

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Директор института энергетики



Е.В. Самаркина

«10» октября 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



В.В. Смирнов

«11» октября 2023 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания
по специальной дисциплине
для поступающих на обучение по образовательным программам
высшего образования – программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ИРНИТУ

Научная специальность:
2.4.3. Электроэнергетика

Иркутск – 2023 г.

Тема №1. Электрическая часть электростанций и подстанций

Раздел 1. Типы электростанций и их особенности. Источники электрической энергии в электроэнергетических системах. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа: тепловых, атомных, гидравлических и других. КЭС: особенности электрической части. ТЭЦ: особенности электрической части. АЭС: особенности электрической части. Вопросы экологии при эксплуатации электростанций. Структура и основные параметры электроэнергетической системы России.

Раздел 2. Электрическое оборудование электростанций и подстанций Генераторы, трансформаторы, электрические аппараты, коммутационные аппараты, электродвигатели, токоведущие элементы, изоляторы. Синхронные и асинхронные генераторы. Синхронные и асинхронные электродвигатели. Выключатели переменного тока. Разъединители. Шины, шинопроводы, токопроводы. Измерительные трансформаторы.

Раздел 3. Главные схемы электростанций и подстанций Распределительные устройства (РУ). РУ с одной системой сборных шин. РУ с двумя системами сборных шин. РУ с двумя системами сборных шин ГРУ ТЭЦ. Типы главных схем подстанций. Схемы систем собственных нужд электростанций и подстанций. РУ с двумя системами сборных шин и обходной шиной. РУ по схеме четырехугольника. РУ по схеме шестиугольника. РУ по схеме 3/2 и 4/3. Упрощенные схемы РУ. Системы постоянного оперативного тока

Основная литература:

1. Электрическая часть электростанций и подстанций. Проектирование и конструирование электрической части электростанций и подстанций : конспект лекций / Иркут, гос. техн. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. - электрон, опт. диск (CD-ROM)
2. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учеб. пособие для вузов по специальностям "Электр, ст."... / И. П. Крючков [и др.]. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 410 с.

Дополнительная литература:

1. Балаков, Ю. И. Проектирование схем электроустановок : учеб. пособие для вузов по всем специальностям направления подгот. дипломир. специалистов 650900 "Электроэнергетика" / Ю. И. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во МЭИ, 2006. - 287 с.
2. Быстрицкий, Г. Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. - М. : Машиностроение, 2011.

Тема №2. Режимы работы основного электрооборудования электростанций

Раздел 1. Режимы синхронных генераторов. Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения. Методика анализа режимов работы синхронных машин.

Раздел 2. Режимы работы электродвигателей. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях. Пуск электродвигателей. Работа электродвигателей при отклонении параметров нагрузки и питания от номинальных значений

Раздел 3. Режимы трансформаторного оборудования Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях. Регулирование трансформаторов на подстанциях. Охлаждение трансформаторов.

Основная литература:

1. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети : учеб. для электроэнергет. специальностей / В. И. Идельчик. - 2-е изд., стер. - М. : Альянс, 2009. - 592 с.
2. Тигунцев, С. Г. Режимы работы электрических систем с изолированной нейтралью : учебное пособие / С. Г. Тигунцев. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. - электрон, опт. диск (CD-ROM).

Дополнительная литература:

1. Дубицкий, М. А. Надежность и живучесть ЭЭС : учебное пособие / М. А. Дубицкий. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. - электрон, опт. диск (CD-ROM)
2. Быстрицкий, Г. Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. - М. : Машиностроение, 2011.

Тема №3. Проектирование электростанций и подстанций

Раздел 1. Основы проектирования электростанций. Состав и основные характеристики систем автоматизированного проектирования (САПР) электрических установок.

Раздел 2. Проектирование главной электрической схемы. Проектирование электроустановок собственных нужд. Проектирование систем управления.

Раздел 3. Конструкции электрической части электростанций и подстанций. Конструкция распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ). Компоновка электрических станций и подстанций. Методы оценки техникоэкономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок.

