

Утверждено на заседании
Научно-методического совета
КазНУ им. аль-Фараби
Протокол № 6 от 22 июня 2020г.
Проректор по учебной работе
_____ А.К. Хикметов

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ПРОГРАММЕ «8D07108 – ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ДОКТОРАНТУРУ PhD**

Программа вступительного экзамена составлена на основании ГОСО РК по специальности «8D07108– Электроэнергетика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физики плазмы,
нанотехнологии и компьютерной физики
Протокол № __ от _____ 2020 г.

Зав. кафедрой ФПНИКФ _____ Коданова С.К.

Одобрено на заседании методбюро факультета
Протокол № __ от _____ 2020 г.

Председатель методбюро _____ Габдуллина А.Т.

Утверждено на Ученом Совете факультета
Протокол № __ от _____ 2020 г.

Председатель Ученого совета,
декан факультета _____ Давлетов А.Е.

Ученый секретарь _____ Исанова М.К.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи вступительного экзамена по специальности:

Вступительный экзамен предназначен для определения практической и теоретической подготовки соискателя на степень PhD и проводится с целью определения соответствия квалификации соискателей требованиям, предъявляемым для обучения в докторантуре.

Вступительный экзамен проводится в письменной форме.

2. Требования к уровню подготовки лиц, поступающих в докторантуру:

На экзамене соискатель на степень PhD должен продемонстрировать

- знание фундаментальных законов теоретической электротехники, электроники, теории электрических машин и аппаратов, теории управления энергетическими системами.
- знание методологии анализа и расчета электрических и электромеханических цепей, принципов работы электронных приборов, устройство электрических машин и аппаратов, релейной защиты, принципов получения и преобразования электрической энергии, в том числе нетрадиционными и альтернативными способами.
- знание принципов работы электроэнергетической системы, электрической части станций, устройство станций и подстанций, распределительных сетей и сетей высокого и низкого напряжения, высоковольтного оборудования и приборов, систем электроснабжения и защиты, обеспечения стабильности и качества электрической энергии.
- представление об актуальных проблемах в энергетике, о современном состоянии оборудования и технологий в традиционной и нетрадиционной электроэнергетике, тенденциях развития возобновляемой электроэнергетики и smart технологий.

3. Пререквизиты образовательной программы:

- 1) Физические основы техники высоких напряжений
- 2) Электрические машины
- 3) Промышленная электроника
- 4) Электроэнергетика, возобновляемая и альтернативная энергетика

4. Перечень экзаменационных тем для подготовки к сдаче экзамена

Физические основы техники высоких напряжений

Формы электрических полей в физике газового разряда. Ионизационные коэффициенты и электронная лавина. Теоретическое описание формирования лавины электронов. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Закон Пашена. Напряжение газового пробоя. Разряды в газах, жидкостях и твердых диэлектриках. Высоковольтная изоляция. Особенности импульсных испытательных установок. Методы измерения высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них. Генераторы, трансформаторы, воздушные и кабельные линии, конденсаторы. Виды и типы перенапряжений. Методы для защиты от прямых ударов молний. Характеристики дугогасящих аппаратов. Вакуумные аппараты и технологии. Электрофизические технологии. Физические свойства электротехнических материалов.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Техника высоких напряжений./ И. М. Богатенков, Ю. Н. Бочаров, Н. И. Гумерова, Г. М. Иманов и др. Под ред. Г. С. Кучинского. —СПб.: Энергоатомиздат, 2003. — 608 с.

2. Техника высоких напряжений./ Под ред. Г. С. Кучинского.— СПб.: Изд-во ПЭИПК, 1998. — 700 с.
3. Техника высоких напряжений./ Под ред. М. В. Костенко. —М.: Высшая школа, 1973. — 528 с.
4. Базуткин В. В., Ларионов В. П., Пинталь Ю. С. Техника высоких напряжений. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 464 с.
5. Техника высоких напряжений/ Под ред. Д. В. Разевига. —М.-Л.:Энергия, 1963. — 471 с.

