

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.02 Электрические станции и электро-
энергетические системы

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
специальной дисциплины

«Электрические станции и электроэнергетические системы»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ОД.2

Всего: 252 часа

Семестр 5, 144 часа, в том числе 6 часов – контактная работа,
138 часа – самостоятельная работа,

Семестр 6, 108 часов, в том числе 6 часов – контактная работа,
66 часов – самостоятельная работа,
36 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.14.02 Электрические станции и электроэнергетические системы, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение вопросов планирования развития, проектирования и эксплуатации электрических станций, электроэнергетических систем, электрических сетей и систем электроснабжения

Задачами дисциплины является:

- оптимизация структуры, параметров и схем электрических соединений электростанций;
- освоение методов анализа режимных параметров основного оборудования электростанций;
- освоение методов расчета, прогнозирования, оптимизации и координации уровней токов короткого замыкания на электростанциях и в электрических сетях энергосистем;
- освоение методов оценки надежности электрооборудования, структурных схем и схем распределительных устройств электростанций;
- освоение методов диагностики электрооборудования электроустановок;
- освоение методов математического и физического моделирования в электроэнергетике;
- освоение методов расчета установившихся режимов, переходных процессов и устойчивости электроэнергетических систем;
- освоение методов статической и динамической оптимизации для решения задач в электроэнергетике;
- освоение методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике;
- теоретический анализ и расчетные исследования по транспорту электроэнергии переменным и постоянным током, включая проблему повышения пропускной способности транспортных каналов;
- освоение методов анализа структурной и функциональной надежности электроэнергетических систем и систем электроснабжения;
- освоение методов контроля и анализа качества электроэнергии и мер по его обеспечению;

- освоение методов использования ЭВМ для решения задач в электроэнергетике.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5);
- владение методологией анализа надежности и качества функционирования электростанций, электроэнергетических систем и систем управления ими (ПК-1);
- способность использовать противоречивые критерии технико-экономических обоснований и принимать научно-технические решения в условиях неопределенности (ПК-2).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать **следующие результаты образования:**

знать:

- структуру, параметры и схемы электрических соединений электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-1);
- режимы работы основного оборудования электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-1);
- методы и средства координации параметров установившихся и переходных электрических режимов электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-1);

- методы оптимизации режимов электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-2);
- методы оценки надежности структурных схем электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-1);
- методы диагностики электрооборудования электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-1);
- методы математического моделирования процессов в электрической части электрических станций и электроэнергетических систем (УК-4);
- свойства электрических станций и электроэнергетических систем как объекта управления (УК-1);
- управляющие воздействия на электрические станции и электроэнергетические системы России и других стран для обеспечения устойчивости (ОПК-2);
- управляющие воздействия на электрические станции и электроэнергетические системы зарубежных стран для обеспечения устойчивости (УК-4);
- назначение и принципы функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики электрических станций и электроэнергетических систем (УК-1);

уметь:

- решать задачи проектирования электрической части электрических станций и электроэнергетических систем (УК-1);
- разрабатывать математические модели процессов в электрической части электрических станций и электроэнергетических систем (ОПК-2);
- моделировать переходные процессы в электрической части электрических станций и электроэнергетических систем (ОПК-4);
- анализировать влияние переходных процессов на работу электрооборудования электрических станций и электроэнергетических систем и обосновывать предложения по повышению надежности их работы (ПК-1);
- проводить эксперименты на математических и физических моделях (ОПК-2);
- использовать накопленные знания в процессе подготовки молодых специалистов, эффективно использовать и, в случае необходимости, модернизировать учебные и научные установки (ОПК-5);
- выбирать технические способы и средства обеспечения нормального функционирования электрической части электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-2);
- определять необходимый состав устройств и комплексов для обеспечения нормального функционирования электрической части электрических станций и электроэнергетических систем (ОПК-2);

владеть:

