к защите не допускаются
Расчетно-графическая работа по теме раздела	Отлично - Работа сдана в срок, расчетная и графическая части выполнены верно, либо имеются недочеты, не влияющие на конечный результат. Хорошо - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания Удовлетворительно - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный; Неудовлетворительно - в расчетной и графической частях есть грубые замечания.	Задание на РГР выдается на первом занятии соответствующего раздела дисциплины и сдается по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Типовые вопросы к защите практических работ

Практическая работа №1:

1. Электрическая цепь и ее элементы. Идеализированные пассивные элементы и их характеристики.
2. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод узловых потенциалов. Формула двух узлов.
3. Характеристики и схемы замещения источников и приемников электрической цепи.
4. Взаимные преобразования звезды и треугольника сопротивлений.
5. Топологические графы электрических цепей. Топологические матрицы.

Практическая работа №2:

1. Способы представления электрических величин синусоидальных функций: временные диаграммы, вектора, комплексные числа.
2. Способы представления электрических величин синусоидальных функций: временные диаграммы, вектора, комплексные числа.
3. Особенности анализа разветвленных и неразветвленных цепей при синусоидальных воздействиях. Активное, реактивное, полное сопротивление цепи.

4. Уравнения электрического равновесия цепей синусоидального тока. Запись уравнений в дифференциальной и комплексной формах.

5. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока.

Практическая работа №3:

1. Индуктивно связанные элементы.
2. Эквивалентная замена индуктивных связей.
3. Линейный трансформатор.
4. Свойства линейных электрических цепей: принципы суперпозиции, компенсации и взаимности.
5. Влияние взаимоиндуктивности

Практическая работа №4:

1. Расчет симметричных режимов трехфазных режимов цепей в треугольнике
2. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей в треугольнике
3. Аварийные режимы треугольника
4. Мощность трехфазных цепей и методы ее измерения
5. Гармонический состав напряжения в треугольнике

Типовые вопросы к защите лабораторных работ

Лабораторная работа №1:

1. Законы Ома и Кирхгофа.
2. Компонентные и топологические уравнения электрических цепей.
3. Расчеты электрических цепей с одним источником методом эквивалентных преобразований.
4. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод контурных токов.
5. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод наложения.

Лабораторная работа №2:

1. Расчет симметричных режимов трехфазных режимов цепей в звезде.
2. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей в звезде.
3. Аварийные режимы звезды.
4. Получение трехфазных ЭДС. Симметричная и несимметричная системы ЭДС.
5. Гармонический состав напряжения в звезде

Лабораторная работа №3:

1. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Нагрев электрических аппаратов.
2. Работа контактов. Термическая стойкость. Электрические контакты.
3. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.
4. Электрическая дуга. Дуга постоянного тока. ВАХ. Условия горения и гашения дуги.
5. Отключение электрических цепей. Условие гашения и горения дуги. Перенапряжение при гашении дуги.
6. Электромагниты. Магнитная цепь электромагнитов переменного тока. Сила тяги электромагнитов.
7. Обмотки электромагнитов постоянного и переменного тока. Динамика работы и время срабатывания электромагнитов.
8. Требования к материалам для магнитных цепей электромагнитов.

9. Классификация аппаратов. Требования.

10. Электромагнитные и тепловые реле. Основные характеристики, требования, выбор.

Лабораторная работа №4:

1. Электромагнитные поляризованные реле. Устройство и принцип действия.

2. Электромагнитные реле тока и напряжения. Выбор реле.

3. Реле тока с выдержкой времени зависящей от тока.

4. Электромагнитные и полупроводниковые реле времени. Устройство, принцип действия, основные характеристики, выбор.

5. Индукционные реле. Устройство и принцип действия.

6. Герконовые реле с памятью. Преимущества и недостатки герконов.

7. Релейный режим работы полупроводникового усилителя. Двухкаскадные усилители. Влияние параметров на характеристики полупроводниковых реле.

8. Транзисторные логические элементы.

9. Операционные усилители. Применение.

10. Применение оптопар в электрических аппаратах.

Лабораторная работа №5:

1. Сравните скоростные (электромеханические) характеристики двигателей параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.

2. Опишите процесс регулирования скорости: а) при изменении регулировочного сопротивления в цепи якоря Rpa при Mc = const. б) при изменение регулировочного сопротивления в цепи возбуждения Rpб при Mc = const.

