



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научной работе

Волокитин О.Г.

2025 г.



ПРОГРАММА

**вступительного испытания по специальной дисциплине для поступающих
на программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в
аспирантуре по группе научных специальностей 2.2 «Электроника, фотоника,
приборостроение и связь»**

**Научная специальность 2.2.8 «МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ
КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ,
ВЕЩЕСТВ И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ»**

Программа вступительного испытания предназначена для поступающих на программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по группе научных специальностей 2.2 «Электроника, фотоника, приборостроение и связь» на научную специальность 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

Составитель: д-р техн. наук, профессор
кафедры автомобильного
транспорта и электротехники



Власов Ю.А.

Руководитель
ООП: д-р техн. наук, профессор
кафедры автомобильного
транспорта и электротехники



Власов Ю.А.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Целью вступительного испытания является определение уровня подготовки поступающих и оценки их способности для дальнейшего обучения по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в соответствии с установленными федеральными государственными требованиями к структуре программ аспирантуры, условиям их реализации, срокам освоения этих программ, с учетом различных образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов.

1.2 Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

1.3 Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.4 Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится как в устной, так и в письменной форме, с сочетанием указанных форм или в иных формах (в форме собеседования), в соответствии с перечнем тем и вопросов, установленных данной Программой.

1.5 В ходе экзамена могут задаваться вопросы, связанные с избранной или предполагаемой темой диссертационного исследования. Подготовка к ответу составляет не более одного академического часа (60 минут).

1.6 Максимальное количество баллов, полученных за ответы на экзамене, составляет 5 баллов. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания составляет 3 балла.

1.7 Критерии оценивания ответов поступающего:

Критерий оценивания	Начисляемый балл
Получен полный ответ. Поступающий свободно владеет терминологией и понятийным аппаратом области знаний; продемонстрировано знание вопроса и самостоятельность мышления; сформированы навыки анализа действующей теоретической и методологической базы, а также умения применять их на практике.	5
Получен ответ с погрешностями и недочетами. Поступающий владеет основным материалом с рядом заметных замечаний; владеет терминологией и понятийным аппаратом.	4
Получен неполный ответ. Поступающий владеет минимальным необходимым материалом с рядом замечаний; ответы неконкретные, слабо аргументированные; владеет минимально необходимой терминологией; сформированы минимально необходимые навыки.	3
Получен неправильный ответ. Поступающий владеет теоретическим материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка; неверные формулировки; поступающий не владеет терминологией.	2
Ответ не получен, отсутствие понимания заданного вопроса; поступающий отказался от устной части вступительного испытания.	1

1.8 Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

1.9 Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

1.10 Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми присутствующими членами экзаменационной комиссии.

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: метрология и метрологическое обеспечение; теория измерений; приборы и методы измерения по видам измерений; методы контроля и диагностика; приборы и методы неразрушающего контроля; приборы и методы аналитического контроля (аналитика); информационно-измерительные системы, системы экологического и геоэкологического мониторинга.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И РАЗДЕЛОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1. Теоретические основы контроля технических и природных объектов

Объекты контроля. Общая характеристика и классификация объектов контроля: веществ, материалов, изделий, природной среды. Общие сведения о физических и физико-химических свойствах веществ как объектов контроля. Зависимости «состав — свойства» как методическая основа контроля. Материалы. Общие представления о структуре металлических и неметаллических материалов и их механических и химико-физических свойствах. Дефекты металлоизделий и способы контроля. Радиационные повреждения.

Дефекты неметаллических материалов и их обнаружение. Изделие как единица продукции. Классификация промышленной продукции. Качество продукции, показатели качества и номенклатура показателей качества.

Общая характеристика природной среды как объекта экологического и геоэкологического контроля. Природные и антропогенные неблагоприятные экологические и геоэкологические факторы.

Антропогенные химическое и физическое загрязнения природной среды (тепловое, электромагнитное, радиационное, вибрационное, акустическое и др.). Основные источники загрязнения.

Нормирование загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве. Воздействия неблагоприятных геоэкологических факторов на урбанизированные территории. Нормирование как важный элемент управления качеством природной среды. Информационное и методическое обеспечение систем контроля.

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. 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. Государственные и международные стандарты в области контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Основы метрологии и метрологического обеспечения. Предмет и задачи метрологии. Классификация измерений, виды и методы измерений. Погрешности измерений, классификация погрешностей. Типовые законы распределения погрешностей измерений.

Численные характеристики погрешностей измерений, интервальные характеристики погрешностей.

Классификация средств измерений (СИ). Принципы построения СИ. Типовые структурные схемы СИ и их элементы. Сигналы измерительной информации, временное и спектральное представление сигналов. Преобразование сигналов измерительной информации в СИ. Информационные характеристики СИ. Подготовка измерительного эксперимента.

Обработка и представление результатов наблюдений. Оценивание результатов и погрешностей прямых, косвенных и совокупных измерений с многократными и однократными наблюдениями. Численный анализ данных мониторинга, алгоритмическое и программное обеспечение, регрессионные модели.

