Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Поверинов Игорь Егорович
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 23.04.2026 08:26:42
Уникальный программный ключ:
6d465b936eef331cede482bded6d12ab98216652f016465d93b72a2eab0de1b2

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н.Ульянова»)

Факультет энергетики и электротехники

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий имени А.А. Федорова

Кафедра электрических и электронных аппаратов

Утверждена в составе образовательной программы высшего образования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ»

Научная специальность – 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы
Форма обучения – очная
Год начала освоения – 2026

Чебоксары – 2026

СОСТАВИТЕЛЬ (СОСТАВИТЕЛИ):

Доцент кафедры ЭИЭС, к.т.н., В.С. Петров

Зам. заведующего кафедрой ЭиЭА, к.т.н., доцент Н.В. Руссова

ОБСУЖДЕНО:
на заседании кафедры электрических и электронных аппаратов 16 марта 2026 г., протокол № 8

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета Н.В. Руссова
Начальник отдела подготовки и
повышения квалификации
научно-педагогических кадров С.Б. Харитонова

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).

Цель освоения дисциплины – формирование у аспирантов самостоятельно ставить и решать вопросы, составляющих проблему при эксплуатации, проектированию, оптимизации режимов и повышение эффективности работы электротехнических комплексов и систем с учетом современных требований к ним.

Задачи дисциплины – формирование у аспирантов:

- готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- получение общих сведений о теории, технологиях проектирования и изготовления современной электрической аппаратуры, использования новых материалов, включая полимерные материалы.
- способности и готовности анализировать научно- техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;
- готовности участвовать в исследовании объектов и систем электроэнергетики и электротехники;
- готовности планировать экспериментальные исследования;
- готовности понимать существо задач анализа и синтеза объектов в технической среде;
- способности выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов.

2. Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля).

В процессе освоения данной дисциплины обучающиеся формируют следующие результаты освоения дисциплины:

К7 – способность развивать общую теорию электротехнических комплексов и систем, анализировать системные свойства и связи, проводить физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования промышленного назначения;

К8 – готовность разрабатывать научные основы проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов;

К9 – готовность осуществлять разработку, структурный и параметрический синтез, оптимизацию электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработку алгоритмов эффективного управления.

3. Структура и содержание дисциплины (модуля).

3.1. Структура дисциплины (модуля).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Формируемые компетенции	Форма текущего контроля
1	Раздел 1. Теория электропривода	К7	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
2	Раздел 2. Автоматическое управление электроприводом	К8	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
3	Раздел 3. Теория и принципы работы	К7	Контрольная работа;

	комплексных узлов электрооборудования		устный контроль; тестирование
4	Раздел 4. Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства	К9	Контрольная работа; устный контроль; тестирование
5	Раздел 5. Преобразование электрической энергии	К7	Устный контроль, выступление аспирантов на практических занятиях
6	Раздел 6. Аппараты управления и распределения электрической энергии	К8	Устный контроль, выступление аспирантов на практических занятиях
7	Раздел 7. Силовые электронные аппараты	К9	Устный контроль, выступление аспирантов на практических занятиях

3.2. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы.

№ п/п	Темы занятий	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов
	Семестр 3				
	Раздел 1. Теория электропривода				
1.	Тема 1. Электромеханические преобразователи электроэнергии	2		2	4
2.	Тема 2. Математические модели электромеханических систем		2	4	6
3.	Тема 3. Системы основных типов электроприводов	2		2	4
4.	Тема 4. Основные характеристики электроприводов		2	2	4
	Раздел 2. Автоматическое управление электроприводом.				
5.	Тема 5. Принципы построения САУ		2	4	6
6.	Тема 6. Методы анализа и синтеза САУ		2		2
7.	Тема 7. Типовые системы управления электроприводами			2	2
8.	Тема 8. Типовые узлы и типовые САУ		2		2
	Раздел 3. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования				
9.	Тема 9. Комплектные узлы электрооборудования	2		4	6
10.	Тема 10. Основные принципы построения комплектных узлов электрооборудования		2	4	6
11.	Тема 11. Особенности узлов электрооборудования в зависимости их режима работы	2		2	4
	Раздел 4. Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства				
12.	Тема 12. Общие сведения по электроснабжению	2		2	4
13.	Тема 13. Схемы электроснабжения, выбор электрических аппаратов	1	2	2	5
14.	Тема 14. Качество электроэнергии	2		2	4