Основная литература:

1. Жданов, А. С. Проектирование электроустановок электростанций и подстанций : учебное пособие / А. С. Жданов. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2011. - электрон, опт. диск (CD-ROM).
2. Электрическая часть электростанций и подстанций. Проектирование и конструирование электрической части электростанций и подстанций : конспект лекций / Иркут, гос. техн. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. - электрон, опт. диск (CD-ROM).

Дополнительная литература:

1. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок : учеб. пособие для вузов по всем специальностям направления подгот. дипломир. специалистов 650900 "Электроэнергетика" / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. -2-е изд., стер. - М. : Изд-во МЭИ, 2006. - 287 с.
2. Быстрицкий, Г. Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. - М. : Машиностроение, 2011.

Тема №4. Электроэнергетические системы и сети

Раздел 1. Структура электрических сетей. Структура электрических сетей и систем. Номинальные напряжения. Области применения номинальных напряжений. Электрические подстанции. Назначение и виды подстанций. Регулирование напряжения на подстанциях.

Раздел 2. Устройство электрических сетей. Конструкции воздушных и кабельных линий электропередачи. Опоры, изоляторы, провода. Виды кабелей. Способы прокладки кабелей. Режимы нейтрали электрических сетей разных классов напряжений. Трехфазные сети с изолированной нейтралью. Трехфазные сети с резонансно-компенсированной нейтралью. Трехфазные сети с эффективно-заземленной нейтралью. Трехфазные сети с глухозаземленной нейтралью. Инженерно-экономические расчеты электрических сетей. Потери электрической энергии при транспортировке. Себестоимость передачи электрической энергии. Экономическая плотность тока.

Раздел 3. Режимы и проектирование электрических сетей. Режимы работы электроэнергетических систем. Определения терминов. Нормальные режимы работы электроэнергетических систем. Выбор проводов и кабелей по допустимому нагреву. Расчет и выбор параметров электрических сетей по потере напряжения. Компенсация реактивной мощности. Проектирование электрических сетей. Определение расчетных нагрузок и выбор источников питания. Электроснабжение промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства. Основные задачи АСУ энергосистем. Структуры систем автоматического управления ЭЭС и ее элементов. Основные задачи и способы диспетчерского управления. Методы оптимизации режимов работы ЭЭС. Связь проблемы регулирования частоты с проблемой оптимального распределения нагрузок между электростанциями.

Основная литература:

1. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети : учеб. для электроэнергет. специальностей / В. И. Идельчик. - 2-е изд., стер. - М. : Альянс, 2009. - 592 с.
2. Рыжов, Ю. П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения : учеб. для вузов: по специальности "Электроэнергет. системы и сети" направления подгот. "Электроэнергетика", для системы подгот., переподгот. и повышения квалификации персонала РАО / Ю. П. Рыжов. - М. : Изд. дом МЭИ, 2007. - 486 с.

Дополнительная литература:

1. Воропай, Н. И. Надежность систем электроснабжения : конспект лекций / Н. И. Воропай. - Новосибирск : Наука, 2006. - 205 с. : а-ил
2. Быстрицкий, Г. Ф. Справочная книга по энергетическому оборудованию предприятий и общественных зданий / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. - М. : Машиностроение, 2011.

Тема №5. Переходные процессы в электроэнергетических системах

Раздел 1. Переходные режимы. Условия существования режимов. Переходные электромагнитные и электромеханические процессы в электрических системах. Устойчивость работы электроэнергетических систем. Параметры, характеризующие устойчивость. Нарушение устойчивости работы электроэнергетической системы. Сценарии нарушения устойчивости. Принципы

автоматического управления. Основные понятия теории автоматического управления. Математическое описание элементов и систем автоматики.

Раздел 2. Электромагнитные переходные режимы. Схемы замещения электроэнергетических систем. Параметры схем замещения. Приведение параметров к одной ступени напряжения. Расчет токов короткого замыкания (КЗ). Особенности расчета токов КЗ для выбора и проверки оборудования, и для релейной защиты.

