

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/Д.С. Гущ/

«28» марта 2022 года

**ПРОГРАММА
вступительного испытания для поступающих в аспирантуру**

2.4 Энергетика и электротехника

шифр и наименование группы научных специальностей

2.4.3 Электроэнергетика

шифр и наименование научной специальности

Красноярск 2022

Настоящая программа составлена на основе дисциплин направления «Электроэнергетика и электротехника» и предназначена для сдачи вступительного испытания по специальности 2.4.3 - Электроэнергетика. Цель вступительного испытания заключается в выявлении готовности претендента к освоению учебного плана по программе аспирантуры.

1. Перечень теоретических вопросов

1. Структура электроэнергетических систем. Классификация и основные характеристики электрических станций, подстанций, электрических сетей, потребителей электрической энергии.
2. Особенности функционирования электрических станций различного типа. Вопросы экологии при проектировании и эксплуатации электростанций.
3. Электрические станции, электрические сети, потребители электроэнергии, как элементы энергосистем.
4. Задачи и алгоритмы управления энергетической системой и ее элементами.
5. Назначение и принцип действия устройств для трансформации электрической энергии.
6. Основные требования к электрическим схемам электрических сетей.
7. Современное состояние и перспективы развития электростанций и электроэнергетических систем Современное состояние и перспективы получения, преобразования, передачи на расстояние, распределения и потребления электроэнергии. Современное состояние электроэнергетики России. Энергетическая стратегия России на период до 2035г
8. Электрическая часть электростанций. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа. 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.
9. Проблемы реконструкции и модернизации объектов электроэнергетики Применение вакуумных и элегазовых выключателей при модернизации распределительных устройств электрических станций и подстанций. Реконструкция схем выдачи мощности электростанций с применением комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией. Оптимизация развития Оптимизация развития схем выдачи мощности электростанций и обоснование повышения надёжности приёмной системообразующей сети.
10. Режимы работы основного электрооборудования электростанций и подстанций Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов 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.
11. Проектирование электростанций и электрических сетей Основы проектирования электростанций. Основные экономические показатели и критерии сравнительной технико-экономической эффективности. 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. Выбор оптимального варианта электроустановок.

12. 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. Практические методы расчета токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1000 В. 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. 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.

13. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем Повреждения элементов и ненормальные режимы работы электроэнергетических 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. Релейная защита синхронных генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, воздушных и кабельных линий электропередачи с различными способами заземления нейтрали. Принципы построения и взаимодействие комплексов защиты. 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.

14. Надежность и диагностика электроэнергетического оборудования Надежность электроэнергетических систем. Теория диагностики основного оборудования электростанций, электроэнергетических систем и изоляции электрооборудования высокого напряжения. Методы оценки надежности электроэнергетических установок и систем.

15. Экологические проблемы электроэнергетики Основные понятия и определения. Энергетика и развитие цивилизации. Технический прогресс и биосфера. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике.

16. Энергоресурсосбережение Проблемы энергоэффективности в сфере потребления на примере Российской экономики. Особенности и закономерности энергосбережения. Энергосбережение – новый энергетический ресурс. Управление энергосбережением. Запасы энергетических ресурсов. Тенденции энергопотребления и производства электрической и тепловой энергии.

17. Развитие электрического разряда в газах. Закон Пашена и закон подобия электрических разрядов. Разряд в сильно неоднородном электрическом поле. Влияние полярности на начальные напряжения. Лавинная, стримерная и лидерная формы разряда. Развитие разряда при импульсных напряжениях.

18. Коронный разряд при различных видах воздействующего напряжения. Начальная напряжённость коронного разряда. Униполярный и биполярный коронные разряды. Распределение напряженности электрического поля и плотности объёмного заряда в промежутке при униполярном коронном разряде. Вольт-амперная характеристика коронного разряда. Потери на корону при переменном напряжении на проводах линии электропередачи.
19. Характеристики грозовой деятельности. Опасные воздействия молнии на поражаемые объекты. Общая характеристика электромагнитных, газодинамических, тепловых и электродинамических воздействий молнии. Молниеотводы. Заземление молниеотводов. Естественные и искусственные заземлители. Стационарное и импульсное сопротивление заземлителей. Молниезащита воздушных линий электропередачи (ВЛ). Грозовые отключения ВЛ, защищаемых тросовыми молниеотводами.
20. Основные требования к электрической изоляции, условия работы. Внешняя изоляция установок и оборудования высокого напряжения. Характерные изоляционные промежутки в атмосферном воздухе. Особенности внешней изоляции. Разрядные напряжения чисто воздушных промежутков при разных видах воздействующего напряжения. Линейная изоляция. Конструкции и материалы изоляторов. Выбор типа и числа изоляторов и воздушных изоляционных промежутков ВЛ и открытых распределительных устройств. Вольт-секундные характеристики. Внутренняя изоляция установок и оборудования высокого напряжения. Требования, предъявляемые к изоляции и изоляционным материалам. Основные виды внутренней изоляции. Электрическая прочность внутренней изоляции.
21. Задачи диагностики и контроля технического состояния изоляции оборудования и установок высокого напряжения. Координация изоляции устройств высокого напряжения. Общие правила проведения испытаний изоляции высоким напряжением промышленной частоты, грозовыми и коммутационными импульсами, постоянным (выпрямленным) напряжением. Особенности воздействия на изоляцию разных видов испытательного напряжения.
22. Испытания высоким напряжением и сильными токами. Цели и объекты испытаний, общая схема испытательных комплексов, нормированные испытательные высокие напряжения и импульсные токи. Испытательные установки высокого напряжения промышленной частоты. Испытательные трансформаторы высокого напряжения, каскадные схемы испытательных трансформаторов и резонансные схемы для испытаний переменным высоким напряжением. Установки высокого напряжения постоянного тока.
23. Направления применения высоких напряжений и сильных токов в технологических процессах. Характеристика аэрозольных систем. Зарядка частиц. Силы, действующие на частицы в электрических полях. Движение заряженных частиц. Сопротивление среды движению частиц. Числа Рейнольдса и Стокса. Осаждение частиц из ламинарного и турбулентного потока.
24. Основные уравнения и граничные условия, описывающие электростатическое поле. Методы эквивалентных зарядов и интегральных уравнений для случаев однородной и неоднородной сред.
25. Постановка задачи расчета магнитного поля промышленной частоты вблизи объектов электроэнергетики. Магнитные поля систем проводников с током. Магнитные поля в пролете воздушных линий электропередачи.
26. Электромагнитная совместимость. Источники электромагнитных воздействий на объектах электроэнергетики. Чувствительные к электромагнитным воздействиям оборудование и системы на объектах электроэнергетики. Каналы передачи помех. Кондуктивные и полевые помехи. Нормативная база обеспечения электромагнитной совместимости на объектах электроэнергетики. Закон об электромагнитной совместимости. Допустимые уровни электромагнитных помех на объектах электроэнергетики.

