


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 15.04.2024 15:23:50
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»


УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТИ
А.Н. Халин
« 13 » 04 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Электротехнические комплексы и системы
научная специальность: 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

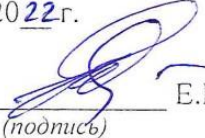
Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 04. 04.2022г. и требованиями программы аспирантуры 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы к результатам освоения дисциплины.

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры электроэнергетики
Протокол № 9 от «08» 04 2022г.


Заведующий выпускающей кафедрой  Г.А. Хмара
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УНИиР  Д.В. Пяльченков
(подпись)
« 08 » 04 2022г.

Начальник ОПНИНПК  Е.Г. Ишкина
(подпись)
« 08 » 04 2022г.

Рабочую программу разработал:

В.В. Сушков, профессор, д.т.н., профессор 
(подпись)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины - проверка сформированности у аспирантов компетенций, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области электротехнических комплексов и систем на основе, углубленного изучения теории системных исследований по общим закономерностям преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации.

Задачи дисциплины - оценка формирования у аспирантов компетенций в области теории и практики электротехнических комплексов и систем; оценка уровня знаний по темам исследования и моделирования электротехнических комплексов и систем.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части учебного плана. (Блок 2.1 «Дисциплины», образовательный компонент учебного плана (2.2.3).

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у выпускников способностей к разработке, структурному и параметрическому синтезу, оптимизации электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработке алгоритмов эффективного управления; способности проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные; готовности участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач; готовности использовать современные методы и технологии научной коммуникации; владению методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий; способностей к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности; способностей представлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности на высоком научно-техническом уровне, в том числе в виде презентаций; способностей самостоятельно осваивать и применять новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

Таблица 1

Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.		Самостоятельна я работа, час.	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практические занятия		
2/3	36	92	268	Экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1 Структура дисциплины.

Таблица 2

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.		СРО, час.	Всего, час.	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.			
1	1	Теория электропривода	7	18	53	78	Устный опрос
2	2	Автоматическое управление электроприводом	7	18	53	78	Устный опрос
3	3	Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования	7	18	53	78	Устный опрос
4	4	Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства	8	20	56	84	Устный опрос
5	5	Качество электрической энергии	7	18	53	78	Устный опрос
	Экзамен					36	Устный опрос
Итого:			36	92	268	432	

5.2 Содержание дисциплины.

5.2.1 Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. Теория электропривода

Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты). Гистерезисная муфта, гистерезисный электромагнитный тормоз.

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

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

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.

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

Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты - асинхронный двигатель, преобразователь частоты - синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с вентильными двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения. Основные характеристики приборных систем электроприводов. Гистерезисный электропривод с преобразователями частоты и напряжения, с управлением возбуждением приводного гистерезисного электродвигателя и регулированием намагниченности его ротора.

Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.

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

Раздел 2. Автоматическое управление электроприводом

Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. 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.

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

Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.

Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.). Управление электроприводами с линейными двигателями.

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

Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. 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 микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

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

Надежность и техническая диагностика электроприводов.

Раздел 3. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования

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

Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования неавтономных и автономных стационарных и подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.

Контактные и бесконтактные узлы систем управления электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

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

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

Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.

Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям). Сокращение числа трансформаций и выбор числа трансформаций.

Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.

Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.

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

Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств.

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

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

Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектов сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов.

Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения.

Нормирование энергопотребления.

Раздел 5. Качество электрической энергии

Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям).

Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.

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

Основные направления развития компенсирующих устройств.

5.2.2 Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
1	1	7	<p>Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты). Гистерезисная муфта, гистерезисный электромагнитный тормоз.</p> <p>Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.</p> <p>Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.</p> <p>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.</p> <p>Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.</p> <p>Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты - асинхронный двигатель, преобразователь частоты - синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с вентильными двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения. Основные характеристики приборных систем электроприводов. Гистерезисный электропривод с</p>

			<p>преобразователями частоты и напряжения, с управлением возбуждением приводного гистерезисного электродвигателя и регулированием намагниченности его ротора.</p> <p>Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.</p> <p>Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.</p>
2	2	7	<p>Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. 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.</p> <p>Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.</p> <p>Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.</p> <p>Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.). Управление электроприводами с линейными двигателями.</p> <p>Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.</p> <p>Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. 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 микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.</p> <p>Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.</p> <p>Надежность и техническая диагностика электроприводов.</p>
3	3	7	<p>Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям).</p> <p>Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный,</p>

			<p>инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др.</p> <p>Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования неавтономных и автономных стационарных и подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.</p> <p>Контактные и бесконтактные узлы систем управления электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).</p>
4	4	8	<p>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. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.</p> <p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.</p> <p>Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям). Сокращение числа трансформаций и выбор числа трансформаций.</p> <p>Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.</p> <p>Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.</p> <p>Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.</p> <p>Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям). Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.</p> <p>Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств.</p> <p>Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных и сельскохозяйственных сооружений, жилых и культурно бытовых зданий.</p> <p>Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.</p>