15.	Тема 15. Теории, применяемые для расчета систем электроснабжения		2	4	6
16.	Тема 16. Режимы работы электрооборудования	1	2	2	5
	Итого за 3 сем., час	**16**	**16**	**40**	**72**
	Семестр 4				
	Раздел 5. Преобразование электрической энергии				
17.	Тема 17. Классификация электромеханических преобразователей энергии, магнитные системы и основные их электромагнитные характеристики	4	2	10	16
18.	Тема 18. Приводные электромагниты коммутационных аппаратов. Форсированные привода электрических аппаратов. Расчет и синтез приводных электромагнитов	2	2	8	12
19.	Тема 19. Динамические процессы в электромеханических преобразователях энергии	2	2	10	12
	Раздел 6. Аппараты управления и распределения электрической энергии				
20.	Тема 20. Контакторы и магнитные пускатели. Общие сведения	1	2	8	12
21.	Тема 21. Категории основного применения контакторов и магнитных пускателей	1	2	8	12
22.	Тема 22. Автоматические выключатели. Конструкция. Характеристики	2	2	12	16
23.	Тема 23. Плавкие предохранители. Ограничители перенапряжений и тока	1	1	8	10
24.	**Раздел 7. Силовые электронные аппараты**				
25.	Тема 24. Силовые ключи. Устройства плавного пуска	1	1	4	6
26.	Тема 25. Источники вторичного питания	1	1	4	6
27.	Тема 26. Микропроцессорные устройства в системах управления и регулирования потоками электрической энергии	1	1	4	6
28.	**Итого за 4 сем., час**	**16**	**16**	**76**	**108**
29.	**Итого, час**	**32**	**32**	**116**	**180**
	Итого, з.е.				**5**

Вид промежуточной аттестации:

зачет – семестр 3;

кандидатский экзамен – семестр 4.

3.3. Темы занятий и краткое содержание.

Раздел 1. Теория электропривода

Тема 1. Электромеханические преобразователи электроэнергии

Лекция 1. Электромеханические преобразователи электроэнергии

1. Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом и его обобщенные функциональные схемы.

2. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах.

3. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей.

4. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты).

Тема 2. Математические модели электромеханических систем

Практическое занятие 1. Математические модели электромеханических систем

1. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.

2. Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.

3. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.

4. Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или не линейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.

Тема 3. Системы основных типов электроприводов

Лекция 2. Регулирование координат электропривода.

1. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения.

Тема 4. Основные характеристики электроприводов

Практическое занятие 2. Основные характеристики приборных систем электроприводов.

1. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.

2. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.

Раздел 2. Автоматическое управление электроприводом

Тема 5. Принципы построения САУ

Практическое занятие 3. Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом.

1. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Синтез систем с контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы.

2. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.

Тема 6. Методы анализа и синтеза САУ

Практическое занятие 4. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ.

1. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.

Тема 7. Типовые системы управления электроприводами

1. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями.

2. Особенности построение систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построение систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.д.). Управление электроприводами с линейными двигателями.

3. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

Тема 8. Типовые узлы и типовые САУ

Практическое занятие 5. Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных.

1. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

2. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

3. Надежность и техническая диагностика электроприводов.

Раздел 3. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования

Тема 9. Комплектные узлы электрооборудования

Лекция 3. Комплектные узлы электрооборудования

1. Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям).

2. Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др.

Тема 10. Основные принципы построения комплектных узлов электрооборудования

Практическое занятие 6. Основные принципы построения комплектных узлов электрооборудования

1. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов.

2. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.

Тема 11. Особенности узлов электрооборудования в зависимости их режима работы

Лекция 4. Контактные и бесконтактные узлы электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах.

1. Особенности проектирования.

2. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

Раздел 4. Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства

Тема 12. Общие сведения по электроснабжению

Лекция 5. Общие сведения по электроснабжению

1. Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени (по отраслям). Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки.

2. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.

3. Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.

Тема 13. Схемы электроснабжения, выбор электрических аппаратов

Лекция 6. Выбор систем и схем электроснабжения.

1. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения.

2. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям).

3. Сокращение числа трансформации и выбор числа трансформации.

4. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.

Практическое занятие 7. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.

Тема 14. Качество электроэнергии

Лекция 7. Качество электрической энергии.

1. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям). Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.

2. Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.

Тема 15. Теории, применяемые для расчета систем электроснабжения

Практическое занятие 8. Теории, применяемые для расчета систем электроснабжения.

1. Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий.

2. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.

3. Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям). Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.

Тема 16. Режимы работы электрооборудования

Лекция 8. Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств.

1. Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных и сельскохозяйственных сооружений, жилых и культурно-бытовых зданий.

2. Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.

Практическое занятие 9. Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектах сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов.

1. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения.

2. Формирование энергопотребления.

Раздел 5. Преобразование электрической энергии

Тема 17. Классификация электромеханических преобразователей энергии, магнитные системы и основные их электромагнитные характеристики

Лекция 9. Классификация электромеханических преобразователей энергии и основные их электромагнитные характеристики.

1. Обзор магнитных систем электромеханических аппаратов.
2. Классификация электромеханических преобразователей энергии.
3. Основные электромагнитные характеристики.

Лекция 10. Магнитные системы.

1. Конструктивные системы. Описание распределения магнитных потоков в магнитных системах.
2. Методики расчета магнитных систем электромеханических преобразователей энергии.
3. Магнитные материалы, применяемые в электрических аппаратах.
4. Электромагнитная совместимость электрических аппаратов с системой и окружающим оборудованием.

Практическое занятие 10. Магнитные системы электрических аппаратов.

1. Выбор типа магнитных систем электромагнитных аппаратов с учетом их назначения.
2. Основы расчетов магнитных систем приводных электромагнитов коммутационных аппаратов.

Практическое занятие 11. Численные методы и программное обеспечение для расчетов полей электромагнитных систем.

1. Метод конечных разностей, метод конечных элементов.
2.. Программное обеспечение для расчета полей.

Тема 18. Приводные электромагниты коммутационных аппаратов. Форсированные привода электрических аппаратов. Расчет и синтез приводных электромагнитов

Лекция 11. Форсированные привода электрических аппаратов.

1. Цели форсировки электромагнитных приводов.
2. Выбор схем форсированного управления приводными электромагнитами.

Лекция 12. Выбор схемных решений форсированного управления электромагнитами.

1. Форсированное управление обмотками электромагнитных приводов с целью формирования необходимой формы тяговой характеристики.
2. Схемные реализации управления обмотками приводных электромагнитов, обеспечивающие необходимые зависимости тяговой силы от положения якоря.

Практическое занятие 12. Выбор режимов форсированного управления обмотками приводных электромагнитов.

1. Форсированное управление обмотками приводных электромагнитов с целью повышения быстродействия электромагнитного аппарата.
2. Форсированное управление обмотками приводных электромагнитов с целью снижения массогабаритных показателей.
3. Форсированное управление обмотками приводных электромагнитов с целью повышения износостойкости коммутационных аппаратов.

Практическое занятие 13. Синтез приводных электромагнитов.

1. Методики проектирования электромагнитов по условиям статики.

2. Проектирование форсированного клапанного электромагнита в схеме с балластным резистором.

Тема 19. Динамические процессы в электромеханических преобразователях энергии.

Лекция 13. Переходные процессы при срабатывании электромагнитных приводов электрических аппаратов.

1. Переходные процессы при срабатывании приводного электромагнита, подключаемого к источнику постоянного напряжения.

2. Переходные процессы в клапанных электромагнитных приводах, управляемых схемой с балластными резисторами.

Лекция 14. Динамические процессы при включении электромагнитов.

