

## ПРОГРАММА

вступительных испытаний в форме междисциплинарного экзамена по  
направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
программа Интеллектуальная электроэнергетика

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

К вступительным испытаниям в магистратуру допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании.

Вступительные испытания призваны определить наиболее способного и подготовленного поступающего к освоению основной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Приём осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» разработана на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и охватывает базовые дисциплины подготовки бакалавров по данному направлению.

Программа содержит описание формы вступительных испытаний, перечень дисциплин, входящих в междисциплинарный экзамен и список рекомендуемой для подготовки литературы.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ПОСТУПАЮЩЕГО**

Лица, имеющие высшее образование и желающие освоить магистерскую программу, зачисляются в магистратуру по результатам вступительных испытаний, программы которых разрабатываются Университетом для установления у поступающего наличия следующих компетенций:

- самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при

преобразовании, накоплении, передаче и использовании электрической энергии и электротехнической информации, принципах и средствах управления электротехническими комплексами;

- осуществлять и корректировать технологические процессы при преобразовании, накоплении, передаче и использовании электрической энергии и электротехнической информации, принципах и средствах управления электротехническими комплексами;

- оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов при преобразовании, накоплении, передаче и использовании электрической энергии и электротехнической информации, принципах и средствах управления электротехническими комплексами;

- применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;

- изучать и анализировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по направлению исследований в области преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации, принципах и средствах управления электротехническими комплексами.

### **3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Вступительные испытания в форме междисциплинарного экзамена проводятся в виде тестирования (в том числе допускается проведение вступительного испытания экзаменационной комиссией в форме собеседования) в соответствии с утверждённым расписанием.

Тест содержит 25 тестовых вопросов с выбором одного или нескольких вариантов ответа из нескольких вариантов ответа.

Продолжительность вступительного испытания - 50 минут.

Результаты испытаний оцениваются по 100 бальной шкале.

### **4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Программа вступительных испытаний в форме междисциплинарного экзамена базируется на основной образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Вопросы по междисциплинарному экзамену охватывают основополагающие положения следующих разделов:

*общие дисциплины направления* – теоретические основы электротехники, электрические машины, электрические и электронные аппараты;

*модуль Электроэнергетика* – электроснабжение;

*модуль Электротехника* – электрический привод.

#### **4.1. Теоретические основы электротехники**

##### **Линейные электрические цепи постоянного тока и методы их расчета**

Последовательное, параллельное и смешанное соединение приемников. Алгебраические методы анализа цепей. Метод контурных токов и узловых потенциалов, матричная форма записи. Основные свойства и преобразования в электрических цепях. Теорема компенсации. Баланс мощностей. Принцип наложения и метод наложения. Теорема об эквивалентном источнике. Входные и взаимные проводимости. Передача энергии от активного двухполюсника. Линия передачи постоянного тока.

##### **Электрические цепи однофазного синусоидального тока**

Применение переменного тока в технике. Понятие о генераторах переменного тока. Закон электромагнитной индукции, явление самоиндукции. Параметры и элементы цепей переменного тока. Синусоидальные токи и напряжения, амплитуда, фаза, частота, период. Действующее и среднее значение синусоидальной величины. Физические явления в цепях переменного тока с сосредоточенными параметрами. Понятие об измерениях на переменном токе. Изображение синусоидальных функций времени комплексными числами. Законы Ома, Кирхгофа в комплексной форме. Комплексный метод расчета цепей синусои-

дального тока. Векторные и топографические диаграммы. Мощность в цепи синусоидального тока. Уравнение состояния в комплексной форме. Коэффициент мощности и понятие о некоторых способах его увеличения.

Вынужденные и свободные колебания. Резонанс в последовательном и параллельном контурах. Колебания энергии при резонансе. Резонанс при смешанном соединении. Добротность контура. Избирательность и полоса пропускания. Частотные характеристики электрических цепей. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики.

Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность. ЭДС взаимной индукции. Разметка зажимов индуктивно-связанных элементов, знак взаимной индуктивности. Коэффициент связи. Расчет разветвленных цепей с взаимной индуктивностью. Эквивалентная замена индуктивных связей. Передача энергии между индуктивностью связанными элементами цепи. Баланс мощностей в цепях с взаимной индукцией. Трансформатор без стального сердечника (воздушный трансформатор), его схема замещения и векторная диаграмма. Идеальный трансформатор. Понятие о трансформаторе со стальным сердечником, его приближенные эквивалентные схемы, уравнения и векторная диаграмма. Понятие о трехфазном трансформаторе, его магнитной системе, схемы замещения.

