



КФЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КФЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию и инновациям


И.Г. Ахметова
«28» апреля 2022 г.



ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности

2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий,
веществ и природной среды»

группы научных специальностей «2.2 Электроника, фотоника,
приборостроение и связь»

для обучающихся по программам подготовки научных и научно-
педагогических кадров в аспирантуре и для лиц, прикрепленных для сдачи
кандидатского экзамена

г. Казань – 2022 г.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды» группы научных специальностей «2.2 Электроника фотоника, приборостроение и связь» связана с созданием научных основ методов аналитического и неразрушающего контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, разработкой и внедрением приборов, средств и систем экологического, аналитического и неразрушающего контроля указанных объектов с улучшенными характеристиками. Значение решения научных и технических проблем данной специальности для народного хозяйства состоит в повышении качества продукции и природной среды, увеличении безопасности техногенных объектов и срока их службы, в расширении автоматизации производственных процессов. Программа предназначена для подготовки и аттестации аспирантов и прикрепленных лиц для соискания ученой степени кандидата технических наук, выполняющих диссертационные исследования по научной специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

II. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Программа кандидатского экзамена состоит из основной и дополнительной частей.

Основная часть базируется на содержании паспорта научной специальности и содержит 4 раздела.

Дополнительная программа кандидатского экзамена составляется аспирантом (прикрепленным лицом) совместно с научным руководителем в соответствии с содержанием диссертационного исследования и утверждается на Ученом совете Института электроэнергетики и электроники до даты проведения экзамена.

В программу включен список вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену и список литературы, который может быть расширен и дополнен с учетом глубины изучения вопросов и происходящих изменений в науке, системе образования, обществе и государстве.

III. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ЭКЗАМЕНА

Раздел 1. Теоретические основы контроля технических и природных объектов

Объекты контроля

Общая характеристика и классификация объектов контроля: веществ, материалов, изделий, природной среды. Вещества и их агрегатные состояния веществ: газы, жидкости, твердые вещества. Общие сведения о физических и

физико-химических свойствах веществ как объектов контроля. Смеси веществ, способы выражения состава веществ. Зависимости «состав – свойства» как методическая основа аналитического процесса. Изделие как единица продукции. Классификация промышленной продукции. Качество продукции, показатели качества, номенклатура показателей качества, показатели назначения, надежности, взаимозаменяемости, точности, стабильности и др. Квалиметрическая оценка качества продукции. Общая характеристика природной среды как объекта экологического контроля. Природные и антропогенные экологические факторы. Антропогенные химическое и физическое (тепловое, электромагнитное, радиационное, вибрационное, акустическое и др.) загрязнения природной среды. Основные источники загрязнения. Нормирование загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве. Нормирование как важный элемент управления качеством природной среды.

Общие сведения о методах и приборах контроля

Основные стадии формирования контроля и управления качеством. Виды технического контроля. Измерения при контроле. Методики выполнения измерений. Выбор средств контроля. Источники погрешностей контроля. Принятие решений по результатам контроля. Условные вероятности ошибочных и правильных решений. Достоверность контроля. Характеристики выборочного контроля. Статистические методы контроля. Классификация методов контроля по признаку контролируемых свойств объекта. Общая характеристика методов аналитического контроля и методов неразрушающего контроля. Области применения различных приборов и методов контроля, комплексное применение методов. Экономическая эффективность применения неразрушающего контроля. Организация контроля в производственных условиях и в процессе эксплуатации. Государственные и международные стандарты в области контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Основы метрологии и метрологического обеспечения

Предмет и задачи метрологии. Физические величины, единицы величин, системы единиц физических величин. Размерности величин и единиц, анализ размерности. Классификация измерений, виды и методы измерений. Погрешности измерений, классификация погрешностей. Случайные и систематические погрешности. Типовые законы распределения погрешностей измерений. Численные характеристики погрешностей измерений, интервальные характеристики погрешностей. Погрешности прямых, косвенных и совокупных измерений.

Раздел 2. Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий.

Приборы и методы акустического контроля

Упругие свойства твердых тел. Диаграмма деформация – напряжение. Упругие и пластические деформации. Волновое уравнение. Величины, характеризующие акустическое поле. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Характеристический импеданс (удельное волновое сопротивление) среды. Скорость распространения и затухание волн. Поглощение и рассеяние как составляющие затухания. Упругие волны в ограниченных средах. Дисперсия скорости. Распространение импульсов в дисперсных средах. Затухание. Методы возбуждения и приема. Отражение, преломление и трансформация волн по границе раздела двух сред. Прохождение волн через слоистые структуры. Основные виды ультразвуковых преобразователей. Важнейшие пьезоэлектрические материалы и их характеристики. Резонансные и антирезонансные частоты. Демпфирование пьезопреобразователей. Коэффициенты преобразования при излучении и приеме. Приборы для контроля методом акустической эмиссии (АЭ). Принцип и область применения метода АЭ. Эффект Кайзера. Информативные параметры метода. Помехи и борьба с ними. Выбор диапазона частот. Определение координат дефектов.