- современными методами математического и физического моделирования процессов в электрической части электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-1);
- средствами доступа к информационным источникам в области электрических станций и электроэнергетических систем (УК-4);
- навыками коммуникации при выполнении совместных работ в группе, подготовки отчетов и иной документации о результатах деятельности (УК-4);
- методами выбора технических способов и средств обеспечения нормального функционирования электрической части электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-2).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электрическая часть электростанций

Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа. Вопросы экологии при эксплуатации электростанций. Графики нагрузки электрических станций и их регулирование. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и электростанций в целом на построение схем электрических соединений электростанций и требования к электрическим аппаратам и проводникам. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа. Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания. Координация уровней токов короткого замыкания. Эксплуатационные характеристики аппаратов, методика их выбора. Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности токоведущих элементов и контактных соединений, методика их выбора. Заземляющие устройства электроустановок. Системы управления, контроля и сигнализации на электростанциях и подстанциях. Установки оперативного тока. Принципы выполнения и основные характеристики автоматизированных систем управления (АСУ). Принципы создания автоматизированных диагностических систем.

2. Режимы работы основного электрооборудования электростанций

Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения. Методика анализа режимов работы синхронных машин. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.

3. Проектирование электростанций

Основы проектирования электростанций. Состав и основные характеристики систем автоматизированного проектирования (САПР) электрических установок. Проектирование главной электрической схемы. Проектирование электроустановок собственных нужд. Проектирование системы управления. Конструкция распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ). Компоновка электрических

станций и подстанций. Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок.

4. Электроэнергетические системы и сети

Основные сведения об истории развития энергетики. Особенности развития энергетики в условиях рыночной экономики. Энергетика как большая система. Модели оптимального развития энергосистем. Системный подход. Общий критерий оптимального развития. Виды представления информации. Иерархическое построение энергосистем. Основные типы задач развития энергосистем. Методы прогнозирования их развития. Особенности оптимизации структуры энергосистемы при ее проектировании и развитии (структура и размещение электростанций, структура электрических сетей). Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем: линейное и нелинейное математическое программирование, транспортный и симплексный алгоритмы, динамическое программирование, метод границ и ветвей, градиентный метод, метод штрафных функций, критериальный анализ технико-экономических задач энергетики. Электрические станции, электрические сети, потребители электроэнергии как элементы энергосистем. Методы определения расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства. Сведения об условиях работы и конструктивном исполнении линий электрических сетей. Основные сведения о проектировании конструктивной части воздушных линий. Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения. Характеристики и параметры элементов электрической сети. Элементы теории передачи энергии по линиям электрической сети. Расчеты установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам. Регулирование режимов электрических сетей. Основы технико-экономических расчетов электрических сетей. Качество электрической энергии. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, районных электрических сетях и системах электрообеспечения. Проектирование электрических сетей, выбор их основных параметров при проектировании. Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока. Электрические параметры протяженных линий электропередачи. Расчет режимов дальней электропередачи. Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач. Особые режимы электропередачи переменного и постоянного тока.

5. Электроснабжение городов и промышленных предприятий

Общая характеристика систем электроснабжения. Общее и различия в структурах систем электроснабжения городов и промышленных предприятий. Теоретические основы формирования расчетной нагрузки элементов сети. Разница в подходах к формированию расчетной нагрузки в городской сети и сети промышленного предприятия. Компенсация реактивных нагрузок. Обоснование различий в решении проблемы компенсации реактивных нагрузок в городах и на промышленных предприятиях. Теоретические основы принципа размещения компенсирующих устройств в распределительных сетях промышленных предприятий. Режим нейтрали в сетях до 1 кВ и выше 1 кВ. Причины нормирования однофазных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Требования к электрическим схемам распределительных сетей. Характеристика схем различных типов с точки зрения загрузки оборудования. Влияние изолированного заземления нейтрали на надежность электроснабжения для различных типов схем. Обоснование необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях. Комплекс требований к сооружению подстанций глубокого ввода. Особенности конструктивного исполнения подстанций. Встроенные подстанции, обоснование необходимости их применения и требования к конструкции. Потери электроэнергии в распределительных сетях, структура потерь.