1. Переходные процессы при срабатывании приводного электромагнита, подключаемого к источнику синусоидального напряжения.

2. Математические модели динамических параметров электромагнитов переменного напряжения.

Практическое занятие 14. Переходные процессы при широтно-импульсном управлении приводными электромагнитами.

1. Динамические параметры Ш-образного электромагнита постоянного напряжения в схеме широтно-импульсного управления.

2. Методика синтеза клапанного электромагнита в схеме широтно-импульсного управления напряжением на обмотке.

Практическое занятие 15. Математические модели динамических параметров при питании обмотки электромагнита с синусоидальным напряжением.

1. Математические модели динамических параметров П-образных электромагнитов переменного напряжения.

2. Вероятностная оценка времени срабатывания П-образных электромагнитов переменного напряжения.

Раздел 6. Аппараты управления и распределения электрической энергии

Тема 20. Контакторы и магнитные пускатели. Общие сведения

Лекция 15. Электромагнитные контакторы и магнитные пускатели отечественного производства.

1. Воздушные контакторы постоянного тока.

2. Воздушные контакторы переменного тока.

Лекция 16. Вакуумные контакторы переменного тока.

1. Вакуумные контакторы отечественного производства.

2. Вакуумные контакторы иностранных фирм.

Практическое занятие 16. Расчет вибрации контактов контакторов.

1. Методики расчета и определения вибрации контактов контакторов.

2. Расчет коммутационной износостойкости электромагнитных контакторов.

Практическое занятие 17. Пускатели.

1. Электромагнитные пускатели.

2. Бесконтактные пускатели. Устройства плавного пуска.

Тема 21. Категории основного применения контакторов и магнитных пускателей.

Лекция 17. Влияние категории основного применения контакторов на их коммутационную износостойкость.

1. Расчет коммутационной износостойкости вакуумных контакторов переменного тока.

2. Категории основного применения контакторов при управлении нагрузками постоянного тока.

Лекция 18. К оценке коммутационной износостойкости контакторов.

2. Категории основного применения контакторов при управлении нагрузками переменного тока.

3. Влияние на износостойкость контакторов переменного тока коммутируемой нагрузки.

Практическое занятие 18. Оценка эксплуатационных возможностей воздушных контакторов.

1. Методики оценки коммутационной способности воздушных контакторов.

2. Оценка износостойкости контакторов по графическим зависимостям ожидаемой износостойкости в зависимости от категории основного применения и соотношения между ними.

Практическое занятие 19. Расчет контактно-дугогасительной системы контакторов в виде дугогасительной решетки.

1.Расчет дугогасительной системы магнитных пускателей категории основного применения АС-3.

2. Конструктивные особенности дугогасительной решетки магнитных пускателей.

Тема 22. Автоматические выключатели. Конструкция. Характеристики

Лекция 19. Автоматические выключатели.

1. Влияние номинальных токов на конструктивное исполнение автоматических выключателей.

2. Современные конструкции быстродействующих автоматических выключателей.

Лекция 20. Предельная отключающая способность современных автоматических выключателей.

1. Защитные характеристики современных автоматических выключателей.

2. Общая характеристика автоматических выключателей серии А3000.

Практическое занятие 20. Устройство и конструкция автоматических выключателей.

1. Расцепители автоматических выключателей и защитные их характеристики.

2. Защитные характеристики современных автоматических выключателей.

Практическое занятие 21. Модульные автоматические выключатели.

1. Устройства и конструкции модульных автоматических выключателей.

2. Эксплуатационные характеристики модульных автоматических выключателей.

Тема 23. Плавкие предохранители. Ограничители перенапряжений и тока

Лекция 21. Отключение цепей переменного тока плавкими предохранителями.

1. Плавкие предохранители в низковольтных сетях переменного тока.
2. Плавкие предохранители в высоковольтных сетях (до 10 кВ) переменного тока.
3. Плавкие предохранители в устройствах ограничителей тока.

Практическое занятие 22. Расчет и выбор плавких вставок низковольтных предохранителей.

1. Материалы, конструкции плавких вставок, металлургический эффект.
2. Защита рефератов.

