

2.4 «ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

Программа вступительного экзамена включает в себя общие вопросы по группе научных специальностей 2.4 «Энергетика и электротехника» и вопросы по научной специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

1 Математическое моделирование объектов электроэнергетики и электротехники

Общие сведения о математическом моделировании. Моделирование как метод познания объектов, процессов, явлений. Понятие системы. Классификация моделей. Переменные в математических моделях. Адекватность и эффективность математических моделей. Свойства объектов моделирования. Математические модели на микроуровне. Моделирование на макроуровне. Моделирование на метауровне. Этапы и методы математического моделирования. Модели объектов электротехники.

Математические модели элементов электроэнергетических систем. Модели основных элементов энергетической системы и системы в целом. Математическая модель линии с распределенными параметрами. Математические модели линии в виде схем замещения. Упрощенные модели ЛЭП. Математические модели силового трансформатора. Г-образная и П-образная схемы замещения силового трансформатора. Статические характеристики электрической нагрузки. Моделирование генераторных узлов при расчетах статических режимов электроэнергетических систем.

Статические модели. Математические модели объектов энергетики, сводящиеся к системам алгебраических уравнений. Формирование и матричная запись уравнений установившегося режима электрических систем. Узловые уравнения установившегося режима. Учет особенностей систем линейных алгебраических уравнений при описании электрических систем.

Методы решения линейных уравнений. Метод Гаусса в алгебраической форме. Табличная форма метода Гаусса. Метод триангуляции матриц. Обращение матрицы узловых проводимостей. Решение системы линейных уравнений в обращенной форме, область применения такого подхода.

Нелинейные модели установившихся режимов. Нелинейные модели установившихся режимов и их описание. Методы решения нелинейных уравнений. Итерационные методы решения уравнений. Простая и ускоренная итерация. Коэффициенты ускорения и замедления расчетов режима. Метод Ньютона.

Динамические модели. Математические модели, сводящиеся к системам обыкновенных дифференциальных уравнений. Формирование и решение систем дифференциальных уравнений. Анализ возможности упрощения системы дифференциальных уравнений. Жесткие системы дифференциальных уравнений и методы их решения. Программы численного интегрирования систем ОДУ. Моделирование переходных процессов с использованием резистивных схем замещения. Формирование и исследование моделей объектов электротехники.

2 Методы исследований в электроэнергетике и электротехнике

Основные направления, тенденции и перспективы развития объектов электроэнергетики и электротехники. Тренды и сценарии развития мировой и российской энергетики. Обзор и анализ современных и перспективных технологий в области производства, передачи и потребления электрической энергии. Анализ подходов, методов исследований и реализация технологий в области электроэнергетики.

Методы экспериментальных исследований. Классификация, типы и задачи эксперимента. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований. Рабочее место эксперимента.

тора и его организация. Вычислительный эксперимент. Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях. Методы графической обработки результатов измерений. Методы подбора эмпирических формул. Регрессионный анализ. Оценка адекватности теоретических решений. Элементы теории планирования эксперимента.

Методы расчетных и теоретических исследований. Поиск, накопление и обработка научной информации. Задачи и методы теоретического исследования. Использование математических методов в исследованиях. Аналитические методы. Вероятностно-статические методы.

3 Режимы работы электрооборудования станций и подстанций

Электрооборудование станций и подстанций. Электрооборудование станций и подстанций - технические средства, обеспечивающие преобразование различных видов энергии в электрическую и ее передачу в электроэнергетическую систему.

Режимы работы трансформаторов. Особенности режимов работы трансформаторов с различными схемами и группами соединения обмоток. Эксплуатационные характеристики трансформаторов при нагрузке. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходной процесс при подключении трансформатора к сети. Режим работы трехфазной группы трансформатора (звезда с нулевым проводом - треугольник) при отключении одной фазы.

Режимы работы синхронных генераторов. Взаимосвязь особенностей конструкций синхронных генераторов, используемых на тепловых, атомных, гидроэлектростанциях и на станциях на основе возобновляемых источниках энергии), с режимами их работы. Обмотки синхронных машин. Изменение напряжения синхронного генератора при нагрузке. Электромагнитная мощность и основные режимы работы синхронных машин. Асинхронные режимы турбогенераторов. Несимметричная нагрузка синхронных генераторов. Несимметричные короткие замыкания. Качания синхронных генераторов. Динамическая устойчивость. Системы возбуждения синхронных генераторов.