			<p>Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектов сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов.</p> <p>Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения.</p> <p>Нормирование энергопотребления.</p>
5	5	7	<p>Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям).</p> <p>Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.</p> <p>Средства улучшения показателей качества электроэнергии.</p> <p>Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.</p> <p>Основные направления развития компенсирующих устройств.</p>
Итого:		36	

Практические занятия

Таблица 4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема занятия
1	1	18	<p>Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты). Гистерезисная муфта, гистерезисный электромагнитный тормоз.</p> <p>Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.</p> <p>Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.</p> <p>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.</p> <p>Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.</p>

			<p>Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты - асинхронный двигатель, преобразователь частоты - синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с вентильными двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения. Основные характеристики приборных систем электроприводов. Гистерезисный электропривод с преобразователями частоты и напряжения, с управлением возбуждением приводного гистерезисного электродвигателя и регулированием намагниченности его ротора.</p> <p>Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.</p>
2	2	18	<p>Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. 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.</p> <p>Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.</p> <p>Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.</p> <p>Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.). Управление электроприводами с линейными двигателями.</p> <p>Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.</p> <p>Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. 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</p>

			<p>микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.</p> <p>Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.</p> <p>Надежность и техническая диагностика электроприводов.</p>
3	3	18	<p>Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям). 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.</p> <p>Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования неавтономных и автономных стационарных и подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.</p> <p>Контактные и бесконтактные узлы систем управления электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).</p>
4	4	20	<p>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. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.</p> <p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.</p> <p>Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям). Сокращение числа трансформаций и выбор числа трансформаций.</p> <p>Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.</p> <p>Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.</p> <p>Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и</p>

			<p>аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.</p> <p>Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям). Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.</p> <p>Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств.</p> <p>Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных и сельскохозяйственных сооружений, жилых и культурно бытовых зданий.</p> <p>Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.</p> <p>Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектов сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов.</p> <p>Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения.</p> <p>Нормирование энергопотребления.</p>
5	5	18	<p>Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям).</p> <p>Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.</p> <p>Средства улучшения показателей качества электроэнергии.</p> <p>Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.</p> <p>Основные направления развития компенсирующих устройств.</p>
Итого:		92	

Самостоятельная работа

Таблица 5

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРО
1	1	53	<p>Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты). Гистерезисная муфта, гистерезисный электромагнитный тормоз.</p>	Подготовка к практическим занятиям

			<p>Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.</p> <p>Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.</p> <p>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.</p> <p>Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.</p> <p>Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты - асинхронный двигатель, преобразователь частоты - синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с вентильными двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения. Основные характеристики приборных систем электроприводов.</p> <p>Гистерезисный электропривод с преобразователями частоты и напряжения, с управлением возбуждением приводного гистерезисного электродвигателя и регулированием намагниченности его ротора.</p> <p>Следящие электроприводы.</p> <p>Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.</p> <p>Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.</p>	
2	2	53	<p>Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Синтез систем с</p>	Подготовка к практическим занятиям

			<p>контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы.</p> <p>Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.</p> <p>Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.</p> <p>Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.). Управление электроприводами с линейными двигателями. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.</p> <p>Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. 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 микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.</p> <p>Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах. Надежность и техническая диагностика электроприводов.</p>	
3	3	53	<p>Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям). Преобразователи напряжения, в том числе:</p>	Подготовка к практическим занятиям

			<p>генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др.</p> <p>Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования неавтономных и автономных стационарных и подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.</p> <p>Контактные и бесконтактные узлы систем управления электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).</p>	
4	4	56	<p>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. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.</p> <p>Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.</p> <p>Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения (по отраслям). Сокращение числа трансформаций и выбор числа трансформаций.</p> <p>Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.</p> <p>Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения (по отраслям) и</p>	Подготовка к практическим занятиям

			<p>использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам. Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям). Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов. Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств. Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных и сельскохозяйственных сооружений, жилых и культурно бытовых зданий. Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок. Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектов сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения. Нормирование энергопотребления.</p>	
5	5	53	<p>Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям). Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью. Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения. Основные направления развития компенсирующих устройств.</p>	Подготовка к практическим занятиям
Итого:		268		

5.2.3 Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения).

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).
Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму

6. Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Теория электропривода. Функции, выполняемые общепромышленными 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. Механические устройства.
5. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты). Гистерезисная муфта, гистерезисный электромагнитный тормоз. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.
6. Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей.
7. Учет нелинейностей.
8. 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. Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.
11. Регулирование координат электропривода.
12. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты - асинхронный двигатель, преобразователь частоты - синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с вентильными двигателями, системы с гистерезисными двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения.
13. Основные характеристики приборных систем электроприводов.
14. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы.
15. Тяговые электроприводы.
16. Вентильный электропривод на базе магнитоэлектрических и индукторных машин с обмоткой возбуждения и с самовозбуждением.
17. Гистерезисный электропривод с преобразователями частоты и напряжения, с управлением возбуждением приводного гистерезисного электродвигателя и регулированием намагниченности его ротора.
18. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.