Приборы для контроля физико-механических свойств материалов.

Низкочастотные средства контроля многослойных конструкций и изделий из неметаллов. Структурные схемы дефектоскопов, использующих эти методы. Преобразователи ультразвуковых дефектоскопов (совмещенные, раздельно-совмещенные, раздельные). Электромагнитно-акустические преобразователи. Методы повышения помехоустойчивости ультразвуковой аппаратуры. Структурные шумы, их природа и пути уменьшения. Способы увеличения отношения сигнала к шуму. Механизация и автоматизация ультразвукового контроля. Акустическая голография. Принципы акустической голографии. Область ее применения.

Приборы и методы вибрационного контроля и диагностики

Физические основы методов обнаружения дефектов работающего оборудования по результатам измерения параметров вибрации. Основы теории виброизмерительных приборов. Виброизмерительные приборы инерционного действия, режим работы, области рабочих частот, характерные погрешности. Бесконтактные преобразователи вибрации. Характерные погрешности измерения. Наиболее распространенные типы электроизмерительных преобразователей, используемых в датчиках вибраций.

Область применения и структурные схемы построения аппаратуры для эксплуатационного контроля вибрационного состояния и технической диагностики машин. Типы обнаруживаемых дефектов.

Приборы и методы оптического контроля

Физическая природа оптических явлений, используемых для контроля: дифракция, интерференция, поляризация, рассеяние света, фотоэффект. Принципы построения оптических приборов контроля. Основные виды источников излучения. Согласование приемников излучения с оптической системой. Аппаратура и методы оптического контроля и выявления дефектов: средства визуального контроля, микроскопы, стереомикроскопы, эндоскопы, интерферометрические и голографические приборы, приборы поляризационного контроля. Область применения.

Приборы и методы радиоволнового контроля

Распространение радиоволн, взаимодействие с веществом. Отражение, преломление, поглощение, рассеяние, интерференция, дифракция. Диэлектрические свойства материалов в диапазоне микрорадиоволн. Области применения.

Приборы и методы электрического контроля

Основы электрического метода. Измерение электрического сопротивления. Методы переменного и постоянного токов. Приборы для контроля дефектов и химического состава, основанные на измерении электросопротивления, тангенса угла потерь, диэлектрической постоянной. Особенности их применения, преимущества и недостатки. Область применения.

Приборы и методы электромагнитного контроля

Физические основы метода вихревых токов. Разновидности преобразователей, их конструкция, область применения. Уравнения Максвелла. Годографы для основных типов преобразователей. Анализ влияния электропроводности, магнитной проницаемости и зазора преобразователь – изделие с помощью годографа. Способы разделения информации: амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, переменнo-частотный. Факторы, мешающие контролю; способы отстройки от них. Понятие о многочастотном и импульсном способах возбуждения преобразователя, влияние движения изделий. Метод высших гармоник. Структурные схемы приборов, реализующих различные способы разделения параметров. Электромагнитные дефектоскопы, толщиномеры, приборы контроля физико-химических свойств материалов. Область применения.

Раздел 3. Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль).

Роль и значение аналитического контроля в народном хозяйстве
Классификация аналитических методов и приборов. Методы и приборы, основанные на непосредственном измерении физических параметров смесей. Методы и приборы с предварительным преобразованием анализируемой пробы. Общая характеристика аналитических методов, их чувствительности и избирательности. Метрологическое обеспечение средств аналитического контроля. Потенциометрические анализаторы, теоретические основы метода. Электродная система рН-метра, измерительная схема рН-метра. Определение координат изопотенциальной точки, схемы температурной компенсации. Приборы для измерения рН. Ионоселективные электроды, иономеры. Механические анализаторы жидкостей, основанные на зависимости плотности и вязкости анализируемой пробы от ее состава. Основные методы и приборы измерения плотности и вязкости жидких сред. Автоматическое титрование. Кривые титрования. Схемы титрометров дискретного и непрерывного действия. Применение микропроцессоров и вычислительных устройств в анализаторах состава жидкостей.