Дополнительная:

1. Френсис Г. Ионизационные явления в газах. М.: Атомиздат, 1964.
2. Пеннинг Ф. Электрические разряды в газах. Изд. Иностранной литературы, Москва, 1960, 95 с.
3. Розанов П.Н. Вакуумная техника: М.: Машиностроение, 1982. — 218 с.
4. Техника высоких напряжений. / Под ред. Д. В. Разевига. —М.: Энергия, 1976. - 488с.
5. Б.М.Смирнов. Физика слабоионизованного газа. М., Наука, 1972, 416 с.
6. Б.Н.Швилкин. Газовая электроника и физика плазмы в задачах. М. Наука 1978.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.inp.nsk.su>
2. <http://www.netref.ru>

Полупроводниковые приборы

Классификация полупроводниковых приборов. Полупроводниковые резисторы, термисторы и варисторы. Полупроводниковые диоды. Выпрямительные диоды. Биполярные и полевые транзисторы. Тиристоры и их характеристики. Обозначения полупроводниковых приборов. Устройство оптрона и частотные характеристики. Светоизлучатели и фотоприемники.

Усилительные схемы

Усилительные каскады на биполярном транзисторе. Усилительные каскады на полевом транзисторе. Термостабилизация усилительных каскадов. Усилители напряжения с резистивно-емкостной связью. Обратная связь. Усилители постоянного тока. Методы регулировки дрейфа УПТ. Усилители переменного тока. Операционные усилители. Схемы инвертирующего и неинвертирующего усилителя. Избирательные усилители. Усилители мощности. Нелинейные искажения в усилителях. Классы усилителей мощности. Электронные Генераторы гармонических колебаний.

Электронные цепи и ключевые схемы

Классификация устройств вторичного электропитания. Однофазные и трехфазные выпрямители. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы напряжения и тока. Линейно-импульсные схемы на ОУ, компараторах и таймерах. Транзисторные и диодные ключевые схемы. IGBT транзисторы. Импульсные источники питания. Преобразователи напряжения в ток.

Цифровые устройства и микропроцессоры

Основные понятия и определения цифровой электроники. Логические уровни. Логические вентили. Выполняемые функции. Элементы с тремя состояниями, элементы с открытым коллектором. Синтез комбинационной логики. Последовательная логика. Дешифраторы, триггеры и счетчики. Цифроаналоговые преобразователи: типы, способы преобразования, погрешности. Аналого-цифровые преобразователи: типы, способы

преобразования, погрешности. Архитектура МП. Программно-аппаратная реализация МП систем. Программируемые реле, Микроконтроллеры и их характеристики.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Основы промышленной электроники. Учебник для ВУЗов. Под ред. Проф. В.Г. Герасимова. М.-ВШ, 1986. 3-е изд., 336 с.
2. П.Хоровиц., У. Хилл. Искусство схемотехники. в 3-х томах. Т.1. пер. с англ. 4-е изд., М.Мир 1993, 413 с
3. Электротехника и электроника: Учебник для вузов. В 3-х кн. Кн.3. Электрические измерения и основы электроники. /Под ред. проф. В. Г. Герасимова. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 432 с.
4. Сборник задач по электротехнике и основам электроники: Учеб. пособие для неэлектротехн. спец. вузов. Под ред. В. Г. Герасимова. – М.: ВШ, 1987.
5. Карташев Г.А. Цифровая электроника на персональном компьютере. М.Горячая линия телеком, 2003, 311с.
6. Королев Г.В. Электронные устройства автоматики. М.ВШ, 1991, 256 с.
7. Жукешов А.М. Автоматизированные производственные системы. Алматы: Казак университети, 2006, 134 с.

Дополнительная:

1. Ратхор Т.С. Мир электроники. Цифровые измерения. Методы и схемотехника. М. Техносфера, 2004. 376 с.
2. Электротехника и электроника: Учебник для вузов. /Под ред. Б. И. Петленко. – М.: Академия, 2003. – 230 с
3. Данилов И.А., Иванов П.И. Общая электротехника с основами электроники: Учеб. пособие – М.: ВШ, 2000. – 752 с.
4. Прянишников В. А. Электроника: Полный курс лекций. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Учитель и ученик: КОРОНА принт, 2003. – 416 с., ил.
5. Лачин В.И. Электроника. – М.:ВШ, 2000.

Трансформаторы

Назначение и роль трансформаторов в энергетике. Устройство и принцип действия. Физические процессы в трансформаторе при холостом ходе и коротком замыкании. Уравнение ЭДС. Коэффициент трансформации. Приведенный трансформатор. Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы. Схемы замещения. Внешняя характеристика. Опытное определение параметров. Потери и КПД трансформаторов.