19. Автоматическое управление электроприводом. 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. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.
22. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ.
23. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.
24. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями.
25. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями.
26. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями.
27. Системы с машинами двойного питания.
28. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.).
29. Электроприводы механизмов с большими моментами инерции.
30. Электроприводы в режиме синхронного вала.
31. Многодвигательные электроприводы.
32. Управление электроприводами с линейными двигателями.
33. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом.
34. Стабилизирующие системы управления электроприводами.
35. Защита от перегрузок и аварийных режимов.
36. Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных.
37. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия.
38. Оптимальные и инвариантные САУ.
39. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий.
40. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах.
41. Электроприводы в системах, реализующих мехатронные технологии. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.
42. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.
43. Надежность и техническая диагностика электроприводов.
44. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования. Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям).
45. 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.

46. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования неавтономных и автономных стационарных и подвижных объектов.

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

48. Контактные и бесконтактные узлы систем управления электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования.

49. Электрооборудование для электроснабжения промышленных предприятий, транспорта и сельского хозяйства

50. Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии.

51. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии.

52. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.

53. Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Выбор систем и схем электроснабжения.

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

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

56. Сокращение числа трансформаций и выбор числа трансформаций.

57. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений.

58. Защита от блуждающих токов. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты.

59. Принципы автоматического повторного включения.

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

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

62. Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии (по отраслям).

63. Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.

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

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

66. Электрический баланс в системах электроснабжения городов, объектов сельского хозяйства, промышленных предприятий и подвижных объектов.

67. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения.

68. Нормирование энергопотребления.

69. Качество электрической энергии.

70. Показатели качества электрической энергии.

71. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов (по отраслям).

72. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.
73. Средства улучшения показателей качества электроэнергии.
74. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.
75. Основные направления развития компенсирующих устройств.
- Экзамен проводится в устной форме.

7. Оценка результатов освоения программы

7.1 Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения

Таблица 6

Оценка	Критерии оценки
«Отлично»	аспирант обнаруживает глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение выделять существенные связи в рассматриваемых явлениях, давать точное определение основным понятиям, связывать теорию с практикой, решать прикладные задачи. Он аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ
«Хорошо»	аспирант обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров. При ответе допускает отдельные неточности
«Удовлетворительно»	аспирант излагает основное содержание учебного материала, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения
«Неудовлетворительно»	аспирант демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач в соответствии с требованиями программы или вообще отказывается от ответа

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

- 8.1 Перечень рекомендуемой литературы в Приложение 1.
- 8.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог библиотечно-издательского комплекса ТИУ: <http://webirbis.tsogu.ru;>
 2. Полнотекстовая база данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tyuiu.ru;>
 3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp;>
 4. Базы данных Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) – Режим доступа: [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru ;](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru;)
 5. Система поддержки дистанционного обучения Educon [Электронный ресурс]. -Режим доступа: [https://educon2.tyuiu.ru/login/index.php ;](https://educon2.tyuiu.ru/login/index.php)
 6. Ресурсы, предоставленные Библиотечно-издательским комплексом ТИУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tyuiu.ru/university/subdivisions/teachbookdep/bibliotechno-izdatelskij-kompleks/bibliotechnye-resursy/.](https://www.tyuiu.ru/university/subdivisions/teachbookdep/bibliotechno-izdatelskij-kompleks/bibliotechnye-resursy/)
- 8.3 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства *Mathcad 14.0, Microsoft Office Professional Plus, Microsoft Windows, Scilab Свободно-распространяемое ПО.*

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 7

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	Учебные стенды лабораторий кафедры электроэнергетики	Компьютеры, мультимедийные проекторы, видео- и аудио аппаратура
2	Производственное оборудование организаций и предприятий электроэнергетической отрасли	Компьютеры, научно-исследовательское, производственное оборудование, измерительная техника

**КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Электротехнические комплексы и системы

Научная специальность 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент аспирантов, использующих указанную литературу	Обеспеченность аспирантов литературой, %	Наличие электронного варианта ЭБС (+/-)
1	Лукутин Б.В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие / Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А.; Томский политехнический университет.-Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015.-128	5+	5	100%	+
2	Жежеленко И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях: учеб. пособие / Жежеленко И.В., Короткевич М.А.-Минск: Высш.шк., 2012.-	5+	5	100%	+
3	Васильева Т.Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения. - М.: Горячая линия – Телеком, 2015 – 152 с.	5+	5	100%	+
4	Петренко Ю.Н. Программное управление технологическими комплексами в энергетике: учеб.пособие / Петренко Ю.Н., Новиков С.О., Гончаров А.А.. – Минск: Высш.шк., 2013. – 407 с.	5+	5	100%	+
5	Фролов Ю.М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Фролов Ю.М., Шелякин В.П. - СПб.: Лань, 2012. - 480 с.	5+	5	100%	+