Приборы и методы контроля состава газов

Особенности измерения состава газов. Классификация газоаналитических приборов. Оптические приборы и методы газового анализа: абсорбционные и эмиссионные. Абсорбционно-оптические газоанализаторы инфракрасного поглощения (в том числе оптико-акустические), ультрафиолетового поглощения, фотоколориметрические (жидкостные и ленточные) Эмиссионные газоаналитические приборы: электроразрядные, пламенные, люминесцентные, хемилюминесцентные. Области применения, типовые структурные схемы, основные метрологические характеристики оптических газоанализаторов. Тепловые приборы и методы газового анализа: термокондуктометрические, термохимические. Области применения, измерительные схемы, основные характеристики. Магнитные газоаналитические приборы: термомагнитные, магнитомеханические и др. Электрохимические приборы и методы газового анализа: кондуктометрические, кулонометрические, потенциометрические и др. Особенности преобразования анализируемой пробы, области применения, структурные схемы и основные характеристики электрохимических газоанализаторов.

Раздел 4. Приборы и системы контроля природной среды

Природная среда как объект экологического контроля. Основные загрязнители природной среды и их источники. Нормирование загрязнений в воздухе, воде, почве. Основные стадии и характеристики процесса контроля

природной среды (отбор пробы, подготовка пробы, измерение состава, обработка и представление результатов измерения). Основные требования к методам и средствам контроля природной среды.

Приборы и методы контроля природной среды

Классификация методов контроля параметров природной среды. Физико-химические основы методов контроля приоритетных загрязнений природной среды. Технические средства мониторинга воздушной среды, водной среды и почв: газоанализаторы, анализаторы жидкостей, анализаторы твердых и сыпучих веществ. Принципы действия, технические характеристики, области применения. Методическое и техническое обеспечение аналитической аппаратуры универсального назначения (многокомпонентный анализ природной среды): атомная и молекулярная спектрофотометрия, газовые и жидкостные хроматографы, универсальные многоканальные компьютерные системы контроля окружающей среды. Дистанционные методы контроля природной среды. Пассивные и активные дистанционные методы. Методы спектральной съемки и инфракрасной радиометрии. Методы дистанционного оптического зондирования. Технические средства дистанционного мониторинга.

Системы экологического мониторинга

Структура экологического мониторинга антропогенного загрязнения природной среды, основные подсистемы мониторинга: мониторинг источников загрязнения, мониторинг атмосферы, мониторинг вод суши морей и океанов, мониторинг почв, фоновый мониторинг. Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), ее структура, функции. Региональные системы и локальный уровень ЕГСЭМ. Автоматизированные системы контроля (АСК) загрязнений как основа ЕГСЭМ. Типовая структура АСК, характеристики и элементы измерительных каналов АСК. Системы мониторинга химических загрязнений природной среды (воздуха, природных и сточных вод, почв): структура, состав, технические характеристики. Особенности контроля экологической обстановки в условиях больших городов. Общие сведения о системах мониторинга радиационных, электромагнитных, тепловых, акустических и вибрационных экологических факторов. Воздействие указанных факторов, нормативы контроля, технические средства, характеристики систем и области применения.

Основная литература

1. Бурдун Г.Д., Марков Г.Н. Основы метрологии. М.: Изд-во стандартов, 1985.
2. Кузнецов В.А., Якунина Г.В. Основы метрологии: Учеб. пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
3. Боднер В.А., Алферов А.В. Измерительные приборы. Учеб. для вузов. В 2 т. М.: Изд-во стандартов, 1986.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 2005.
5. Машиностроение: Энциклопедия. Том III-7. Измерения, контроль, испытания и диагностика / Под ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 1996.
6. Машиностроение: Энциклопедия. Том IV-3. Надежность машин / Под общ. ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 1998.
7. Рентгенотехника: Справочник. В 2 кн. / Под ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 1992.
8. Неразрушающий контроль. В 5 кн. / Под ред. В.В. Сухорукова. М.: Высш. шк., 1992.
9. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В. Технологические измерения и приборы: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1989.
10. Данцер К., Тан Э., Мольх Д. Аналитика. Систематический обзор. М.: Химия, 1981.
11. Горелик Д.О., Конопелько Л.А., Панков Э.Д. Экологический мониторинг. Оптико-электронные приборы и системы. Учеб. В 2 т. СПб.: 1998.
12. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. Л.К. Исаева. СПб.: Центр «Союз», 1998.
13. Малафеев С.И., Копейкин А.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи. (учебное пособие) Москва: Лань, 2016. -316 с.: ил. - электронный ресурс Издательского дома «Лань». Режим доступа <http://e.lanbook.com>
14. Петрова Е.И. Методы и средства измерений и контроля. (учебное пособие) Москва: Лань, 2020. -78 с.: ил. - электронный ресурс Издательского дома «Лань». Режим доступа <http://e.lanbook.com>
15. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. Л.К. Исаева. СПб.: Крисмас+, 1998.