### **Трехфазные электрические цепи синусоидального тока**

Многофазные и трехфазные цепи. М.О. Доливо-Добровольский – изобретатель трехфазного тока. Соединение звездой и треугольником. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных цепей. Мощность трехфазной цепи и ее измерение. Пульсирующее и вращающееся магнитные поля. Принцип действия асинхронного и синхронного двигателей. Симметричные составляющие трехфазной системы величин. Некоторые свойства трехфазных цепей в отношении симметричных составляющих токов и напряжений. Понятие о расчете токов в симметричной и несимметричной цепи. Понятие о передаче электроэнергии трехфазным напряжением.

### **Переходные процессы в линейных электрических цепях и методы их**

## **расчета**

Возникновение переходных процессов и законы коммутации. Начальные условия. Классический метод расчета. Переходные процессы в неразветвленных цепях. Расчет переходных процессов в сложных цепях. Способы составления характеристических уравнений. Основные положения метода переменных состояния. Составление дифференциальных уравнений состояния электрических цепей. Способы решения уравнений состояния. Применение ПК для решения уравнений состояния. Операторный метод расчета. Преобразование Лапласа. Операторные изображения простейших функций, производных и интегралов. Некоторые теоремы и предельные соотношения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Теорема разложения и обратное преобразование Лапласа. Сведение расчета к нулевым начальным условиям. Переходная и импульсная функция цепей. Метод наложения (интеграл Дюамеля). Переходные процессы при воздействии импульсов напряжения. Переходные процессы – как составная часть рабочих процессов в устройствах электроэнергетики, промышленной электроники, автоматики.

## **4.2. Электрические машины**

### **Трансформаторы**

Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии.

Физические процессы в трансформаторе. Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток.

Основные уравнения и схема замещения трансформатора. Параметры трансформаторов, методы их определения.

Параллельная работа трансформаторов. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах.

Классификация трансформаторов, их специальные типы.

### **Асинхронные электрические машины**

Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Принцип работы.

Основные уравнения. Механическая и рабочие характеристики. Пуск в ход. Двигатели с переменными параметрами ротора. Регулирование скорости вращения. Асинхронный двигатель с фазным ротором Асинхронный двигатель в особых режимах. Принцип действия. Конструкции. Характеристики.

### **Синхронные электрические машины**

Принцип действия. Конструкции. Характеристики. Параллельная работа с синхронного генератора с сетью. Регулирование активной и реактивной мощности.

Параллельная работа с синхронного генератора с сетью. Регулирование активной и реактивной мощности.

Синхронный двигатель. Способы пуска в ход. U-образные кривые. Рабочие характеристики. Область применения синхронных двигателей. Синхронные компенсаторы.

### **Электрические машины постоянного тока**

Определение, математическое описание, понятие об электромеханической постоянной времени. ЭМП при прямом и реостатном пусках, противовключении и торможении электродвигателей.

## **4.3. Электрические и электронные аппараты**

### **Общие сведения об электрических и электронных аппаратах**

Назначение и классификация электрических аппаратов, требования, предъявляемые к ним.

### **Расчет электродинамических усилий в электрических и электронных аппаратах**

Электродинамическая и термическая стойкость аппаратов. Электродинамические силы, действующие в аппаратах. Расчёт сил для простейших случаев. Нагрев и охлаждение аппаратов в длительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах. Нагрев аппаратов при коротких замыканиях.

### **Конструкция, режимы работы контактов электрических и электронных аппаратов и предъявляемые к ним требования.**

Электрические контакты. Переходное сопротивление контактов и его зависимость от различных факторов. Материалы и конструкция контактов. Режимы работы контактов.

#### **Условия горения и устройства гашения электрической дуги в электрических и электронных аппаратах**

Возникновение дугового разряда. Вольтамперная характеристика дуги. Условия горения и гашения дуги постоянного и переменного тока. Дугогасительные устройства коммутационных аппаратов напряжением до и свыше 1 кВ.

#### **Электромагнитные механизмы электрических и электронных аппаратов и расчет магнитной цепи**

Магнитная цепь аппаратов и её расчёт. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного тока. Устранение вибрации якоря электромагнита переменного тока. Схема замещения магнитной цепи. Расчёт обмоток электромагнитов постоянного и переменного тока.

### **4.4. Электрический привод**

#### **Основные закономерности функционирования механической части электромеханической системы**

Определение понятия "Система электропривода". Значение и место электроприводов в комплексной механизации автоматизации в нефтяной и газовой промышленности. Хронологический обзор систем электропривода. Роль отечественных ученых в прошлом и настоящем развитии электроприводов.

#### **Статические режимы работы электроприводов**

Классификация электроприводов. Функциональная схема электропривода. Основное уравнение движения электропривода. Определение статических режимов. Скоростные и механические характеристики электромеханической системы электрическая машина - рабочий орган.