Раздел 3. Электромеханические переходные режимы. Влияние механических свойств элементов на процессы в электроэнергетических системах. Передаточные функции и структуры автоматических систем. Временные и частотные характеристики. Типовые динамические звенья. Типовые схемы соединения динамических звеньев. Преобразования схем автоматики. Системы автоматического регулирования и управления. Виды систем регулирования. Оценка качества регулирования. Устойчивость. Управление режимами электроэнергетических систем. Диспетчерское управление. Способы изменения режимов. Оперативные переключения в электроэнергетических системах. Исследование режимов электроэнергетических систем.

Основная литература:

1. Ульянов, С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учеб. для электротехн. и энергет. вузов и фак. /С. А. Ульянов. - Изд. 2-е, стер. - М. : Арис, 2010. - 518 с.
2. Веников, В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : учеб. для электроэнергет. спец. вузов / Валентин Андреевич Веников. - 4-е изд., перераб. и доп.. - М. : Высш. шк., 1985. - 536 с.

Дополнительная литература:

1. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок : учеб. пособие по специальностям "Электрические станции", "Электроснабжение" / И. П. Крючков [и др.]. - 2-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2011.-471 с.
2. Новожилов, М. А. Переходные процессы в электроэнергетических системах : лабораторный практикум / М. А. Новожилов, В. А. Пионкевич. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2014. - 75 с.

Тема №6. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетическими системами

Раздел 1. Общие принципы построения. Управление электроэнергетическими системами при повреждениях отдельных элементов. Релейная защита. Основные понятия и определения.

Раздел 2. Принципы действия релейной защиты. Токовые защиты. Выбор параметров срабатывания токовых защит. Дифференциальные защиты. Выбор параметров срабатывания дифференциальных защит. Ток небаланса. Способы повышения чувствительности. Торможение в дифференциальной защите. Дистанционные защиты. Принцип действия. Выбор параметров срабатывания дистанционных защит. Элементная база релейной защиты. Особенности построения систем релейной защиты на различной элементной базе. Особенности реализации защит разных видов на микропроцессорной элементной базе. Способы измерения, регистрации и обработки сигналов в микропроцессорных устройствах релейной защиты. Требования нормативных документов к релейной защите

электроэнергетических систем. Основные и резервные защиты. Способы обеспечения надежности. Особенности эксплуатации системы релейной 4 защиты. Проверки и испытания. Защиты, устанавливаемые на генераторах электрических станций. Особенности релейной защиты на электрических станциях разных типов. Защиты, устанавливаемые на трансформаторах подстанций. Особенности релейной защиты подстанций разных типов и классов напряжений. Защиты, устанавливаемые на линиях электропередачи. Особенности защит, устанавливаемых на линиях разных типов и классов напряжения. Защиты, устанавливаемые на электродвигателях разных мощностей и классов напряжения. Защиты, устанавливаемые на шинах и других элементах подстанций и электростанций. Общие принципы проектирования систем релейной защиты.

Раздел 3. Автоматика электроэнергетических систем. Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях и нестационарных режимах. Противоаварийная автоматика. Виды противоаварийной автоматики. Предотвращение нарушения устойчивости. Ликвидация качаний и асинхронных режимов. Автоматическое регулирование режимов электростанций в экстремальных условиях. Автоматическое регулирование первичных двигателей и возбуждения синхронных генераторов. Автоматическое управления электрическими сетями. Автоматическое включение резервного питания, автоматическая частотная разгрузка, автоматическое повторное включение.

Основная литература:

1. Басс, Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" ... / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев; под ред. А. Ф. Дьякова. - 2-е изд., стер. - М. : Изд. дом МЭИ, 2006. - 294 с.
2. Овчаренко, Н. И. Автоматика энергосистем : учеб. по направлению подгот. "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко. - 3-е изд., испр. - М. : Изд. дом МЭИ, 2009. - 475 с.

Дополнительная литература:

1. Афанасенко, А. С. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / А. С. Афанасенко. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. - электрон, опт. диск (CD-ROM).
2. Дьяков, А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 140200 "Электроэнергетика" / А. Ф. Дьяков, И. И. Овчаренко. - 2-е изд., стер. - М. : Изд. дом МЭИ, 2010. - 335 с.

Составитель:



Федосов Д.С., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электрических станций, сетей и систем.