Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 21.05.2026 18:44:38
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/

«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехнические системы

Направление подготовки

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль

Промышленная автоматизация

Квалификация

Магистр

Формы обучения

очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры АиУ, к.т.н.  А.С. Кульмухаметова

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

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры АиУ,
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) 9
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 «Электротехнические системы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-3. 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 систем автоматизации.	ИПК-3.1. 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-3.2. Применяет современные технологии обработки информации при проектировании и конструировании промышленных систем автоматизации, также формирует требования к компонентам промышленных автоматизированных систем; ИПК-3.3. 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 системы автоматизации 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 автоматизированных систем;
Монтаж и наладка автоматизированных систем;
Проектирование промышленных систем автоматизации;
Производственная практика (проектно-технологическая);
Современные методы теории управления;
Промышленный интернет вещей в машиностроении;
Промышленный интернет вещей в автомобилестроении;
Учебная практика (ознакомительная);
Проектирование человеко-машинного интерфейса.

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**	**58**	**8**	**6**	**8**	**0**	**36**
1.1	Тема 1. Основные понятия и законы электрических цепей.		2		2		6
1.2	Тема 2. Электрические цепи постоянного тока Методы расчета электрических цепей.		2	2	2		10
1.3	Тема 3. Электрические цепи переменного тока. Основные понятия и методы расчета.		2	2	2		10
1.4	Тема 4. Трехфазные электрические цепи		2	2	2		10
2	**Раздел 2. Электромеханические элементы и основные физические законы их функционирования**	**30**	**6**	**0**	**0**	**0**	**24**
2.1	Тема 1. Классификация электромеханических аппаратов. Физические процесс в электрических аппаратах.		2				12
2.2	Тема 2. Электрический контакт. Электрическая дуга Электромагниты.		2				12
3	**Раздел 3. Основные процессы в электромеханических системах электрических аппаратах**	**28**	**4**	**0**	**0**	**0**	**24**
3.1	Тема 1. Электромеханические аппараты автоматики		2				12
3.2	Тема 2. Контакторы, пускатели, реле времени, автоматические выключатели		2				12
4	**Раздел 4. Основные процессы в электромеханических системах электрических машин. Машины постоянного тока**	**36**	**6**	**4**	**2**	**0**	**24**
4.1	Тема 1. Введение в электромеханику. Общие сведения о машинах постоянного тока		2				8
4.2	Тема 2. Принципы действия машин постоянного тока. Генераторы постоянного тока		2	2			8
4.3	Тема 3. Двигатели постоянного тока		2	2	2		8

5	**Раздел 5. Основные процессы в электромеханических системах электрических машин. Трансформаторы**	**28**	**4**	**2**	**2**	**0**	**20**
5.1	Тема 1. Трансформаторы, общие сведения, схемы замещения		2	2	2		12
5.2	Тема 2. Трехфазные трансформаторы		2				8
6	**Раздел 6. Основные процессы в электромеханических системах электрических машин. Машины переменного тока**	**36**	**4**	**4**	**4**	**0**	**24**
6.1	Машины переменного тока. Асинхронные двигатели		2	2	2		12
6.2	Синхронные машины		2	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

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 автоматизированных 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. Машины постоянного тока

Двигатели постоянного тока. Преобразование электрической энергии в механическую. Принцип обратимости электрических машин. Энергетическая диаграмма и уравнение ЭДС двигателя. Электромеханические характеристики двигателей.

Раздел 5. Основные процессы в электромеханических системах электрических машин. Трансформаторы

Общие сведения о трансформаторах, конструкция, принцип действия, способы описания и расчета, схемы замещения. Трехфазные трансформаторы, особенности конструкции и расчет. Трансформаторы специального назначения, измерительные трансформаторы, автотрасформаторы.

Раздел 6. Основные процессы в электромеханических системах электрических машин. Машины переменного тока

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 цепи постоянного тока
Практическое занятие 2 Расчет цепи переменного тока
Практическое занятие 3 Расчет трехфазных цепи переменного тока
Практическое занятие 4 Расчет генераторов постоянного тока
Практическое занятие 5 Расчет двигателей постоянного тока
Практическое занятие 6. Расчет трансформаторов
Практическое занятие 7. Расчет асинхронной машины
Практическое занятие 8 Расчет синхронной машины

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Знакомство со средой визуального моделирования Simulink пакета Matlab
Лабораторная работа 2. Электрические цепи постоянного тока.
Лабораторная работа 3. Электрические цепи однофазного переменного тока
Лабораторная работа 4. Трехфазные электрические цепи переменного тока
Лабораторная работа 5. Однофазные трансформаторы
Лабораторная работа 6. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения
Лабораторная работа 7. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором
Лабораторная работа 8. Исследование синхронных машин

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, 2026. — 669 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18684-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/599049

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. Электрические и магнитные цепи : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. П. Лунин, Э. В. Кузнецов ; под общей редакцией В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 301 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19692-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/585681.