3. Зависит ли ток якоря двигателя независимого возбуждения при Mc = const: а) от напряжения Uя; б) от сопротивления в цепи якоря Ra в) от сопротивления в цепи возбуждения Rв?

4. Зависит ли ток якоря двигателя параллельного возбуждения при Mc = const; а) от напряжения Uc; б) от сопротивления в цепи якоря Ra; в) от сопротивления в цепи возбуждения Ra?

5. От чего зависит скорость холостого хода двигателя независимого возбуждения? Как она изменится при трех способах регулирования скорости?

6. Почему двигатель последовательного возбуждения нельзя пускать в ход без нагрузки?

7. Рассмотрите процесс преобразования энергии в генераторном и двигательном режимах машин постоянного тока. Для обоих режимов запишите уравнение баланса мощности.

8. Выведите уравнение электрического состояния якорной цепи генератора и двигателя постоянного тока. На электрических схемах генератора и двигателя независимого возбуждения показать направление напряжения U, ЭДС E и тока якоря Ia.

9. Провести анализ влияния изменения полярности напряжений U и Ua на величину и направление напряжения U, ЭДС E и тока якоря Ia, электромагнитного момента Мэм для генератора и двигателя постоянного тока.

10. Изобразите внешние характеристики генераторов независимого и параллельного возбуждения. Объясните их различие.

Лабораторная работа №6:

1. Начертить Т-образную и точную Г-образную схемы замещения.

2. Для чего Т-образную схему замещения преобразуют в Г-образную?

3. Каким образом опытным путем у асинхронного двигателя определяются параметры схемы замещения?

4. Зависит ли синхронная скорость асинхронной машины от напряжения U1, момента на валу, числа пар полюсов?

5. Какое влияние высшие гармонические МДС могут оказать на кривую M = f(S)?

6. При каком соотношении параметров пусковой момент достигает максимального?

7. От каких величин зависит максимальный момент и критическое скольжение?

8. Объяснить повышение энергетических показателей (КПД и cos φ) при понижении напряжения в области малых нагрузок.

9. Опишите последовательность процессов в асинхронном двигателе при изменении нагрузки на валу.

10. По каким экспериментальным данным строят упрощенную круговую диаграмму?

Расчетно-графическая работа (РГР)

Тему РГР студент получает по заданию преподавателя.

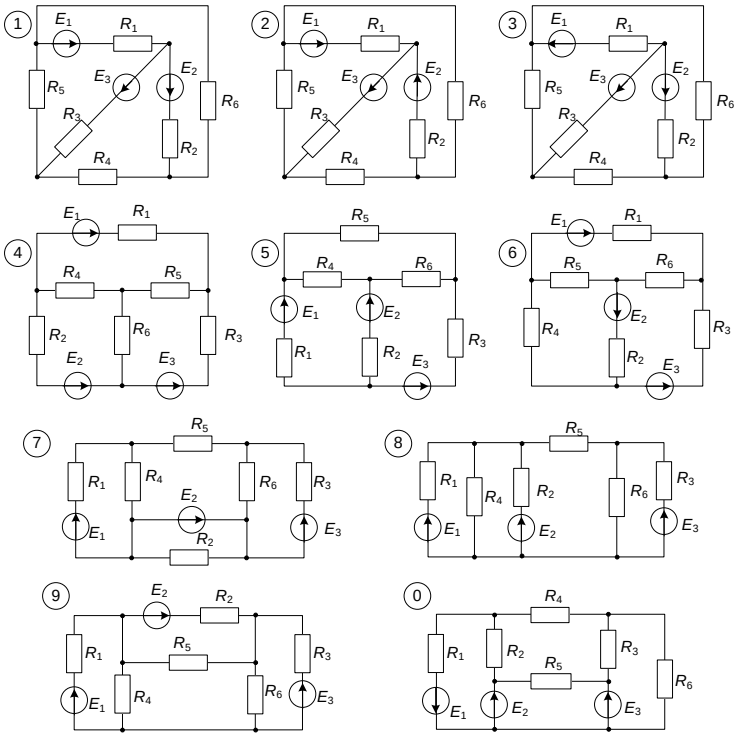
Задание на РГР

Составить уравнение по законам Кирхгофа для расчёта токов во всех ветвях. Рассчитать токи во всех ветвях методом контурных токов. Рассчитать токи во всех ветвях методом узловых потенциалов. Результаты расчёта сравнить между собой. Проверить баланс мощностей