Режимы работы синхронных компенсаторов. Особенности конструкции синхронных компенсаторов. U-образная характеристика синхронного компенсатора и оценка возможностей регулирования реактивной мощности. Оценка технико-экономической эффективности использования синхронных компенсаторов в энергосистеме.

Режимы работы статических тиристорных компенсаторов, реакторов и шунтовых конденсаторных батарей. Технические характеристики, режимы работы, особенности применения и эксплуатации статических тиристорных компенсаторов, реакторов и шунтовых конденсаторных батарей.

Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. Технические характеристики синхронных и асинхронных электродвигателей применяемых в системе собственных нужд электростанций. Анализ режимов синхронных и асинхронных двигателей при коротких замыканиях, пусках и перерывах питания. Особенности группового выбега электродвигателей. Влияние отклонения напряжения и частоты от номинальных значений на режим работы синхронных и асинхронных электродвигателей.

Режимы работы коммутационных аппаратов. Работа коммутационной аппаратуры на электрических станциях в энергосистеме. Переходные процессы при коммутациях присоединений. Скорость восстановления напряжения на зажимах выключателей и восстановление электрической прочности разрыва цепи выключателями. Расход ресурса коммутационных аппаратов при работе в системе, методы контроля и расчета.

4 Электроэнергетические системы

Характеристика и структура современной ЭЭС. История и закономерности развития электроэнергетических систем. Современное состояние электроэнергетических систем и их характерные особенности. Структура современной ЭЭС. Научно-техническая политика в области технологии и проектирования ЭЭС и электроэнергетических объектов.

Длинные линии сверхвысокого напряжения. Задачи и перспективы в области использования СВН. Корона и её ограничение. Возникновение короны на проводах ЛЭП СВН, связанные с нею потери энергии. Расчёт и оптимизация радиуса расщепления провода фазы с учётом потерь энергии при коронировании, электромагнитного излучения, передаваемой мощности экологических проблем. Схемы замещения линий СВН и расчет их параметров.

Понятие режимов электрической сети. Подготовка исходных данных к расчету режимов электрической сети. Методы расчета установившегося режима и их применение в промышленных программах. Пропускная способность электропередачи и мероприятия по её увеличению. Предельная передаваемая по ЛЭП активная мощность. Волновые параметры ЛЭП СВН. Понятие о расчетах динамических режимов ЛЭП. Выбор расчетных условий для исследований ЭЭС в установившихся и переходных режимах. Режимы заземления нейтрали электрических сетей. Перенапряжения в электрических сетях. Влияние режима сети на электро- и пожаробезопасность.

Качество электрической энергии. Электромагнитная совместимость технических средств. Понятие качества электрической энергии. Показатели и нормы качества электрической энергии. Отклонения частоты. Медленные изменения напряжения. Колебания напряжения и фликер. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия трехфазной системы. Случайные события в системах электроснабжения: прерывания напряжения, провалы напряжения и перенапряжения, импульсные напряжения. Влияние отклонения напряжения на работу элементов ЭЭС. Влияние колебаний напряжения на работу элементов ЭЭС. Влияние несинусоидальности напряжения на работу элементов ЭЭС. Влияние несимметрии напряжений на работу элементов ЭЭС. Эксплуатационный контроль показателей качества электроэнергии. Методы снижения медленных отклонений напряжения. Методы снижения колебаний напряжения. Методы снижения несинусоидальности напряжения. Методы снижения несимметрии напряжений.

Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы. Современные проблемы научно-технического развития электроэнергетических сетей и систем. Факторы, определяющие необходимость кардинальных изменений в электроэнергетике. Исходные положения для разработки и развития интеллектуальных ЭЭС. Структура концепции интеллектуальных ЭЭС. Ключевые ценности новой ЭЭС. Принципы реализации активно-адаптивных ЭЭС. Сходство и различие концепций интеллектуальной ЭЭС и Smart Grid.