Применение различных методов расчета потерь в зависимости от исходных данных. Методы и средства снижения потерь электроэнергии. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Причины искажений токов и напряжений в распределительных сетях и влияние этих искажений на работу электроприемников. Методы расчета нормируемых ГОСТом показателей качества электроэнергии. Методы и средства введения показателей качества электроэнергии в допустимые ГОСТ пределы.

6. Переходные процессы в электроэнергетических системах

Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах (ЭЭС). Физическая природа переходных процессов в ЭЭС. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС. Их отражение в схемах замещения ЭЭС, в том числе короткие замыкания (КЗ), сложные виды повреждений. Составление схем замещения для расчетов, применяемые допущения. Практические методы расчета токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1000 В. Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах. Преобразования координат. Переходные процессы при КЗ в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы. Современная теория устойчивости. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова. Практические критерии статической устойчивости. Упрощенные критерии динамической и результирующей устойчивости в простейшей ЭЭС. Протекание процесса во времени при больших и малых возмущениях. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением. Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях. Характеристики многомашинной ЭЭС. Устойчивость нормальных режимов сложных систем. Изменение частоты и мощности в ЭЭС. Динамическая устойчивость ЭЭС. Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость. Методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости ЭЭС. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

7. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем

Повреждения и ненормальные режимы работы энергетических систем. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления. Иерархические структуры систем управления. Терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики. Ближнее и дальнее резервирование. Работа при разных видах повреждений. Локальные и распределенные системы противоаварийной автоматики. Комплексы сбора, передачи и отображения оперативной и аварийной информации. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов. Каналы межобъектовой связи. Способы обеспечения помехоустойчивости, корректирующие коды. Протоколы передачи информации. Способы и средства определения электромагнитной обстановки и обеспечения электромагнитной совместимости средств управления на электроэнергетических объектах. Критерии оценки и способы обеспечения надежности функционирования систем релейной защиты и средств противоаварийной автоматики. Системы оперативного тока. Релейная защита синхронных генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали. Принципы построения и взаимодействие комплектов защиты. Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи. Автоматические переключения в электроэнергетических системах (ввод резерва, повторное включение, частотная разгрузка, балансирующие отключения). Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности. Регуляторы возбуждения и коэффициент трансформации. Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. Регуляторы частоты вращения. Методы и средства определения мест повреждений в сетях воздушных и кабельных линий электропередачи. Системы сигнализации, регистрации и цифрового осциллографирования. Моделирование функционирования и испытания устройств и систем управления.

8. Применение теории вероятностей, теории подобия и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем

Случайные события и случайные величины в электроэнергетике, их применение в расчетах надежности схем электрических соединений. Применение математической статистики и методов обработки статистических данных по показателям надежности элементов, параметрам режимов, электрическим нагрузкам. Понятия интегральных характеристик режимов и методы их расчета в сложных электроэнергетических системах. Интегральные критерии качества электроэнергии, их применение в практике эксплуатации электроэнергетических систем. Случайные процессы при моделировании режимов и состояний в электроэнергетике. Понятие о простейшем стационарном процессе, моделирование процессов отказов и восстановлении элементов и схем в электроэнергетике. Элементы теории массового обслуживания, метод статистических испытаний «Монте-Карло», их применение для решения энергетических задач. Общий обзор проблемы моделирования, основы теории подобия. Полное и неполное подобие. Точность подобия. Практические критерии подобия различных

явлений, изучаемых в технике. Подобие электрических цепей. Кибернетическое моделирование. Приближенное моделирование. Методы обработки результатов экспериментов, планирование экспериментов. Физическое и аналоговое моделирование процессов в электроэнергетических системах. Расчетные модели, аналоговые модели, физические или динамические модели электроэнергетических систем. Расчеты режимов работы электростанций, сетей и систем с применением ЭВМ. Области применения и возможности ЭВМ при анализе режимов работы ЭЭС. Основные алгоритмы расчетов режимов работы и устойчивости ЭЭС с применением ЭВМ. Применение алгоритмических языков.