Таблица параметров схемы к задаче

№	E_1, В	E_2, В	E_3, В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	R_5, Ом	R_6, Ом
1	13	9	25	40	45	35	70	80	90
2	25	13	13	35	40	45	75	60	90
3	9	25	13	100	120	80	30	35	40
4	13	9	25	60	70	100	40	45	40
5	25	13	13	110	70	50	40	30	25
6	9	25	13	60	70	80	45	45	45
7	13	13	25	30	40	25	80	30	60
8	25	13	9	30	30	30	90	120	160
9	13	25	13	45	35	25	70	100	130
0	9	13	25	30	35	40	50	60	70

Варианты схем



Типовые вопросы на защите

1. Цепи постоянного тока. Баланс мощностей. Преобразование последовательного и параллельного соединения элементов.
2. Преобразование соединения звездой в треугольник и обратное преобразование.
3. Метод наложения.
4. Метод эквивалентного генератора.
5. Метод узловых потенциалов

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Электрическая цепь и ее элементы. Идеализированные пассивные элементы и их характеристики.
2. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод узловых потенциалов. Формула двух узлов.
3. Характеристики и схемы замещения источников и приемников электрической цепи.
4. Взаимные преобразования звезды и треугольника сопротивлений.
5. Топологические графы электрических цепей. Топологические матрицы.
6. Свойства линейных электрических цепей: принципы суперпозиции, компенсации и взаимности.
7. Законы Ома и Кирхгофа.
8. Компонентные и топологические уравнения электрических цепей.
9. Расчеты электрических цепей с одним источником методом эквивалентных преобразований.
10. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод контурных токов.

11. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод наложения.

12. Способы представления электрических величин синусоидальных функций: временные диаграммы, вектора, комплексные числа.

13. Способы представления электрических величин синусоидальных функций: временные диаграммы, вектора, комплексные числа.

14. Особенности анализа разветвленных и неразветвленных цепей при синусоидальных воздействиях. Активное, реактивное, полное сопротивление цепи.

15. Уравнения электрического равновесия цепей синусоидального тока. Запись уравнений в дифференциальной и комплексной формах.

16. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока.

17. Треугольник мощностей. Колебания энергии мощности. Способы повышения коэффициента мощности.

18. Резонанс токов в цепях переменного тока, условия возникновения и его практическое применение.

19. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока. Треугольник мощностей. Колебания энергии мощности. Способы повышения коэффициента мощности.

20. Резонанс токов в цепях переменного тока, условия возникновения и его практическое применение.

21. Преобразование Фурье и его свойства. Спектры непериодических функций.

22. Показатели качества искажений синусодиальности

23. Методы расчета цепей с несинусоидальными источниками

24. Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации.

25. Установившиеся (принужденные) и свободные составляющие токов и напряжений при расчете переходных процессов

26. Расчет переходных процессов в электрических цепях с одним реактивным элементом

27. Последовательность расчета переходных процессов в электрических цепях классическим методом

28. Расчет переходных процессов классическим методом с двумя реактивными элементами. Вид свободных составляющих при различных корнях характеристического уравнения.

29. Оригиналы и изображения функций. Эквивалентные операторные схемы.

30. Эквивалентные операторные схемы. Операторные уравнения и их решение. Составление операторных решений

31. Сравните скоростные (электромеханические) характеристики двигателей параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.

32. Опишите процесс регулирования скорости: а) при изменении регулировочного сопротивления в цепи якоря Rpa при Mc = const. б) при изменение регулировочного сопротивления в цепи возбуждения Rpб при Mc = const.

33. Зависит ли ток якоря двигателя независимого возбуждения при Mc = const: а) от напряжения Uя; б) от сопротивления в цепи якоря Ra в) от сопротивления в цепи возбуждения Rв?

34. Зависит ли ток якоря двигателя параллельного возбуждения при Mc = const; а) от напряжения Uc; б) от сопротивления в цепи якоря Ra; в) от сопротивления в цепи возбуждения Ra?

35. От чего зависит скорость холостого хода двигателя независимого возбуждения? Как она изменится при трех способах регулирования скорости?

36. Почему двигатель последовательного возбуждения нельзя пускать в ход без нагрузки?

37. Рассмотрите процесс преобразования энергии в генераторном и двигательном режимах машин постоянного тока. Для обоих режимов запишите уравнение баланса мощности.

38. Выведите уравнение электрического состояния якорной цепи генератора и двигателя постоянного тока. На электрических схемах генератора и двигателя независимого возбуждения показать направление напряжения U, ЭДС E и тока якоря Ia.

