

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»

И.о. проректора по НИД

Н.Н. Леонтьева

» 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. *Теоретические основы электротехники*
2. *Электромеханика*
3. *Электроэнергетика*
4. *Электропитающие системы и электрические сети*
5. *Переходные системы в электроэнергетических системах*
6. *Устойчивость узлов нагрузки электроэнергетических систем*
7. *Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения*
8. *Электроснабжение промышленных предприятий*

Полный перечень вопросов к вступительному экзамену:

### *Раздел 1. Теоретические основы электротехники*

Определение тока, потенциала, напряжения. Источники ЭДС и тока. Закон Ома для участка цепи и ЭДС. Законы Кирхгофа. Принцип наложения. Амплитуда, частота, начальная фаза синусоидально изменяющегося тока, напряжения, ЭДС. Мгновенная, активная, реактивная и полная мощности. Индуктивное и емкостное сопротивление. Синусоидальный ток в емкости. Синусоидальный ток в индуктивности. Полное и комплексное сопротивление двухполюсника. Векторная диаграмма. Баланс мощности в цепи переменного тока. Общее условие возникновения резонанса напряжений. Общее условие возникновения резонанса токов. Системы прямой, обратной и нулевой последовательностей. Действующее значение периодического несинусоидального тока. Коэффициент мощности. определение четырехполюсника. Роль магнитных ферромагнитных материалов в магнитной цепи. Электрическая цепь с распределенными параметрами. Волновое сопротивление и коэффициент распространения длинной линии. Коэффициенты отражения по напряжению и току. Режим согласованной нагрузки длинной линии. КПД линии.

### *Раздел 2. Электромеханика*

Принцип действия трансформатора. Назначение трансформаторов. Конструкции обмоток, магнитопроводов и систем охлаждения. Магнитопроводы однофазных трансформаторов. Схемы и группы соединений обмоток трансформаторов. Схемы замещения двухобмоточного трансформатора. физическое толкование ее параметров.

Регулирование напряжения трансформатора: Параллельная работа трансформаторов. Физические условия работы трансформатора при несимметричной нагрузке. Роль схем обмоток и роль конструкции магнитопровода. Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы, схемы включения обмоток, энергетическая эффективность. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Способы исполнения синхронного двигателя. Несимметричные режимы работы асинхронного двигателя. Однофазные асинхронные двигатели. Устройство и принцип действия синхронного генератора и синхронного двигателя. Характеристики синхронного генератора. Гашение магнитного поля синхронной машины. Физическая трактовка индуктивных сопротивлений синхронной машины. Включение синхронного генератора на параллельную работу. Синхронные компенсаторы. Устройство и принцип действия машины постоянного тока. Области применения машин постоянного тока. Генератор постоянного тока: основные характеристики, эксплуатационные свойства.

### *Раздел 3. Электроэнергетика*

Классификация приёмников электрической энергии. Категории электроприемников по надёжности питания. Классификация электроприемников по режиму работы. Кратковременный режим работы электроприемника. Номинальная мощность. Расчетная мощность. Среднеквадратичная мощность. Максимальное значение электрических нагрузок. Методы определения расчетных электрических нагрузок. Основные методы определения расчетных электрических нагрузок. Вспомогательные методы определения расчетных электрических нагрузок. Определение расчетной мощности в узле нагрузки. Пиковые нагрузки, их определение и рекомендации по выбору метода определения расчетных нагрузок.

Определение центра электрических нагрузок предприятия. Определение средневзвешенного коэффициента мощности. Классификация помещений по электробезопасности. Классификация взрывоопасных зон. Классификация пожароопасных зон

### *Раздел 4. Электропитающие системы и электрические сети*

Преимущества объединения электроэнергетических систем. Классификация электрических сетей по функциональному назначению. Классификация электрических сетей по номинальному напряжению. Классификация электрических сетей по конфигурации.

Основные виды схем замещения линий электропередачи. Влияние расщепления проводов воздушных линий на параметры схем замещения. Основные конструктивные элементы воздушных линий. Классификация проводов воздушных линий. Маркировка проводов воздушных линий. Конструкция силового кабеля. Этапы проектирования электрических сетей. Выбор номинального напряжения сети. Условия выбора и проверки воздушных линий. Перечислить организационные мероприятия по снижению потерь энергии. Перечислить технические мероприятия по снижению потерь энергии. Влияние поперечной компенсации реактивной мощности на потери энергии.