Раздел 7. Силовые электронные аппараты

Тема 24. Силовые ключи. Устройства плавного пуска

Лекция 22. Современные ключи на основе силовых транзисторов и тиристоров.

1. Основные схемы силовых ключей, используемых в устройствах плавного пуска.
2. Полупроводниковые ключи, используемые в модулях бесконтактных ограничителей тока.
3. Силовые ключи в пиротехнических устройствах ограничителей тока.

Практическое занятие 23. Области применения современных силовых ключей.

1. Перспективы применения силовых ключей на основе углеродистых пленок.
2. Современные материалы, используемые в технологии создания современных полупроводниковых ключей.

Тема 25. Источники вторичного питания

Лекция 23. Источники вторичного питания для устройств релейной защиты.

1. Специфика применения источников вторичного питания в устройствах релейной защиты.
2. Схемная реализация устройств источника вторичного питания в системах релейной защиты.

Практическое занятие 24. Расчет источников вторичного питания.

1. Расчет функциональных узлов источников вторичного питания для устройств релейной защиты.
2. Расчет характеристик источников вторичного питания для систем релейной защиты.

Тема 26. Микропроцессорные устройства в системах управления и регулирования потоками электрической энергии

Лекция 24. Микропроцессорные устройства в системах управления и регулирования потоками электрической энергии.

1. Возможности современных микропроцессорных устройств в системах управления автоматики и защиты.
2. Микропроцессорные устройства в системах управления электромагнитными приводами.
3. Микропроцессорные устройства в системах регулирования потоков электрической энергии.

Практическое занятие 25. Микропроцессорные устройства обработки входной информации в системах релейной защиты и автоматики.

1. Логические и защитные устройства, созданные на базе микропроцессорных устройств обработки информации в системах релейной защиты.

2. Новые возможности в создании защитных характеристик на базе современных микроконтроллеров.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля).

Формы и виды контроля знаний аспирантов, предусмотренные по данной дисциплине:

текущий контроль;

промежуточная аттестация (зачет, кандидатский экзамен).

Критерии получения зачета по дисциплине (модулю):

- оценка «зачтено» ставится, если обучающийся выполнил не менее половины аудиторных контрольных работ, домашних заданий, докладов, ответил на половину вопросов к зачету;

- оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся выполнил менее половины аудиторных контрольных работ, домашних заданий, докладов, не ответил на половину вопросов к зачету.

Критерии экзаменационной оценки:

- для оценки «отлично» - наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объёме пройденного программного материала правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

- для оценки «хорошо» - наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

- для оценки «удовлетворительно» - наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

- для оценки «неудовлетворительно» - наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

4.1. Примерный перечень вопросов к зачету

1. Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом и его обобщенные функциональные схемы.

2. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах.

3. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода.

4. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей.

5. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты).

6. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.

7. Установившиеся режимы работы электропривода.

8. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.

9. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода.

10. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.

11. Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или не линейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.

12. Регулирование координат электропривода.

13. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения.

14. Основные характеристики приборных систем электроприводов.

15. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы.

16. Тяговые электроприводы.

17. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.

18. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.

19. Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом.

20. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей.

21. Синтез систем с контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы.

22. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.

23. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ.

24. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для компьютеров.

25. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока.

26. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построение систем управления асинхронными и синхронными двигателями.

27. Особенности построение систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями.

28. Системы с машинами двойного питания.

29. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.д.).

30. Управление электроприводами с линейными двигателями.

31. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом.

32. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

33. Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных.

34. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия.

35. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ.

36. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах.

37. Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

38. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

39. Надежность и техническая диагностика электроприводов.