Трехфазные трансформаторы

Особенности физических процессов в трехфазных трансформаторах с отдельной и общей магнитными системами. Схемы соединения обмоток, группы. Особенности холостого хода трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Распределение нагрузки между трансформаторами при параллельной работе.

Асинхронные машины

Конструкция, принципы работы. Трехфазная асинхронная машина при вращающемся роторе. Уравнения напряжений и токов, схема замещения и векторная диаграмма асинхронной машины. Вращающий момент асинхронной машины и его зависимость от скольжения, параметров напряжения. Начальный, номинальный и

максимальный момент вращения. Пуск в ход и регулирование асинхронных машин. Пуск в ход асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и с контактными кольцами. Глубокопазные двигатели. Двухклеточные двигатели. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором воздействием со стороны статора и ротора.

Синхронные машины

Устройство и принцип действия. Реакция якоря в синхронном генераторе. Характеристики синхронных генераторов. Параллельная работа синхронных генераторов. Способы запуска синхронных двигателей. Векторная диаграмма синхронного двигателя. Влияние величины тока возбуждения на работу синхронного двигателя. Рабочие характеристики синхронных двигателей. Угловые характеристики синхронных машин. Специальные типы синхронных машин. Синхронные компенсаторы.

Машины постоянного тока

Основные элементы конструкции, принцип действия, принцип обратимости. Электродвижущая сила обмотки якоря. Магнитное поле в воздушном зазоре машины. Виды реакции якоря и влияние ее на работу машины. Общие понятия о коммутации тока. Генераторы постоянного тока. Классификация генераторов по способу возбуждения. Энергетическая диаграмма, уравнение ЭДС, электромагнитный момент. Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Двигатели постоянного тока. Двигатели постоянного тока. Энергетическая диаграмма. Уравнения напряжений, скоростей, моментов. Пуск в ход и пусковые характеристики. Механические характеристики двигателей постоянного тока с различными схемами возбуждения. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока с различными схемами возбуждения. Потери и КПД машин постоянного тока.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. - СПб.: Питер, 2008. - 350 с.
2. Копылов И.П. Электрические машины. Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2000. - 360 с.
3. Кацман М.М. Электрические машины. – М.: Высш. Шк.; Издательский центр «Академия»; 2001. - 463 с.
4. Токарев Б.Ф. Электрические машины. Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 624 с.
5. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1987. Ч.1 – 360 с., ч.2 – 332 с.
6. Игнатович В.М., Ройз Ш.С. Электрические машины и трансформаторы: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2010.-147 с.

Дополнительная:

1. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. Учебное пособие для вузов. 5-е изд., переработ. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 528 с.
2. Игнатович В.М., Ройз Ш.С. Электрические машины и трансформаторы. Методические указания к изучению дисциплин «Электрические машины» и «Электромеханика». – Томск: Изд. ТПУ, 1999.- 20 с.

3. Верхотуров А.И., Големгрейн В.В., Игнатович В.М., Ройз Ш.С. Электрические машины и трансформаторы. Контрольные вопросы при защите лабораторных работ по дисциплине «Электромеханика». – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 25 с.

Основы электроэнергетики

Краткая история электроэнергетики. Электроэнергетические системы. Электрические сети 10-1250 кВ. Энергетика Казахстана. Конструкции синхронных генераторов. Принцип действия синхронных генераторов. Типы турбо - и гидрогенераторов по мощностям и способам охлаждения. Характеристики генераторов, работающих на автономную сеть. Принцип работы и устройство трансформатора. Автотрансформаторы. Конструкция трансформатора. Потери и коэффициент полезного действия трансформатора. Измерительные трансформаторы.

Передача и потребление электрической энергии

Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним. Выключатели высокого напряжения. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Защитные и токоограничивающие аппараты. Электрические схемы электростанций и подстанций. Классификация схем распределительных устройств. Типовая сетка схем распределительных устройств. Структурные схемы электрических станций. Реактивная мощность в электрической сети. Источники реактивной мощности и их назначение. Типы источников реактивной мощности. Синхронные генераторы электростанций. Общая характеристика систем электроснабжения. Основные группы потребителей электроэнергии. Основные условия и задачи формирования систем электроснабжения. Номинальные напряжения электроустановок. Основные типы схем электрических сетей. Режим нейтрали электрических сетей. Конструкции линий, подстанций и их основного электрооборудования. Основные вопросы проектирования и расчетов СЭС.