9. АСУ и оптимизация режимов работы электроэнергетических систем

Основные задачи АСУ энергосистем. Структуры систем автоматического управления ЭЭС и ее элементов. Противоаварийное управление, его задачи и способы реализации. Основные задачи и способы диспетчерского управления. Методы оптимизации режимов работы ЭЭС. Связь проблемы регулирования частоты с проблемой оптимального распределения нагрузок между электростанциями. Проблемы межсистемных и межгосударственных связей в больших ЭЭС.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 5 семестр – зачет, 6 семестр – экзамен.

Вопросы для самоконтроля, проведения зачета и кандидатского экзамена

1. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа.
2. Экологические аспекты эксплуатации электростанций.
3. Графики нагрузки электрических станций и их регулирование.
4. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и электростанций в целом на построение схем электрических соединений электростанций и требования к электрическим аппаратам и проводникам.
5. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа.
6. Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания.
7. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания.
8. Координация уровней токов короткого замыкания.
9. Эксплуатационные характеристики аппаратов, методика их выбора.
10. Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности токоведущих элементов и контактных соединений, методика их выбора.
11. Заземляющие устройства электроустановок.
12. Системы управления, контроля и сигнализации на электростанциях и подстанциях.
13. Установки оперативного тока.

14. Принципы выполнения и основные характеристики автоматизированных систем управления (АСУ).
15. Принципы создания автоматизированных диагностических систем.
16. Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения.
17. Методика анализа режимов работы синхронных машин.
18. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях.
19. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.
20. Основы проектирования электростанций. Состав и основные характеристики систем автоматизированного проектирования (САПР) электрических установок.
21. Проектирование главной электрической схемы электростанции.
22. Проектирование электроустановок собственных нужд электростанции.
23. Проектирование системы управления электростанции.
24. Конструкция распределительных устройств.
25. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ). Компоновка электрических станций и подстанций.
26. Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок.
27. Основные сведения об истории развития энергетики. Особенности развития энергетики в условиях рыночной экономики. Энергетика как большая система.
28. Модели оптимального развития энергосистем. Системный подход.
29. Общий критерий оптимального развития. Виды представления информации. Иерархическое построение энергосистем.
30. Основные типы задач развития энергосистем. Методы прогнозирования их развития.
31. Особенности оптимизации структуры энергосистемы при ее проектировании и развитии (структура и размещение электростанций, структура электрических сетей).
32. Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем: линейное и нелинейное математическое программирование, транспортный и симплексный алгоритмы, динамическое программирование, метод границ и ветвей, градиентный метод, метод штрафных функций, критериальный анализ технико-экономических задач энергетики.
33. Электрические станции, электрические сети, потребители электроэнергии как элементы энергосистем. Методы определения расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.
34. Сведения об условиях работы и конструктивном исполнении линий электрических сетей. Основные сведения о проектировании конструктивной части воздушных линий.
35. Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения.