39. Провести анализ влияния изменения полярности напряжений U и Ua на величину и направление напряжения U, ЭДС E и тока якоря Ia, электромагнитного момента Мэм для генератора и двигателя постоянного тока.

40. Изобразите внешние характеристики генераторов независимого и параллельного возбуждения. Объясните их различие.

41. Как влияет способ соединения обмоток генератора смешанного возбуждения (согласное или встречное) на вид внешней характеристики генератора. Изобразите характеристики и объясните их различие

42. Как изменится характеристика холостого хода генератора независимого возбуждения при уменьшении скорости его вращения в 2 раза по сравнению с номинальной скоростью. К каким последствиям может привести такое уменьшение скорости, в генераторе параллельного возбуждения;

43. Проделайте построение внешней характеристики генератора параллельного возбуждения с помощью характеристики холостого хода и характеристического треугольника

44. Что такое характеристический треугольник, и каким образом он может быть построен?

45. Изобразите внешнюю характеристику генератора независимого возбуждения. Показать, как изменяется эта характеристика при уменьшении скорости вращения, увеличении тока возбуждения и сопротивления цепи якоря?

46. Объясните, можно ли изменить полярность щеток генераторов параллельного и независимого возбуждения, если при том же направлении вращения пересоединить концы обмоток возбуждения.

47. Начертите на одном графике и обоснуйте вид внешней характеристики генератора независимого возбуждения при различных токах возбуждении

48. Чем определяется установившейся ток короткого замыкания генератора с параллельным возбуждением?

49. Как изменится напряжение на зажимах генератора с параллельным и последовательным возбуждением при одинаковых частотах вращения и сопротивлениях в цепи якоря если нагрузочный ток возрастает в 2 раза?

50. У какого генератора (с независимым возбуждением или с самовозбуждением) при возрастании частоты вращения якоря быстрее нарастает напряжение на зажимах?

51. Почему очень редко применяется генератор с последовательным возбуждением?

52. Начертить Т-образную и точную Г-образную схемы замещения.

53. Для чего Т-образную схему замещения преобразуют в Г-образную?

54. Каким образом опытным путем у асинхронного двигателя определяются параметры схемы замещения?

55. Зависит ли синхронная скорость асинхронной машины от напряжения U1, момента на валу, числа пар полюсов?

56. Какое влияние высшие гармонические МДС могут оказать на кривую M = f(S)?

57. При каком соотношении параметров пусковой момент достигает максимального?

58. От каких величин зависит максимальный момент и критическое скольжение?

59. Объяснить повышение энергетических показателей (КПД и cos φ) при понижении напряжения в области малых нагрузок.

60. Опишите последовательность процессов в асинхронном двигателе при изменении нагрузки на валу.

61. По каким экспериментальным данным строят упрощенную круговую диаграмму?

62. С какой целью в процессе пуска выводится добавочное сопротивление Rд из цепи ротора?

63. Почему пусковые свойства асинхронного двигателя с фазным ротором лучше, чем у асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?

64. Как улучшить пусковые свойства асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?

65. Зависит ли пусковой момент Мп асинхронного двигателя от напряжения? Построить механические характеристики при U = Uном и U < Uном. Во сколько раз снизится Мп при снижении U1 на 10 %?

66. Как зависит Мп и Ммакс асинхронного двигателя от величины активного сопротивления в цепи ротора?

67. Нарисуйте рабочие характеристики асинхронного двигателя и объясните их вид.

68. Почему при холостом ходе cos φ меньше, чем при номинальной нагрузке?

69. Во сколько раз E2 при S = 1 больше E2 при nн=950 об/ мин?

70. С какой целью переключают обмотку статора с "треугольника" на "звезду" при малых нагрузках?

71. Может ли асинхронный генератор работать автономно?

72. Указать некоторые практические случаи применения режима электромагнитного тормоза.

73. В каком режиме асинхронная машина работает при S = 0?

74. Почему в двигателях с фазным ротором практически не используют переключения числа пар полюсов?

75. Как перевести асинхронный двигатель в генераторный режим работы?

76. Объяснить влияние высших гармонических магнитного поля на форму кривой

77. Нарисуйте рабочие характеристики асинхронного двигателя и объясните их вид.

78. Почему при холостом ходе cos φ меньше, чем при номинальной нагрузке?

79. Во сколько раз E2 при S = 1 больше E2 при nн=950 об/ мин?

80. С какой целью переключают обмотку статора с "треугольника" на "звезду" при малых