

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»

И.о. проректора по НИД

Н.Н. Леонтьева

10 » 10 2023 год

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
по специальной дисциплине

на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Группа научных специальностей:

2.4. Энергетика и электротехника


Научная специальность:

2.4.3. Электроэнергетика

Программа вступительных испытаний определяет необходимый уровень подготовленности для поступающих в аспирантуру по научной специальности 2.4.5. «Электроэнергетика».


Программу составил:

Руководитель программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.3 «Электроэнергетика»
д.т.н., профессор,
зав. кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий»


/В.Н. Горюнов/
« 22 » 09 2023
г

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» протокол от « 22 » 09 2023 г. № 3 .

д.т.н., профессор,
зав. кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий»


/В.Н. Горюнов/

1. Форма проведения вступительного испытания

Вступительные испытания проводятся университетом в форме вступительного экзамена по специальной дисциплине. Вступительный экзамен в аспирантуру ОмГТУ по научной специальности 2.4.3. «Электроэнергетика» проводится в устной форме и включает следующие этапы:

1.1 Собеседование по вопросам научной специальности.

Подготовка ответа на два теоретических вопроса, включенных в билет.

1.2 Собеседование в форме эссе.

2. Продолжительность проведения вступительного испытания

Продолжительность вступительного испытания составляет 75 минут:

Время подготовки – не более 30 минут;

Собеседование по вопросам – не более 30 минут.

Собеседование в форме эссе – не более 15 минут.

3. Собеседование по вопросам научной специальности

Разделы:

1. Электрическая часть электростанций
2. Режимы работы основного электрооборудования электростанций
3. Проектирование электростанций
4. Электроэнергетические системы и сети
5. Электроснабжение городов и промышленных предприятий
6. Переходные процессы в электроэнергетических системах
7. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем
8. Применение теории вероятностей, теории подобия и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем
9. АСУ и оптимизация режимов работы электроэнергетических систем

Полный перечень вопросов к вступительному экзамену:

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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 техникоэкономических 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 электроснабжения.

Проектирования 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

4. Собеседование в форме эссе

Включает в себя сведения:

4.1. О профессиональной подготовке / деятельности соискателя, которая может быть полезна при обучении по избранной научной специальности, сведения об успехах и достижениях в избранной области.

4.2. Аргументированное указание причин выбора данной научной специальности в аспирантуре ОмГТУ, доказательство заинтересованности в обучении.

4.3. План научно - исследовательской работы, включающий описание поставленной задачи, обоснование актуальности рассматриваемой проблемы, пути решения проблемы.

4.4. Перспективы, планы использования полученных знаний в будущей профессиональной деятельности.

Требования к содержанию и оформлению эссе:

1. Эссе должно быть написано на русском языке.
2. Объем не более 5 000 печатных знаков (с пробелами).

3. Оформление по ГОСТ для научных отчетов.
4. Текст эссе должен отражать позицию автора по рассматриваемому вопросу.

5. Критерии оценивания результатов собеседования по вопросам вступительного испытания

При оценивании результатов вступительного испытания по специальной дисциплине экзаменационной комиссии рекомендуется руководствоваться следующими критериями выставления оценок:

- четкое понимание смысла и границ своего вопроса;
- точное и ясное знание и формулировка основных категорий специальной дисциплины и смежных областей знания в рамках вопроса;
- аргументированность, проблемность, научная корректность, краткость и ясность в изложении ответа на основной и дополнительные вопросы;
- изложение собственного мнения по проблеме на основе теоретического и практического знания своего вопроса;
- аргументированность представления своих научных достижений.

Результаты собеседования по вопросам вступительного испытания оцениваются по шкале от 0 до 100; минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 60.

Примерная шкала оценивания:

Критерии оценивания ответа поступающего (ответы на вопросы)	
Оценка	Критерий оценивания
90 – 100 баллов	поступающий исчерпывающе, логически и аргументировано излагает материал, свободно отвечает на поставленные дополнительные вопросы, делает обоснованные выводы
75 – 89 баллов	поступающий демонстрирует знание базовых положений в соответствующей области; проявляет логичность и доказательность изложения материала, но допускает отдельные неточности при использовании ключевых понятий; в ответах на дополнительные вопросы имеются незначительные ошибки
60 – 74 баллов	поступающий поверхностно раскрывает основные теоретические положения по излагаемому вопросу, у него имеются базовые знания специальной терминологии; в усвоении материала имеются пробелы, излагаемый материал не систематизирован; выводы недостаточно аргументированы, имеются смысловые и речевые ошибки
0 – 59 баллов	поступающий допускает фактические ошибки и неточности при изложении материала, у него отсутствует знание специальной терминологии, нарушена логика и последовательность изложения материала; не отвечает на дополнительные вопросы по рассматриваемым темам

6. Критерии оценивания результатов собеседования в форме эссе

Собеседование в форме эссе оценивается по шкале от 0 до 30 баллов без требований к минимальному количеству баллов.

Примерная шкала оценивания:

Критерии оценивания ответа поступающего (эссе)
--

Оценка	Критерий оценивания
0 – 5	Оценка научной и профессиональной подготовки соискателя к обучению в аспирантуре.
0 – 10	Оценка мотивации соискателя. Аргументированное обоснование выбора научной специальности в аспирантуре.
0 – 10	Оценка плана научно-исследовательской деятельности. Постановка проблемы по выбранной теме и знание имеющихся научных концепций по обозначенной проблематике, структурированность работы, корректное использование научной терминологии.
0 – 5	Оценка перспективы применения полученных знаний в будущей профессиональной деятельности.

7. Список литературы

Основная литература

1. Васильев А.А., Крючков И.П. Наяшкова Е.Ф. Электрическая часть станций и подстанции / Под ред. А.А. Васильева. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Околович Н.М. Проектирование электрических станций. - М.: Энергоатомиздат, 1982.
3. Электрические системы. Электрические сети / Под ред. В.А. Веникова и В.А. Строева. - М.: Высш. шк., 1998.
4. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. - М.: Энергоатомиздат, 1984.
5. Веников В.А., Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
6. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. - М.: Энергия, 1970.
7. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. - М.: Высш. шк., 1978.

Дополнительная литература

1. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / Под ред. Л.Г. Мамиконянца. М: Энергоатомиздат, 1984.
2. Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением. Под ред. Л.С.Линдорфа, Л.Г.Мамиконянца. - М.: Энергия, 1972.
3. Лосев СБ., Чернин А.Б. Вычисление электрических величин в несимметричных режимах электрических систем. М: Энергоатомиздат, 1983.
4. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях. /Под ред. В.А.Веникова. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
5. Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
6. Дальние электропередачи в примерах / Г.К. Зарудский, Е.В. Путятин и др. - М.: Изд-во МЭИ, 1994.
7. Баринов В.А., Совалов С.А. Режимы энергосистем: методы анализа и управления. - М.: Энергоатомиздат, 1990.