Управление ЭЭС и качество электрической энергии

Классификация режимов ЭЭС. Переходные режимы и процессы. Нормативные показатели устойчивости и их обеспечение. Средства управления режимами и их функции. Основные принципы диспетчерского управления. Иерархическая система диспетчерского управления ЭЭС. Временные уровни управления режимами ЭЭС. Автоматизированная система диспетчерского управления. Структура системы противоаварийной автоматики. Значение качества электрической энергии. Показатели качества энергии. Влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств.

Возобновляемая и альтернативная энергетика

Классификация солнечных энергетических установок. Термоэлектрические преобразователи, принцип действия, эффективность, достоинства и недостатки. Фотоэлектрические преобразователи, принцип действия, эффективность, достоинства и недостатки. Концентрирующие гелиоприемники. Схема, принцип действия, достоинства и недостатки паротурбинной СЭС. Система отопления с солнечными коллекторами. Опыт зарубежных стран в использовании энергии ветра. Классификация ветроустановок по классам ветродвигателей, достоинства и недостатки классов. Схема ветроэлектрической установки, особенности и принцип работы. Классификация ветроэнергетических установок для производства электроэнергии. Основные положения теории идеального ветряка. Основные положения теории реального ветряка. Режимы работы ветроустановок. Перспективы использования энергии ветра. Отрицательные явления при работе ветроустановок. Виды геотермальных источников энергии. Классификация геотермальных районов. Перспективы использования геотермальной энергии, достоинства и недостатки. Методы и способы использования геотермального тепла. Использование

геотермального тепла в системах теплоснабжения. Схема и принцип действия простейшей ГеоТЭС. Ядерные станции. Термоядерная энергетика.

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях. / Часть 2. Современная электроэнергетика / Под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева. — М.: Издательство МЭИ, 2003. — 454 с., ил.
2. Электрические аппараты высокого напряжения с элегазовой изоляцией / Под ред. Ю.И. Вишневого. С.-Пб.: Энергоатомиздат, 2002.
3. Электрическая часть станций и подстанций / А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова, М.Н. Околович. М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Электрические системы. Электрические сети / Веников В.А., Глазунов А.А., Жуков Л.А. и др.; Под ред. Строева В.А. — 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1998.
5. Электрические системы. Электрические сети: Учеб. для электроэнергетических специальностей вузов / Под ред. Веникова В.А., Строева В.А. — 2-е изд. М.: Высшая школа, 1998.
6. Городов В.Е. , Губин А.С. ,Матвеев Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Томск , ТПУ, 2009, 293 с
7. Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие - М.: КНОРУС, 2010. — 232 с

Дополнительная:

1. Электрические и электронные аппараты / Под ред. Ю.К. Розанова М.: «Информэлектро», 2001.
2. Солнечная энергетика: Пер.с англ. и франц./ Под ред. Ю.Н. Маковского и М.М. Колтуна.-М.: Мир, 1979.-390с.
3. Ветроэнергетика/Под ред. Д. Рензо. - М.: Энергоатомиздат, 1982.
4. Дворов И.М. Геотермальная энергетика. – М.: Наука, 1976.
5. Мировой энергетический совет (МИРЭС): прогнозы развития энергетики // Энергетика за рубежом. – 2000. – № 3.

**Шкала оценки экзаменов для поступающих в докторантуру по ОП
«8D07108 – Электроэнергетика»**

Каждый ответ на вопрос экзаменационного билета оценивается по 100-балльной шкале. Итоговая оценка за экзамен выводится как среднее арифметическое оценок за все ответы.

Обсуждение и окончательное оценивание ответов соискателей на степень PhD экзаменационная комиссия проводит на закрытом заседании, определяя итоговую оценку – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», выраженную в баллах.

Оценки объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседания Государственной аттестационной комиссии.

При проведении экзамена в письменной форме устанавливаются следующие критерии оценки знаний выпускников:

Характеристика работы магистранта	Диапазон баллов рейтинга	Буквенная оценка	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	90-100	A	отлично	зачтено
		A-		
«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	80-89	B+	хорошо	
		B		
		B-		

Характеристика работы магистранта	Диапазон баллов рейтинга	Буквенная оценка	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	70-79	C+	удовлетворительно	
		C		
		C-		
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	60-69	D+	удовлетворительно	зачтено
		D		
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	D-		

Характеристика работы магистранта	Диапазон баллов рейтинга	Буквенная оценка	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX	неудовлетворительно	не зачтено
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, всевыполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F		