

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

« 13 » января 2025 г.



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

В.В. Смирнов

января 2025 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:

2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Тема №1. Общие вопросы

Раздел 1. Энергетические ресурсы.

Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Запасы невозобновляемых источников энергии. Распределение энергоресурсов по регионам и странам. Потребление энергии. Объемы и виды потребляемой энергии. Распределение потребления энергии по регионам и странам. Технические и потребительские характеристики различных источников и видов энергии; Электричество как вид энергии. Тенденции развития мировой энергетики.

Раздел 2. Электроэнергетика России. Общие сведения о масштабах производства: электрической и тепловой энергии и перспективах их развития. Структура электрических мощностей. Распределение производства и потребления электроэнергии по регионам.

Основная литература

1. Г.Ф. Быстрицкий. Основы энергетики. Москва ИНФРА - М, 2005.
2. В.И. Полищук, Ю.С. Боровиков Общая энергетика: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 201 с.

Дополнительная литература

1. Алхасов, А. Б. Возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / А.Б. Алхасов. – Москва: МЭИ, 2016. – 269,
2. Баранов, Н. Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Баранов. – Москва: МЭИ, 2017
3. Попель, О. С. Возобновляемая энергетика в современном мире: учеб. пособие / О. С. Попель, В. Е. Фортон. – Москва: МЭИ, 2019. – 449 с.

Тема №2. Электрогенерирующие установки

Раздел 1. Классификация электрогенерирующих установок

Классификация электрогенерирующих установок по источникам энергии (топливу), принципу работы (преобразования первичной энергии в электрическую), режимам работы (базовый, регулирующий).

Раздел 2. Гидроэлектростанции (ГЭС). Типы гидроэлектростанций. Особенности работы ГЭС в энергосистеме, Их роль в регулировании нагрузки.

Раздел 3. Возобновляемые источники энергии

Установки, преобразующие энергию возобновляемых источников. Солнечные электростанции. Накопители солнечного тепла. Фотоэлектрические генераторы. Геотермальная энергия, ветроэнергетические установки. Биомасса как источник энергии. Утилизация отходов сельского хозяйства, бытовых отходов и отходов промышленных. Установки на биомассе.

Основная литература

1. Баранов, Н. Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Баранов. – Москва: МЭИ, 2017

2. Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрические станции и подстанции. Учебное пособие / сост.: Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. - Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013.

Дополнительная литература

1. Алхасов, А. Б. Возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / А.Б. Алхасов. – Москва : МЭИ, 2016. – 269 с.
2. Попель, О. С. Возобновляемая энергетика в современном мире: учеб. пособие / О. С. Попель, В. Е. Фортков. - Москва : МЭИ, 2019. - 449 с
3. Тремясов, В. А. Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения: монография / В. А. Тремясов, К. В. Кенден; Сибирский федеральный университет. - Красноярск : СФУ, 2017. – 206 с.

Тема №3. Энерготехнологические установки

Раздел 1. Энерготехнологические установки.

Энерготехнологические установки как средство увеличения эффективности использования органических топлив. Основные процессы и продукты, получаемые в энерготехнологических установках. Экономическая эффективность энерготехнологических установок. Основные принципы построения энерготехнологических установок, их параметры и основное оборудование.

Раздел 2. Самозапуск электродвигателей. Условия самозапуска. Способы пуска асинхронных электродвигателей. Характеристики асинхронных, синхронных и двигателей постоянного тока.

Основная литература

1. Багаев А.А., Багаев А.И., Куликова Л.В. Электротехнология: Учебник. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 320 с.
2. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с.

Дополнительная литература

1. Вольдек А.И. Электрические машины - Л.: Энергия, 1978. – 832 с

Тема №4. Системы энергоснабжения

Раздел 1. Основание понятия о системах электроснабжения Понятие процесса электроснабжения и системы электроснабжения (СЭС), ее место в электроэнергетике. Обобщенная структура системы электроснабжения. Структура системы энергоснабжения. Требования, предъявляемые к СЭС. Род тока и номинальные напряжения, применяемые при электроснабжении различных объектов СЭС. Иерархия сетей различных номинальных напряжений в СЭС.