Инновационные технологии и компоненты ЭЭС. Распределенная генерация и ее функциональные свойства. Технологии распределенной генерации. Особенности функционирования установок на базе возобновляемых источников энергии в составе электроэнергетических систем. Управление на базе FACTS технологий. Применение накопителей электрической энергии, их функции. Цифровая подстанция. Интеллектуальные системы контроля и удаленный мониторинг. Активный потребитель. Микросети. Интернет энергии.

5 Электропривод

Электропривод как система. Структурная схема, механическая часть силового канала электропривода. Силы и моменты, движущие и сопротивления. Уравнение движения привода. Момент инерции и маховой момент, приведение их к валу двигателя.

Физические процессы в электроприводах. Механические и электромеханические характеристики электроприводов постоянного тока. Способы пуска, реверса, торможения, регулирования частоты вращения изменением напряжения, магнитного потока. Механические характеристики электроприводов с асинхронными двигателями. Способы пуска, реверса, торможения, регулирования частоты вращения изменением подводимого напряжения, частоты, сопротивления в цепи ротора, переключением пар полюсов. Механические и угловые характеристики синхронного двигателя. Способы пуска, торможения, регулирования частоты вращения. Электропривод системы генератор – двигатель. Механические характеристики, регулирование частоты вращения, область применения. Вентильный электропривод в системе, Тиристорный преобразователь

- двигатель постоянного тока, Тиристорный преобразователь частоты - асинхронный двигатель. Механические характеристики и способы регулирования скорости. Сравнительный анализ различных электроприводов с точки зрения вида регулировочных характеристик, плавности, диапазона регулирования, допустимых нагрузок и экономических показателей

Переходные процессы в электроприводах. Общая характеристика, сущность, методы исследования переходных процессов. Механические переходные процессы при пуске, реверсе и торможении электроприводов постоянного и переменного тока. Электромеханическая постоянная времени и ее физический смысл, характер изменения скорости и тока, моментов в этих режимах. Электромеханические переходные процессы. Электромагнитная постоянная времени якорной цепи в цепях возбуждения. Форсирование переходных процессов. Переходные процессы в сложных системах электропривода. Особенности расчета переходных процессов в вентильном электроприводе. Понятие о физическом и математическом моделировании электропривода.

Энергетика переходных процессов. Потери энергии при пуске и торможении электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Способы уменьшения потерь энергии. Выбор электродвигателей для электроприводов. Общие сведения по проектированию электроприводов. Режимы работы и нагрузочные диаграммы, нагрев электродвигателей, постоянная времени нагрева. Определение мощности и выбор двигателей для различных режимов методами средних потерь, среднеквадратичных значений тока, момента и мощности.

Аппаратура и схемы управления электроприводом. Пускорегулирующая аппаратура. Частотно-регулируемый электропривод. Магнитные и тиристорные пускатели. Принципы автоматического управления пуском электродвигателей. Типовые схемы управления. Бесконтактное управление электродвигателями постоянного и переменного тока. Элементная база информационного канала. Синтез структур и параметров. Микропроцессорные системы управления. Их структура, состав, методы управления.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Энергосберегающие технологии в системах электроснабжения: учебное пособие для вузов / В.Ф. Белей, А.Ю. Никишин, В.Ф. Паршина, Л.Д. Шабалин. Под. ред. В.Ф. Белея.- Калининград: Издательство КГТУ, 2021. – 98с.1.Ветров
2. Основы научных исследований и изобретательства [Текст] : учеб. пособие / И.Б. Рыжков ; рец. : А.Л. Готман, Р.Ф. Абдрахманов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013.
3. Основы научных исследований [Текст] : учеб. пособие / Б.И. Герасимов [и др.] ; рец. : В.Д. Жариков, Н.А. Чайников, Н.Г. Астафьева. - Москва : Форум, 2013. - 272 с
4. Данилов, П.Е. Теория электропривода [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет “МЭИ” в г. Смоленске. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 416 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
5. Бекишев, Р.Ф. Электропривод : учебное пособие для вузов / Р.Ф. Бекишев, Ю.Н. Дементьев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 301 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00514-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт
6. Бирюков, В.В. Автоматизированный тяговый электропривод : учебник / В.В. Бирюков. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 323 с. — ISBN 978-5-7782-3993-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система
7. Терёхин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие для вузов / В.Б. Терёхин, Ю.Н. Дементьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 306 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06858-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт

8. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев, М.В. Пираторов; под ред. И.П. Крючкова. – 2-е изд., стер.– М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 414 с.
9. Вольдек, А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учеб. / А.И. Вольдек, В.В. Попов . - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008. - 319 с.
10. Вольдек, А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: учеб./ А.И. Вольдек ; авт. Попов В.В. - Санкт-Петербург [и др.] : ПИТЕР, 2007. - 349 с.
11. Геллер Б.Л. Энергетическая электроника: учебное пособие. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 137 с.
12. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] :учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
13. Костин В.Н. Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / В.Н. Костин. - Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2015. - 304 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 290. - ISBN 978-5-4377-0048-8.

Дополнительная литература

1. Дунаевский С. Я. Моделирование элементов электромеханических систем/ С. Я. Дунаевский.- 2-е изд. - Москва: Энергия, 1971. - 287с.
2. Идельчик В. И. Расчеты установившихся режимов электрических систем/ В. И. Идельчик; ред. Веников В.И. - Москва: Энергия, 1977. - 189с.
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. - 592с.
4. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учеб. / Л. А. Бессонов. - 10-е изд. - Москва: Гардарики, 2001. - 638 с.
5. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс]/ А.Ф. Шаталов, И. Воротников, М. Мастепаненко, и др.; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь : Агрус, 2014. - 140 с (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
6. Основы научных исследований: Учебное пособие для техн. вузов/ В.И. Крутов, И М. Глушко, В.В. Попов, и др. Под ред. В.И. Крутова и В.В. Попова.- М.: Высшая школа., 1989.- 400 с.ил.
7. Сборник задач по надежности электрических машин [Текст] : учеб. пособие / Н. Л. Кузнецов. - Москва : МЭИ, 2008. - 407 с. Нормативные документы
8. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике».
9. Электрическая часть станций и подстанций: Учебник для вузов. – 2-е изд.перераб. и доп. / Ред. А.А. Васильев. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 575 с.
10. Иванов-Смоленский, А.В. Электрические машины : учебник для электромех. и энерг. спец. вузов / А. В. Иванов-Смоленский. - Москва : Энергия, 1980. - 927с.
11. Копылов И.П. Электрические машины: учеб. / И.П. Копылов. - 2-е изд., перераб. - Москва : Высшая школа, 2000. - 608 с.
12. Сыромятников, И.А. Режимы работ асинхронных и синхронных двигателей / И.А. Сыромятников ; , 4-е изд., перераб.и доп. - Москва : Энергоатомиздат, 1984. - 240с.
13. Переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст] : учеб. / авт. Крючков, И.П. [и др.]. - 2-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2009. - 414 с. : рис., табл. + 22 см + Прил. (с. 399-414). - ISBN 978-5-383-004 13-5
14. Овчаренко, Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем [Текст] : учеб. / Н.И. Овчаренко. - Москва : Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. - 503с. : ил. - ISBN 5-93196-

15. Карапетян, И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей : справочник / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ЭНАС, 2012. - 376 с. - ISBN 978-5-4248-0049-8 ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
16. Фадеева, Г.А. Проектирование распределительных электрических сетей : учебное пособие / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин ; под ред. В.Т. Федин. - Минск : Вышэйшая школа, 2009. - 367 с. : табл., схем. - ISBN 978-985-06-1597-8 ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
17. Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие / А.В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. - ISBN 978-5-7782-2262-5 ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
18. Антонов, С.Н. Проектирование электроэнергетических систем : учебное пособие / С.Н. Антонов, Е.В. Коноплев, П.В. Коноплев. - Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2014. - 101 с. : схем., табл., ил. ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
19. Ананичева, С.С. Модели развития электроэнергетических систем : учебное пособие / С.С. Ананичева, П.Е. Мезенцев, А.Л. Мызин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : УрФУ, 2014. - 149 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-321-02313-6 ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
20. Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода : учеб. / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. - 6-е изд., доп. и перераб. - Москва : Энергоиздат, 1981. - 576 с.