4.2. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Математическая модель и структурные схемы электромеханических систем.
2. Методы анализа и синтеза замкнутых линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ.
3. Переходные процессы в электроприводах, передаточные и переходные функции электропривода.
4. Управление электроприводами при упругой связи, стабилизирующие системы управление приводами.
5. Обобщенные алгоритмы математического моделирования линейных и нелинейных систем автоматизированного электропривода.
6. Типовые узлы, следящие САУ непрерывного и дискретного действия.
7. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы.
8. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока.
9. Установившиеся режимы работы электропривода. Учет упругих звеньев, связей и нелинейностей.
10. Теория замкнутых систем САУ.
11. Преобразователи напряжения: генераторы, управляемые вентильные преобразователи, трансформаторы, инверторы.
12. Использование теории случайных процессов для определения электрических нагрузок.
13. Выбор систем и схем электроснабжения напряжением до 1000 В.
14. Расчет токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов
15. Качество электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на производительность механизмов и агрегатов.
16. Принцип расчета режимов работы электрических сетей и электрооборудования СЭС.
17. Сокращение числа трансформации и глубокий ввод в СЭС.
18. Компенсация реактивной мощности. Методы и средства.
19. Перегрузочная способность допустимые перегрузки электрооборудования СЭС.
20. АСКУЭ и энергоаудит на промышленных предприятиях.
21. Теория проверки элементов СЭС на термическую и динамическую стойкость.
22. Технико-экономические расчеты в СЭС. Теория интерполяции и аппроксимации.
23. Режимы работы СЭС с нелинейными и несимметричными нагрузками.
24. Источники реактивной мощности на промышленных предприятиях.
25. Высшие гармоники напряжения и тока в СЭС. Фильтры, расчет и выбор.
26. Теория надежности и диагностики в СЭС. Безопасность и экологичность СЭС.
27. Релейная защита элементов СЭС. Типы защит.
28. Типовые схемы и надежность СЭС. Вероятностные характеристики элементов СЭС по безотказности.

29. Исторические сведения о развитии электромеханики, электрических и электронных аппаратов.
30. Применение электрических аппаратов в системах генерирования, передачи, распределения и потребления электрической энергии.
31. Общая классификация электрических и электронных аппаратов.
32. Оценка эффективности, качества и надежности электрических аппаратов.
33. Основные элементы конструкции электрических аппаратов и технология их изготовления.
34. Испытания электрических аппаратов.
35. Электромагнитная совместимость электрических аппаратов с системой и окружающим оборудованием.
36. Принципы построения моделей электромеханических систем электрических аппаратов. Составление эквивалентных схем.
37. Методы анализа электромагнитных полей.
38. Численные методы и программное обеспечение для расчетов полей электромагнитных систем.
39. Магнитные материалы, применяемые в электрических аппаратах. Магнитные характеристики материалов. Методы и средства измерений магнитных полей, испытаний магнитных материалов и изделий из них.
40. Электродинамические силы в электрических аппаратах. Методы их расчета.
41. Источники теплоты в электрических аппаратах. Методы анализа и расчета. Способы снижения потерь в электрических аппаратах.
42. Динамические процессы в электромеханических преобразователях энергии.
43. Контакты электрических аппаратов.
44. Электрическая дуга отключения. Условия гашения электрической дуги.
45. Форсированные привода электрических аппаратов.
46. Расчет и синтез приводных электромагнитов
47. Электромеханические аппараты автоматики. Основные виды. Характеристики.
48. Электрические аппараты распределения энергии низкого напряжения. Основные виды. Характеристики.
49. Электрические аппараты управления низкого напряжения. Основные виды. Характеристики.
50. Электрические аппараты высокого напряжения.
51. Силовые электронные аппараты

Каждому аспиранту на экзамене дополнительно задаются вопросы по теме диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

5.1. Рекомендуемая основная литература.

№	Название
1.	Бекишев, Р. Ф. Общий курс электропривода : учебное пособие / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. — 2-е изд. — Томск : ТПУ, 2014. — 302 с. — ISBN 978-5-4387-0393-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/62911.
2.	Митрофанов, С. В. Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие / С. В. Митрофанов, Л. А. Семенова. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 143 с. — ISBN 978-5-7410-1346-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/97981

3.	Основы теории электрических аппаратов : учебник / Е. Г. Акимов, Г. С. Белкин, А. Г. Годжелло, В. Г. Дегтярь. — 5-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-1800-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211970
4.	Шерстняков, Ю. Г. Основы электромеханики. Машины постоянного тока : учебное пособие / Ю. Г. Шерстняков, Б. В. Стрелков, Н. А. Роднов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/52082 (дата обращения: 31.03.2022).