Раздел 2. Системы электроснабжения предприятий и населенных пунктов

Принципы формирования распределительных электрических сетей. Режимы работы нейтрали сети. Принципы компенсации реактивной мощности. Расчет

электрических нагрузок предприятия и городов. Воздушные и кабельные линии. 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.

Основная литература

1. Конюхова, Е. А., Электроснабжение : учебник для вузов / Е.А. Конюхова.– Москва : МЭИ, 2019. – 508 с
2. Кудрин, Б. И. Электроснабжение потребителей и режимы : учеб. пособие /Б. И. Кудрин, Б. В. Жилин, Ю. В. Матюнина. – Москва : МЭИ, 2017. – 411 с
3. Наумов И.В. Электроснабжение: учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во АМГУ, 2014.
4. Наумов И.В., Лещинская Т.Б., Бондаренко С.И. Проектирование систем электроснабжения. Учебное пособие. Издание 2-е, перераб. и доп. , ИрГТУ, Иркутск, 2012- 326 С.

Дополнительная литература

1. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учеб. пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. - 2-е изд. - Москва [и др.] : Инфра-Инженерия, 2018. – 146 с
2. Валеев, И. М. Методика расчета режима работы системы электроснабжения городского района : монография / И. М. Валеев, Т.А. Мусаев; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : КНИТУ, 2016. – 131 с
3. Г. Н. Ополева Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие – Москва : Форум ; Москва : Инфра-М, 2017. – 416 с.

Тема №5. Энергетические системы

Раздел 1. Основные принципы построения энергетических систем
Принципы построения схем электрических сетей и требования к ним.
Принципы построения систем теплоснабжения и требования к ним
Надежность схем. Повреждаемость элементов электрических сетей. Расчеты надежности. Выбор конфигурации электрических сетей по критериям экономичности и надежности. Основные типы понижающих подстанций. Выбор схем присоединений подстанций к электрической сети. Выбор сечений ЛЭП по методу экономической плотности тока. Выбор сечений проводов с помощью экономических интервалов тока и мощности.

Раздел 2. Баланс реактивной мощности.

Баланс реактивной мощности. Коэффициент мощности потребителей. Компенсация реактивной мощности. Способы и средства регулирования режимов.

Раздел 3. Подходы к регулированию напряжения и частоты. Принципы регулирования напряжения в центрах питания. Регулирование напряжения трансформаторами с РПН. Принципы системного и местного регулирования напряжения. Особенности регулирования напряжения в условиях избытка и дефицита реактивной мощности. Регулирование частоты в ЭЭС. Первичное и вторичное регулирование частоты. Автоматическая частотная разгрузка. Регулирование частоты в энергосистеме. Его связь с оптимальным распределением активных мощностей между станциями.

Раздел 4. Защита электроэнергетических систем
Выбор характеристик ОПН 6-35 кВ в типовых случаях. Принципы защиты РУ 35-750 кВ от грозových перенапряжений Защита от перенапряжений. Основные принципы построения релейной защиты и автоматики.

Основная литература

1. Воропай Н.И. Надежность систем электроснабжения. Конспект лекций / Н.И.Воропай. - Новосибирск: Наука, 2006. – 205 с.
2. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций: учеб. пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. - 2-е изд. - Москва [и др.]: Инфра-Инженерия, 2018. – 146с

Дополнительная литература

1. Папков Б.В. Надежность электроснабжения: комплекс учебно-методических материалов / Б.В. Папков; Нижегород. гос. техн. ун-т. Н. Новгород, 2007, – 210 с.
2. Заземляющие устройства электроустановок (требования нормативных документов, расчет, проектирование, конструкции, сооружение): справочник / Р. К. Борисов, А. В. Горшков, Ю. В. Жарков [и др.]. – Москва: МЭИ, 2017.