4. Электрические и электронные аппараты : учебник и практикум для вузов / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 440 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00953-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/583420.

4.3 Дополнительная литература

1. Лунин, В. П. Электротехника. Электрические и магнитные цепи : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. П. Лунин, Э. В. Кузнецов ; под общей редакцией В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 301 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19692-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/585681

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, 2026. — 250 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10370-0. —

Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/587311.

4. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы : учебник для вузов / И. И. Алиев. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04254-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/585477

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1 ЭОР Электротехнические системы
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=14871

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;
- тестирования;
- 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-3	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 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	Тестирование	Тестирование проводится на последнем занятии изучаемой темы. Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. В рамках тестирования проверяется знание теоретической базы.
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 затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	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.
уметь: - использовать полученные знания при решении	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:	Обучающийся демонстрирует неполное	Обучающийся демонстрирует частичное	Обучающийся демонстрирует полное соответствие

практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электромеханических элементов; - рассчитывать переходные и установившиеся процессы в линейных и нелинейных электрических цепях.	- 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.	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.	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.	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 применении навыков в новых ситуациях.	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 аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	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 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 Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по практическим работам. К выполнению экспериментальной части практической работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения практической работы. Протоколы

	один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	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

Тестирование по теме	Тест содержит 5 заданий, правильный ответ на 1 задание соответствует 1 баллу. Время тестирования - 10 минут. Студенту предоставляется одна попытка для прохождения теста. Максимальная оценка за тест – 5 баллов. Тест считается успешно пройденным, если студент дал не менее 60% правильных ответов (набрал не менее 3 баллов).	Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 10 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Типовые вопросы к защите практических работ

Практическая работа №1:

1. Сформулировать закон Ома для участка и для замкнутого контура.
2. Нарисовать схемы с последовательным и параллельным соединением пассивных элементов, указать основные свойства этих соединений, схему со смешанным соединением пассивных элементов; дать порядок расчета этих схем.
3. Нарисовать схемы соединения пассивных элементов звездой и треугольником и объяснить порядок их расчета.
4. Сформулировать первый и второй законы Кирхгофа, объяснить правила знаков.
5. Сформулировать уравнение баланса мощностей.

Практическая работа №2:

1. Как рассчитать ток, потребляемый из сети, при параллельном соединении резистора, индуктивной катушки и конденсатора, если параметры потребителей и приложенное напряжение известны?
2. Как рассчитать активную и реактивную составляющие тока отдельной ветви и общего тока, если известны параметры параллельно включенных потребителей и приложенное напряжение?
3. Построить векторные диаграммы токов и напряжений для цепей, содержащих параллельное соединение R и L, R и C, реальной катушки (с активным сопротивлением R и индуктивностью L и C.
4. Что такое коэффициент мощности потребителя? Объяснить экономическое значение коэффициента мощности.
5. Как рассчитать коэффициент мощности цепи, если известны параметры параллельно включенных потребителей энергии?

Практическая работа №3:

1. Что такое симметричная трехфазная система напряжений? Чем отличаются друг от друга системы с прямым и обратным следованием (чередованием) фаз? Показать на векторных диаграммах.

2. Как обозначаются (маркируются) начала и концы фаз трехфазных источников и потребителей? Как осуществить их соединение звездой и треугольником?

3. Дать определение фазных и линейных напряжений. Каково соотношение между линейными и фазными напряжениями на зажимах генератора, соединенного по схеме звезда?

4. Дать определение фазных и линейных токов. Каково соотношение между этими токами при соединении приемника по схеме звезда?

5. Какая нагрузка называется симметричной?

Практическая работа №4:

1. Перечислите способы возбуждения генераторов постоянного тока.

2.От чего зависит величина ЭДС, индуцируемой в генераторе постоянного тока?

3 От чего зависит напряжение на зажимах генератора?

4 Как определить ток нагрузки генератора постоянного тока независимого возбуждения?

5 Чем определяются потери энергии генератора постоянного тока?

Практическая работа №5:

1 Перечислите способы возбуждения двигателей постоянного тока.

2 Что относится к пусковым свойствам двигателя постоянного тока? Как их улучшают?

3 От чего зависит скорость вращения двигателя постоянного тока?

4 Как определить величину вращающего момента электродвигателя?