36. Характеристики и параметры элементов электрической сети.
37. Элементы теории передачи энергии по линиям электрической сети. Расчеты установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам. Регулирование режимов электрических сетей.
38. Основы технико-экономических расчетов электрических сетей. Качество электрической энергии.
39. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, районных электрических сетях и системах электроснабжения.
40. Проектирования электрических сетей, выбор их основных параметров при проектировании.
41. Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока. Электрические параметры протяженных линий электропередачи.
42. Расчет режимов дальней электропередачи.
43. Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач. Особые режимы электропередачи переменного и постоянного тока.
44. Общая характеристика систем электроснабжения.
45. Общее и различия в структурах систем электроснабжения городов и промышленных предприятий.
46. Теоретические основы формирования расчетной нагрузки элементов сети. Разница в подходах к формированию расчетной нагрузки в городской сети и сети промышленного предприятия.
47. Компенсация реактивных нагрузок. Обоснование различий в решении проблемы компенсации реактивных нагрузок в городах и на промышленных предприятиях. Теоретические основы принципа размещения компенсирующих устройств в распределительных сетях промышленных предприятий.
48. Режим нейтрали в сетях до 1 кВ и выше 1 кВ. Причины нормирования однофазных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
49. Требования к электрическим схемам распределительных сетей. Характеристика схем различных типов с точки зрения загрузки оборудования.
50. Влияние изолированного заземления нейтрали на надежность электроснабжения для различных типов схем. Обоснование необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях.
51. Комплекс требований к сооружению подстанций глубокого ввода. Особенности конструктивного исполнения подстанций. Встроенные подстанции, обоснование необходимости их применения и требования к конструкции.
52. Потери электроэнергии в распределительных сетях, структура потерь.
53. Применение различных методов расчета потерь в зависимости от исходных данных. Методы и средства снижения потерь электроэнергии.

54. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Причины искажений токов и напряжений в распределительных сетях и влияние этих искажений на работу электроприемников.
55. Методы расчета нормируемых ГОСТом показателей качества электроэнергии.
56. Методы и средства введения показателей качества электроэнергии в допустимые ГОСТ пределы.
57. Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах (ЭЭС). Физическая природа переходных процессов в ЭЭС.
58. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов.
59. Составление схем замещения для расчетов, применяемые допущения.
60. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС. Их отражение в схемах замещения ЭЭС, в том числе короткие замыкания (КЗ), сложные виды повреждений.
61. Практические методы расчета токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1000 В.
62. Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах. Преобразования координат.
63. Переходные процессы при КЗ в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы.
64. Современная теория устойчивости. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова.
65. Практические критерии статической устойчивости. Упрощенные критерии динамической и результирующей устойчивости в простейшей ЭЭС. Протекание процесса во времени при больших и малых возмущениях.
66. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением.
67. Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.
68. Характеристики многомашинной ЭЭС. Устойчивость нормальных режимов сложных систем. Изменение частоты и мощности в ЭЭС.
69. Динамическая устойчивость ЭЭС.
70. Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями.
71. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость.
72. Методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости ЭЭС.

73. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.
74. Повреждения и ненормальные режимы работы энергетических систем.
75. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами. Программно-технические комплексы автоматических и автоматизированных систем управления.
76. Иерархические структуры систем управления.
77. Терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики. Ближнее и дальнее резервирование.
78. Работа РЗ и ПА при разных видах повреждений.
79. Локальные и распределенные системы противоаварийной автоматики.
80. Комплексы сбора, передачи и отображения оперативной и аварийной информации. Первичные и вторичные измерительные преобразователи электрических величин.
81. Цепи вторичной коммутации энергетических объектов. Каналы межобъектовой связи. Способы обеспечения помехоустойчивости, корректирующие коды. Протоколы передачи информации.
82. Способы и средства определения электромагнитной обстановки и обеспечения электромагнитной совместимости средств управления на электроэнергетических объектах.
83. Критерии оценки и способы обеспечения надежности функционирования систем релейной защиты и средств противоаварийной автоматики.
84. Системы оперативного тока РЗ и ПА.
85. Релейная защита синхронных генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали. Принципы построения и взаимодействие комплектов защиты.
86. Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.
87. Автоматические переключения в электроэнергетических системах (ввод резерва, повторное включение, частотная разгрузка, балансирующие отключения).
88. Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности. Регуляторы возбуждения и коэффициент трансформации.
89. Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. Регуляторы частоты вращения.
90. Методы и средства определения мест повреждений в сетях воздушных и кабельных линий электропередачи.
91. Системы сигнализации, регистрации и цифрового осциллографирования.