2. Рекомендуемая литература

1. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016.
2. Электрическая часть станций и подстанций: Учебник для вузов/Под ред. А.А. Васильева.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Кудрин Б.И. Системы электроснабжения: учеб. пособие для вузов. – М.: Академия, 2011. – 352 с.
4. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии. Учеб. пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-на- Дону, Феникс, 2006.
5. Карташов И.И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения. Способы его контроля и обеспечения: учебное пособие. - М.: Изд-во МЭИ, 2001. - 72 с.
6. Крючков И.П. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования / И.П. Крючков, Б.Н. Неклепаев, В.А. Старшинов и др.; Под ред. И.П. Крючкова и В.А. Старшина. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.– 416 с.
7. Калентионок Е.В. Устойчивость электроэнергетических систем. – Минск: Техноперспектива, 2008
8. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
9. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: [учебник для вузов] \ В. А. Андреев.—Изд. 4-е, перераб. и доп.—М.: Высш. шк., 2006.—639 с.
10. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем. – М.: Энергоатомиздат, 2018 (1992).
11. Проектирование защит трансформатора при использовании терминалов НПП «ЭКРА»: Учеб.-метод. пособие/ О.В. Фролова, Л.М. Колесов. – Иваново, 2015 э
12. Вайнштейн Р.А. Основы противоаварийной автоматики в электроэнергетических системах / Р.А. Вайнштейн, Е.А. Понамарев, В.А. Наумов, Р.В. Разумов: учебное пособие. – Томск, Чебоксары, 2015. – 182 с.
13. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем / Н.И. Овчаренко: учебник для вузов. – М., Издательский дом МЭИ, 2007. – 476 с.
14. Фадке, Арун Г. Компьютерная релейная защита в энергосистемах / А. Г. Фадке, Д. С. Торп ; перевод с английского под редакцией Г. С. Нудельмана.—2-е изд.—Москва: Техносфера, 2019.—370 с.—(Мир энергетики).—ISBN 978-5-94836-552-7.
15. Бортник И.М., Белогловский А.А, Верещагин И.П., Вершинин Ю.Н., Калинин А.В., Кучинский Г.С., Ларионов В.П., Монастырский АЕ., Орлов А.В., Пинталь Ю.С., Сергеев Ю.Г., Соколова М.В., Темников А.Г. Электрофизические основы техники высоких напряжений. Учебник для вузов / Под ред. Верещагина И.П. - М: Издательский дом МЭИ, 2010. - 704 с.
16. А.Ф. Дьяков, Б.К. Максимов, Р.К. Борисов, И.П. Кужекин, А.Г. Темников, А.В. Жуков. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике. Учебник для вузов, 2-е издание, исправл. и дополн. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - 544 с.
17. Высоковольтные электротехнологии. Учеб. пособие / О.А. Аношин, А.А. Белогловский, И.П. Верещагин и др.; Под ред. И.П. Верещагина. - М.: Изд-во МЭИ, 2000.
19. Физико-математические основы техники высоких напряжений. Учеб. пособие для вузов / В.В. Базуткин, К.П. Кадомская, Е.С. Колечицкий и др.; Под ред. К.П. Кадомской. - М.: Энергоатомиздат, 1995.
20. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молний и молниезащиты. - М.: Физматлит, 2001.
21. Техника высоких напряжений. Учебник для вузов / И.Н. Богатенков, Ю.Н.Бочаров, Н.И. Гумерова и др. Под ред. Г.С. Кучинского. - СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 2003.

22. Пантелейев В.И., Суров В.П., Яковлев В.Н. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта // Учебное пособие - М.: «Издательский дом МЭИ», 2010, 588 с.
23. Герасименко А.А., Федин В.Т. Электроэнергетические системы и сети: расчёты, анализ, оптимизация режимов работы и проектных решений электрических сетей: учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс. 2018. 471 с.
24. Основы современной энергетики. Т.2. Современная электроэнергетика: / Учебник для вузов/ под. ред. А.П. Бурмана и В.А. Строева. 4-е изд., перераб, и доп. М.: Издательский дом МЭИ, 2008. 632 с.
25. Тремясов В.А. Надежность электроснабжения: учеб. пособие. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 163 с.
26. Тремясов В.А. Проектирование электрических станций: учеб. пособие. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 286 с.

Программу составили:

д-р техн. наук, профессор В.И Пантелейев

д-р техн. наук, профессор А.А.Герасименко

канд. техн. наук, доцент В.А.Тремясов

Директор Политехнического института


М.В. Первухин