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература.

№	Название
1.	Основы электромеханики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Кочетков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 639 c. — 978-5-4486-0259-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/73337.html
2.	Солдатов, В. А. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / В. А. Солдатов. — пос. Караваево : КГСХА, [б. г.]. — Часть 2 — 2019. — 122 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133726
3.	Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие для вузов / А. А. Сивков, А. С. Сайгаш, Д. Ю. Герасимов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 173 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01372-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490129
4.	Жуловян, В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии : учебное пособие для вузов / В. В. Жуловян. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 425 с. — (Серия : Университеты России). – Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/A6F79F9A-BFC5-402D-8CE8-A0FB80AFFE99/elektricheskie-mashiny-elektromehanicheskoe-preobrazovanie-energii.
5.	Сипайлова Н.Ю. Вопросы проектирования электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ю. Сипайлова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 168 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34657.html.— ЭБС «IPRbooks»
6.	Попов Е.В. Устройство и эксплуатация электрических аппаратов. Часть 1. Коммутационные электрические аппараты [Электронный ресурс] : конспект лекций / Е.В. Попов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 49 c. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/46877.html.— ЭБС «IPRbooks»
7.	Антимиров В.М. Проектирование аппаратуры систем автоматического управления. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Антимиров. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015. — 72 c. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65971.html
8.	Электрические и электронные аппараты: учебник и практикум/ под ред. П.А. Курбатова. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 440 с.
9.	Электрические и электронные аппараты: учебник для вузов : в 2 т. Т. 1 : Электромеханические аппараты / [Е. Г. Акимов и др.]; под ред. А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанова. - М. : Академия, 2010. – 344 с.
10.	Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики : справочное пособие / Е. Г. Акимов, Ю. С. Коробков, В. П. Соколов, Е. В. Таланов. - М. : Изд-во МЭИ, 2009. - 343с.

5.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, интернет-ресурсы.

№	Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, интернет-ресурсов
Перечень программного обеспечения	
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Операционная система Windows
Перечень ЭБС	
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.urait.ru
Интернет-ресурсы	
1.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
2.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
3.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
4.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru
5.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elibrary.ru
6.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scopus.com
7.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://webofknowledge.com

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий по дисциплине оснащены мультимедийным проектором и настенным экраном.

Учебные аудитории для самостоятельных занятий по дисциплине оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

7. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями.

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

–для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в

аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

–для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

–для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

8. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы.

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также ступенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и/или практических и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и промежуточной аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

Темы, вынесенные на самостоятельное изучение, необходимо законспектировать. В конспекте кратко излагается основная сущность учебного материала, приводятся необходимые обоснования, табличные данные, схемы, эскизы, графики и т.п. Конспект целесообразно составлять целиком на тему. При этом имеется возможность всегда дополнять составленный конспект материалами из журналов, данных из Интернета и других источников. Таким образом, конспект становится сборником необходимых материалов, куда аспирант вносит всё новое, что он изучил, узнал. Такие конспекты представляют, большую ценность при подготовке к занятиям.

Основные этапы самостоятельного изучения учебных вопросов:

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.

2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.

3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.

4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.

5. Составление опорного конспекта.

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

Экзамен преследует цель оценить работу обучающегося за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого

мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять на практике решение практических задач.

Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения обучающихся за один месяц до экзаменационной сессии. В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп. Результат экзамена выражается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

С целью уточнения оценки экзаменатор может задать не более одного-двух дополнительных вопросов, не выходящих за рамки требований рабочей программы дисциплины. Под дополнительным вопросом подразумевается вопрос, не связанный с тематикой вопросов билета. Дополнительный вопрос, также как и основные вопросы билета, требует развернутого ответа. Кроме того, преподаватель может задать ряд уточняющих и наводящих вопросов, связанных с тематикой основных вопросов билета. Число уточняющих и наводящих вопросов не ограничено.