#### **Режимы работы электроприводов с точки зрения преобразования и распределения энергии**



Преобразование энергии и потери в электромеханической системе и режимы работы электроприводов. Механические и скоростные характеристики электрических машин постоянного и переменного тока. Основные характеристики и особенности работы синхронной машины.

### **Регулирование скорости электроприводов**

Определение понятия "Регулирование скорости". Основные показатели процесса регулирования. Регулирование скорости. Практические реализации способов регулирования скорости путём изменения величин напряжения и частоты питания электрического двигателя.

### **Выбор мощности электродвигателей, режимы работы электрических машин с точки зрения нагрева**

Общие понятия о качественном и количественном выборе электрических машин.

Элементы теории нагрева электрических машин. Построение нагрузочных диаграмм.

Методы средних потерь, эквивалентных тока, момента и мощности. Методика качественного и количественного выбора электродвигателя и проверка его по нагреву.

## **4.5. Электроснабжение**

### **Структура Единой энергосистемы Российской Федерации**

Потребители электрической энергии и понятие о графиках их электрических нагрузок. Напряжения электрических сетей. Уровни системы электроснабжения. Основные требования к системам электроснабжения. Структура Единой энергосистемы Российской Федерации, преимущества и недостатки. Технологически изолированные энергорайоны. Общие сведения о способах передачи, распределения электроэнергии. Воздушные линии электропередач. Кабельные линии. Прокладка кабелей. Токопроводы. Сети напряжением до 1 кВ. Электропроводки.

### **Газо-, паро- и гидрогенераторы**

Роль топливо - энергетического комплекса (ТЭК) в развитии экономики России. Классификация энергетических ресурсов. Основные направления рационального энергоиспользования.

Понятия термодинамическая система и рабочее тело, основные параметры рабочего тела. Термодинамические диаграммы изображение термодинамических процессов в них. Первый и второй закон термодинамики. Различия между соплом (конфузором) и диффузором. Примеры их применения в технике.

Циклы, осуществляемые в поршневых двигателях внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установках (ГТУ). Переход теплоты сгорания натурального топлива в механическую работу в теплотехнических установках. Цикл Ренкина паротурбинной установки в  $Ts$ -диаграмме: пути повышения его термического КПД. Виды теплообмена: примеры применения в технике. Основные уравнения расчета теплообмена. Регенеративные подогреватели и сетевые, их отличия.

Основные характеристики потока воды. Получение уравнения Бернулли из основного уравнения гидростатики. Гидродинамический напор, гидравлическое сопротивление, потеря напора воды. Расчет мощности электростанции.

Классификация тепловых электрических станций. Условия выбора типа электростанции. Принципиальные схемы. Тепловые потери и электрический КПД тепловых электростанций. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. Условия применения схем отдельного и комбинированного энергоснабжения. Влияние начальных и конечных параметров пара на экономичность тепловых электростанций. Применение промежуточного перегрева пара. Применение регенеративного подогрева воды. Показатели тепловой экономичности тепловых электростанций. Основное энергетическое требование ТЭС. Критерии правильного выбора состава, типа и мощности энергетического оборудования ТЭС. Типы насосов применяемых на ТЭЦ. Принципы работы, схемы включения и конструкции теплообменных аппаратов, деаэраторов и охладителей пара на ТЭС. Влияние выбросов тепловых электростанций на экологию.

## **Расчет электрических нагрузок**

Потребители электроэнергии и их классификация. ПУЭ. Особенности систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов нефтегазодобычи и коммунально-бытового хозяйства.

Методики расчётов электропотребления и выбора оптимальных вариантов и схем и уровней электроснабжения от различных источников.

Методики расчётов электропотребления технологических процессов в промышленности, нефтегазодобыче и транспорте нефти и газа по магистральным нефтепроводам, расчеты электропотребления, выбор обоснованных схем и уровней электроснабжения на конкретных примерах.

Реактивные нагрузки потребителей различных типов. Расчёт мощности и выбор компенсирующих устройств.

## **Выбор силового электрооборудования**

Выбор аппаратов по номинальным параметрам. Выбор высоковольтных выключателей (ячеек). Выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей. Выбор трансформаторов тока и напряжения. Типы высоковольтных выключателей, используемых в распределительных сетях. Технические параметры и конструктивные особенности выключателей.

## **5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. К.С. Демирчан, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровин, В.Л. Чечурин. Теоретические основы электротехники. Т. 1, 2, 3, 4. –СПб.: Издательство, 2002.
2. Л.Р. Нейман, К.С. Демирчан. Теоретические основы электротехники. Т. 1, 2. –Л.: Энергоиздат, 1981.
3. Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. Основы линейной теории электрических цепей. –М.: Высшая школа, 1989.
4. П.А. Ионкин, А.И. Даревский, Е.С. Кухаркин, В.Г. Миронов. Теоретические основы электротехники. Т. 1, 2. –М.: Высшая школа, 1976.
5. Л.А. Бессонов. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. –М.: Гардарики, 2002.