Тема №6. Переходные процессы в электроэнергетических системах

Раздел 1. Основные понятия.

Переходные процессы в электроэнергетических системах Виды коротких замыканий. Классификация переходных процессов. Основные сведения об электромагнитных переходных процессах.

Раздел 2. Короткие замыкания.

Виды коротких замыканий. Основные определения. Причины и следствия КЗ. Назначения расчетов и требования к ним. Основные допущения. Понятие о расчетных условиях. Составление схемы замещения и определение ее параметров. Преобразование схем замещения. Расчеты с приведением схемы замещения к простейшему виду. Влияние и учет АРВ. Асинхронная нагрузка в начальный момент КЗ.

Основная литература

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учеб. Для студентов вузов спец. "Электрические станции", "Электроснабжение" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов [и др.]; ред. И. П. Крючков. - 2-е изд., стер. - Москва: МЭИ, 2009. – 414

2. Воропай Н.И., Ефимов Д.Н., Сташкевич Е.В. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Основы электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2020. - 138 с.

Дополнительная литература

1. Короткие замыкания и выбор электрооборудования: учеб. пособие для вузов / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев [и др.]; под ред. И.П. Крючкова, В. А. Старшинова. - Москва: МЭИ, 2017. - 566,
2. Бухгольц, Б. М. Smart Grids – основы и технологии энергосистем будущего: пер. с англ. / Б. М. Бухгольц, З. А. Стычински; науч. ред. пер. Ю. В. Шаров [и др.]; под общ. ред. Н. И. Воропая. - Москва: МЭИ, 2019. – 459 с.

Тема №7. Теплоэнергетические системы

Раздел 1. Теплотехника и гидравлика.

Контактный теплообмен. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана-Болцмана. Режимы движения жидкостей и газов. Цикл рабочего тела в T-S диаграмме. Гидравлическая устойчивость системы. Общее уравнение горения. Конвективный тепло и массоперенос. Гидравлический удар и методы его расчета и предупреждения. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии. Основы теории пограничного слоя. Расчет гидравлических потерь в трубопроводах. Гидравлическая характеристика трубопроводов. Теплопередача через плоскую стенку. Кавитация. Истечение жидкости.

Раздел 2. Теплогенерирующие установки, топливо и теория горения, химическая водоподготовка.

Горелки: типы, конструкции, характеристики. Процессы воспламенения и распространения пламени. Водный режим и качество пара. Процессы смесеобразования. Молекулярная и турбулентная диффузия. Сжигание топлива в парогенераторах. Методы интенсификации сжигания газов. Самовоспламенение твердого топлива. Внутрикотловая обработка воды. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания. Пути интенсификации горения твердого топлива. Воспламенение и механизм горения жидкого топлива. Продувка парогенератора. Котлы: типы, конструкции, характеристики. Водогрейные котельные. Принципиальная тепловая схема. Материальный и тепловой баланс парогенератора. Паровые котельные. Принципиальная тепловая схема. Основное оборудование. Потери тепла и их определение. Схема паровой и водогрейной котельной.

Основная литература

1. Теплотехника: Учеб. Для вузов / А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.; Под ред. А.П. Баскакова. -2-е изд. переработ. - М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.
2. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н. Котельные установки и парогенераторы: учеб.пособие. 2-е изд-е, испр./ ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2018. 185 с.,

3. Блинов Е.А. Топливо и теория горения. Раздел - подготовка и сжигание топлива: Учеб. -метод. Комплекс (учеб. Пособие) / Е.А. Блинов. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. -119 с.

Дополнительная литература

1. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

2. Бирюков Б.В. Котельные установки и парогенераторы. Краснодар: КубГТУ, 2012. – 357с.

3. Кочарян Е.В. Арестенко Ю.П. Техническая гидрогазодинамика: учеб. Пособие - Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», – 2016. – 123 с.

Составитель:

Суслов К.В., д.т.н., профессор