92. Моделирование функционирования и испытания устройств и систем управления.
93. Случайные события и случайные величины в электроэнергетике, их применение в расчетах надежности схем электрических соединений.
94. Применение математической статистики и методов обработки статистических данных по показателям надежности элементов, параметрам режимов, электрическим нагрузкам.
95. Понятия интегральных характеристик режимов и методы их расчета в сложных электроэнергетических системах.
96. Интегральные критерии качества электроэнергии, их применение в практике эксплуатации электроэнергетических систем.
97. Случайные процессы при моделировании режимов и состояний в электроэнергетике. Понятие о простейшем стационарном процессе, моделирование процессов отказов и восстановлении элементов и схем в электроэнергетике.
98. Элементы теории массового обслуживания, метод статистических испытаний «Монте-Карло», их применение для решения энергетических задач.
99. Общий обзор проблемы моделирования, основы теории подобия. Полное и неполное подобие. Точность подобия.
100. Практические критерии подобия различных явлений, изучаемых в технике. Подобие электрических цепей.
101. Кибернетическое моделирование. Приближенное моделирование.
102. Методы обработки результатов экспериментов, планирование экспериментов.
103. Физическое и аналоговое моделирование процессов в электроэнергетических системах. Расчетные модели, аналоговые модели, физические или динамические модели электроэнергетических систем.
104. Расчеты режимов работы электростанций, сетей и систем с применением ЭВМ. Области применения и возможности ЭВМ при анализе режимов работы ЭЭС.
105. Основные алгоритмы расчетов режимов работы и устойчивости ЭЭС с применением ЭВМ. Применение алгоритмических языков.
106. Основные задачи АСУ энергосистем. Структуры систем автоматического управления ЭЭС и ее элементов.
107. Противоаварийное управление, его задачи и способы реализации.
108. Основные задачи и способы диспетчерского управления.
109. Методы оптимизации режимов работы ЭЭС. Связь проблемы регулирования частоты с проблемой оптимального распределения нагрузок между электростанциями.
110. Проблемы межсистемных и межгосударственных связей в больших ЭЭС.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, [и др.] ; ред. И. П. Крючков, В. А. Старшинов . – М. : Изд. дом МЭИ, 2012 . – 568 с.
2. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок: учебное пособие для вузов по специальностям "Электрические станции", "Электроснабжение" направления "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, М. В. Пираторов . – 2-е., стер . – М. : Изд. дом МЭИ, 2011 . – 472 с.
3. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: Курс лекции: учебное пособие / В.А. Строев, О.Н. Кузнецов. – М.: МЭИ, 2013. –120 с.
4. Веников В.А. и др. Электрические системы: Управление переходными режимами электроэнергетических систем / под ред. В.А. Веникова. М.: Высшая школа, 1982.
5. Строев В.А., Селиджанов Р.М. Управление переходными режимами в электрических системах / под ред. В.И. Пуго. М.: Изд-во МЭИ, 1992.
6. Совалов С.А., Семенов В.А. Противоаварийное управление в энергосистемах / М.: Энергоатомиздат, 1988.
7. Управление качеством электроэнергии/ И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов и др.; под ред. Ю.В. Шарова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.
8. Электрические системы. Электрические сети: учебник для электроэнерг. спец. вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др.; под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. – М.: Высшая школа, 1998. – 511 с.
9. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.: ООО «Издательский дом Альянс», 2009. – 592 с.

Дополнительная литература:

10. Электрическая часть станций и подстанций : Учебник для вузов по специальности "Электрические станции" / Ред. А. А. Васильев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 576 с.
11. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1985.
12. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: ЭНАС, 2009. – 392 с.
13. http://so-ups.ru/index.php?id=tech_base от 07 июля 2015 г.

Периодические издания (журналы):

1. Электричество;
2. Известия РАН. Энергетика;
3. Электрические станции;
4. Энергетик;
5. Вестник МЭИ;
6. Промышленная энергетика;
7. Энергетика. Реферативный журнал;
8. Вестник ИГЭУ;