### *Раздел 5. Переходные системы в электроэнергетических системах*

Задачи расчёта электромагнитных переходных процессов. Причины возникновения переходных процессов (ШТ) и основные виды коротких замыканий (КЗ). Особенности КЗ в системах с изолированной и заземленной нейтралью. Расчет емкостного тока при простом замыкании на землю. Переходный процесс в простейших трехфазных цепях. Определение ударного тока КЗ. Действующие значения токов при переходном процессе. Метод симметричных составляющих в расчётах несимметричных КЗ. Параметры элементов и сопротивления отдельных последовательностей. Сопротивление нулевой последовательности трансформаторов и автотрансформаторов. Сопротивление нулевой

последовательности воздушных и кабельных линий. Соотношение между токами при различных видах КЗ.

#### *Раздел 6. Устойчивость узлов нагрузки электроэнергетических систем*

Задачи расчета электромеханических переходных процессов. Понятия статической, динамической и результирующей устойчивости. Формула угловой характеристики мощности простейшей нерегулируемой системы. Практический (прямой) критерий устойчивости простейшей электрической системы. Методы исследования статической устойчивости. Способы повышения устойчивости электрических систем. Устойчивость узлов нагрузки. Основные понятия и определения. Статические характеристики узлов нагрузки. Практический критерий устойчивости асинхронной нагрузки. Вторичные критерии устойчивости. Устойчивость нагрузки при соизмеримой мощности системы. Статическая устойчивость асинхронной нагрузки при изменении напряжения и частоты. Статическая устойчивость синхронной нагрузки при изменении напряжения и частоты. Влияние компенсации реактивной мощности на статическую устойчивость асинхронных машин. Динамическая устойчивость асинхронной нагрузки. Уравнение движения. Определение предельного времени АВР асинхронной нагрузки. Пуск двигателей. Порядок расчёта. Самозапуск электродвигателей. Основные положения. Динамическая устойчивость синхронной нагрузки. Резкие изменения режима в системах электроснабжения. Способы повышения устойчивости узлов нагрузки.

#### *Раздел 7. Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения*

Защиты с относительной и абсолютной селективностью. Защита линий от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью ЛЭП. Дистанционные защиты ЛЭП. Определение места повреждения на ЛЭП. Продольная и поперечная дифференциальная защиты ЛЭП. Продольная высокочастотная дифференциально-фазная защита ЛЭП. Защита электрических сетей напряжением до 1000В. Токовые защиты шин. Дифференциальная защита шин. Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов. Соотношения токов при КЗ за трансформаторами. Токовые защиты силовых трансформаторов. Газовая защита трансформатора. Дифференциальная токовая защита силовых трансформаторов. Виды повреждений и ненормальных режимов синхронных и асинхронных двигателей. Токовая отсечка двигателя. Продольная дифференциальная защита двигателя. Защита электродвигателя от перегрузки. Защита от понижения напряжения двигателя. Защита электродвигателя от замыканий обмотки статора на корпус. Защита электродвигателя от несимметричного режима и обрыва фазы. Защита электродвигателей напряжением до 1000 В. Автоматическое повторное включение (АПВ) электрооборудования. Автоматическое включение резерва (АВР). Автоматическая частотная нагрузка (АЧР).

#### *Раздел 8. Электроснабжение промышленных предприятий*

Упрощенная структура СЭС. Общая характеристика СЭС. Общие требования к СЭС. Выбор рационального напряжения системы питания. Выбор схемы распределения электроэнергии по подразделениям предприятия. Выбор мощности силовых трансформаторов цеховых ТП. Выбор мощности трансформаторов цеховых ТП с учетом компенсации реактивной мощности (корректировка). Выбор кабельных линий системы распределения. Условия выбора шинопроводов. Выбор способа транспорта электрической энергии в распределительных сетях выше 1 кВ. Выбор схемы распределительной сети системы потребления. Учёт условий окружающей среды при выборе электрооборудования. Выбор коммутационного электрооборудования выше 1 кВ. Выбор коммутационного электрооборудования до 1 кВ. Выбор автоматических выключателей в сетях до 1 кВ. Климатическое исполнение электрооборудование. Категории размещения

электрооборудования. Степени защиты электрического оборудования от проникновения влаги и попадания твердых тел. Уровни взрывозащиты электрооборудования.

#### 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.