5 Что определяют понятия «кратность пускового тока», «кратность

Практическая работа №6:

1. Изобразите (схематически) однофазный трансформатор и объясните принцип его работы.
2. Выведите выражения для действующих ЭДС, наводимых в первичной и вторичной обмотках трансформатора основным магнитным потоком.
3. В чем состоит режим холостого хода трансформатора? Начертите векторную диаграмму режима холостого хода.
4. Что называют коэффициентом трансформации трансформатора?
5. Почему на сердечнике трансформатора обмотки высшего и низшего напряжений размещают на общем стержне?

Практическая работа №7:

1 Объясните устройство и принцип действия асинхронного электродвигателя.

2 Каково соотношение между частотами вращающегося магнитного поля статора n1 и ротора n2ном?

3 Объясните, что называется скольжением асинхронного двигателя и как оно изменяется с увеличением тормозного момента.

4 Как можно рассчитать КПД асинхронного двигателя? Какие виды потерь существуют при работе асинхронного двигателя?

Практическая работа №8:

1. Что является характерным признаком синхронных машин?

2 Перечислите способы возбуждения синхронной машины.

3 Чем отличается синхронная машина от асинхронной?

4.Как различаются синхронные машины по конструкции якоря?

5.Какие виды потерь имеют место в синхронной машине?

Типовые вопросы к защите лабораторных работ

Лабораторная работа №1:

1. Как создать модель?.
2. Какие элементы содержит окно модели?.
3. Как установить параметры расчета и его выполнения?.
4. Как запустить расчет

Лабораторная работа №2:

1. Что понимается под ветвью, узлом, контуром электрической схемы?
2. В чем отличие между принципиальной схемой и схемой замещения?
3. Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
4. Как определяется эквивалентное сопротивление при последовательном, параллельном и смешанном соединении резисторов?
5. В чем заключается метод эквивалентных преобразований?

Лабораторная работа №3:

1. Как определить амплитудное, среднее и действующее значение синусоидальной величины?
2. Какие способы представления синусоидальных величин вы знаете?
3. Какие процессы происходят в цепи с активным сопротивлением, питаемой синусоидальным током?
4. Какие процессы происходят в цепи с индуктивностью, питаемой синусоидальным током?
5. Какие процессы происходят в цепи с емкостью, питаемой синусоидальным током?

Лабораторная работа №4:

1. В чем заключается эффективность применения трехфазного переменного тока?
2. Опишите способы изображения трехфазной системы ЭДС, устройство трехфазного синхронного генератора.
3. Укажите основные недостатки несвязанной трехфазной системы.
4. Опишите схему, основные соотношения и нарисуйте векторную диаграмму для четырехпроводной трехфазной цепи (звезды с нейтральным проводом) в симметричном режиме работы.
5. Опишите схему, основные соотношения и нарисуйте векторную диаграмму для трехпроводной трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой в симметричном режиме работы.

Лабораторная работа №5:

1. Опишите схему замещения трансформатора.
2. Опишите принцип определения параметров схемы замещения.
3. Опишите внешнюю характеристику трансформатора.
4. Опишите виды потерь в трансформаторе.
5. Опишите принцип расчета и график изменения К.П.Д. трансформатора?

Лабораторная работа №6:

1 Как изменится скорость вращения двигателя независимого возбуждения, если:

А) ток возбуждения уменьшить вдвое?

Б) напряжение на якоре уменьшить вдвое?

В) одновременно вдвое уменьшить IВ и U?

2 Почему при длительном режиме работы двигатель можно нагружать номинальным моментом нагрузки, когда на якорь подается пониженное напряжение U, но надо уменьшать момент нагрузки, когда двигатель работает при токе возбуждения IВ <IВН?

3 Как и почему изменяется ток якоря при нагружении двигателя моментом нагрузки?

4 Если включенный в сеть двигатель постоянного тока с помощью внешнего момента разогнать до скорости идеального холостого хода n0, то:

А) чему будет равен при этом ток якоря?

Б) чему будет равен момент М двигателя?

5 Как изменяется IЯ и М, если двигатель внешним моментом разогнать до n >n0?

Лабораторная работа №7:

1. Опишите принцип образования вращающегося магнитного поля в статоре асинхронного двигателя.

2. Опишите устройство асинхронных двигателе с короткозамкнутым и фазным ротором.

3. Опишите принцип действия асинхронного двигателя.

4. Нарисуйте и опишите механическую характеристику асинхронного двигателя.

5. Опишите способы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Лабораторная работа №8:

1. С помощью какого блока можно выделить характеристики синхронного двигателя?

2. Каким блоком задается источник постоянного напряжения?

3. Какой блок используется для измерения параметров электрических сигналов?

4. Какие виды синхронных двигателей находятся в библиотеках Matlab?

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