6. К.С. Демирчан, П.А. Бутырин. Моделирование и машинный расчет электрических цепей. –Мю: Высшая школа, 1988.
7. К.С. Демирчан, В.А. Чечурин. Машинные расчеты электромагнитных полей. –М.: Высшая школа, 1986.
8. Основы теории электрических цепей [Текст] : учебное пособие / Ю. К. Шлык, Г. С. Кречина, С. В. Сидоров ; ТИУ. - Тюмень : ТИУ, 2017. - 266 с.
9. И.П. Копылов. Электрические машины. –М.: Логос, 2000.
10. А.В. Иванов-Смоленский. Электрические машины. –М.: энергия, 1980.
11. Д.А. Бут. Бесконтактные электрические машины. –М.: высшая школа, 1976.
12. Ф.М. Юферов, И.Л. Осин. Электрические машины автоматических устройств. –М.: Изд-во МЭИ, 2003.
13. И.П. Копылов. Математическое моделирование электрических машин. –М.: Высшая школа, 2001.
14. Епифанов, Алексей Павлович. Электрические машины [] : учебник / А. П. Епифанов. - Москва : Лань, 2017. - 272 с.
15. Алиев, Исмаил Ибрагимович. Электрические машины [] : учебно-справочное пособие / И. И. Алиев, М. Б. Абрамов. - М. : РадиоСофт, 2011.
16. Проектирование электрических машин. /Под ред. И.П. Копылова. – М.: Высшая школа, 2002.
17. Встовский, А. Л. Электрические машины: учебное пособие [] / А. Л. Встовский. - Москва : СФУ (Сибирский Федеральный Университет), 2013.
18. Шаталова, Наталья Васильевна. Электрические машины [] : учебное пособие для обучающихся по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиль 1 Электроснабжение профиль 2 Электропривод и автоматика / Н. В. Шаталова ; ТИУ. - Тюмень : ТИУ, 2016. - 132 с.
19. Сипайлова, Н. Ю. Электрические и электронные аппараты. Проектирование [] : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Н. Ю. Сипайлова

; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Москва : Юрайт, 2016. – 168 с.

20. Электрические аппараты высокого напряжения. /Г.Н. Александров, В.В. Борисов и др. /Под ред. чл.-корр. РАН Г.Н. Александрова. Изд. 2-ое. – СПб.: Издание СПбГТУ, 2000.

21. Основы теории электрических аппаратов. /И.С. Таев, Б.К. Буль, А.Г. Годжелло и др. /Под ред. И.С. Таева. –М.: Высшая школа. 1987.

22. А.А. Чунихин. Электрические аппараты. Общий курс. –М.: Энергоатомиздат, 1988. 17

23. Г.В. Буткевич. Дуговые процессы при коммутации электрических цепей. –М.: Госэнергоиздат, 1970.

24. Ю.К. Розанов. Основы силовой электроники. –М.: Энергоатомиздат, 1992.

25. Л.В. Шопен. Бесконтактные электрические аппараты автоматики. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

26. П. Четти. Проектирование ключевых источников электропитания. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

27. Г.В. Могилевский. Гибридные электрические аппараты низкого напряжения. –М.: Энергоатомиздат, 1986.

28. Герман, О.И. Прикладные вопросы электротехники. Электрические иллюстрации: учебное пособие. Раздел 3 / О.И. Герман, С.Р. Бурмантов; ТюмГНГУ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 88 с.

29. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1992.

30. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного привода на ЭВМ. Л.: Энергоатомиздат, 1990. 18

31. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1998.

32. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. М.: Изд-во МЭИ, 2000.

33. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М.: Энергоиздат, 1981.
34. Портнягин А.Л., Лысова О.А., Хмара Г.А. Электрический привод: Учеб. пособ. - Тюмень, ТюмГНГУ, 2015.- 132с.
35. Лысова, О. А. Системы управления электроприводов [Текст]: учебное пособие "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" / О. А. Лысова, В. А. Ведерников ;ТюмГНГУ. - Тюмень :ТюмГНГУ, 2005. - 114 с.
36. Кудрин, Б.И. Системы электроснабжения [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электроснабжение" направления подготовки "Элек-троэнергетика" / Б. И. Кудрин. - Москва : Академия, 2011. - 351 с.
37. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного привода на ЭВМ. Л.: Энергоатомиздат, 1990.
38. Фролов Ю.М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин - СПб.: Издательство «Лань».
39. Расчет электрических нагрузок в нефтегазодобыче/ Кудряшов Р.А., Кудряшова О.М., учебное пособие. – Тюмень, ТИУ.