Метрологическое обеспечение измерений. Закон РФ об обеспечении единства измерений. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая служба. Особенности метрологии средств контроля.

2. Приборы и методы неразрушающего контроля материалов и изделий

Приборы и методы акустического контроля. Упругие свойства твердых тел и геосреды. Диаграмма деформация — напряжение. Упругие и пластические деформации тел и геосреды.

Волновое уравнение. Величины, характеризующие акустическое поле. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Характеристический импеданс (удельное волновое сопротивление) среды. Скорость распространения и затухание волн. 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.

Ультразвуковой эхо-метод и его основные характеристики: чувствительность, лучевая и фронтальная разрешающая способность. Возможности метода и ограничения его применения. Ультразвуковые резонансные дефектоскопы. Ультразвуковые теневые дефектоскопы.

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. Электромагнитно-акустические преобразователи. Методическое и информационное обеспечение 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. Бесконтактные преобразователи вибрации. Область применения.

Приборы капиллярного контроля. Физические основы капиллярного контроля, технология контроля. Основные дефектоскопические материалы: проникающие жидкости, проявители, очистители. Аппаратура для цветного и люминесцентного контроля. Область применения.

Приборы и методы магнитного контроля. Природа диа-, пара-, и ферромагнетизма. Методы измерения напряженности магнитных полей, намагниченности и индукции.

Магнитная дефектоскопия. Магнитное поле дефекта. Методы магнитной дефектоскопии. Области применения.

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. Аппаратура и методы оптического контроля и выявления дефектов. Область применения.

Приборы и методы радиационного контроля. Природа радиационного излучения и его основные характеристики. Интенсивность излучения. Единицы дозы и активности. Взаимодействие заряженных частиц, нейтронов, рентгеновского и гамма-излучения с веществом. Источники излучения. Методы регистрации излучения.

Основы методики радиационного контроля. Области применения. Выбор источников энергии излучения и методов регистрации. Определение размера и положения дефекта. Радиография. Стереорентгенография. Аппаратура для контроля нейтронным излучением и заряженными частицами. Радиационные толщиномеры. Компьютерная томография.

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 теплового контроля. Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана. Основы тепловых методов контроля. Виды теплового контроля. Основные области их применения. Термоэлектрические и жидкокристаллические преобразователи. Приемники инфракрасного излучения. Принципы построения пирометров: радиационных, яркостных, цветовых. Тепловизоры, их устройство и применение.

Приборы и методы контроля течеисканием. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Величины течей, единицы измерений. Принципиальные основы методов испытания на герметичность — регистрация проникающих через течи жидких и газообразных пробных веществ. 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.

Приборы и методы электромагнитного контроля. Физические основы метода вихревых токов. Уравнения Максвелла. Анализ влияния электропроводности и магнитной проницаемости. Способы разделения информации: амплитудный, фазовый, амплитудно-фазовый, переменного-частотный. Электромагнитные дефектоскопы, приборы контроля физико-химических свойств материалов.

3. Приборы и методы контроля веществ (аналитический контроль)

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.

Приборы и методы контроля состава жидкостей. Оптические методы и приборы контроля состава жидкостей. Фотометрические дисперсионные и недисперсионные анализаторы.

Абсорбционные фотометрические анализаторы, работающие в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Эмиссионные фотометрические приборы и методы контроля состава жидкостей.

Рефрактометрические, поляризационные и атомно-абсорбционные методы и приборы. Физические основы фотометрических методов, структурные схемы фотометрических анализаторов. Радиоизотопные аналитические методы и приборы: ионизационные, активационные, абсорбционные, по рассеиванию излучения и др.

Электрохимические методы и приборы контроля состава жидкостей. Физико-химические основы методов.

Измерение электропроводности растворов контактными двух- и четырехэлектродными ячейками. Диэлькометрические анализаторы жидкостей. Полярографические анализаторы. Потенциометрические анализаторы, теоретические основы метода.

Механические анализаторы жидкостей, основанные на зависимости плотности и вязкости анализируемой пробы от ее состава. 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. Эмиссионные газоаналитические приборы.

Тепловые приборы и методы газового анализа. Магнитные газоаналитические приборы. Электрохимические приборы и методы газового анализа. Ионизационные газоанализаторы. Хроматографический метод анализа.

Приборы и методы контроля влажности газов. Области применения.

4. Приборы и системы контроля природной среды

Природная среда как объект экологического и геоэкологического 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 и области применения.

Методическое 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. Методы геоэкологического дистанционного мониторинга.

Системы экологического и геоэкологического 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, геомониторинг подстилающей среды.

Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), ее структура, функции. Региональные системы и локальный уровень ЕГСЭМ. Автоматизированные системы контроля (АСК) загрязнений как основа ЕГСЭМ.

Системы мониторинга химических загрязнений природной среды (воздуха, природных и сточных вод, почв): структура и состав. Особенности контроля экологической обстановки в условиях больших городов. Геоэкологический мониторинг урбанизированных территорий. Общие сведения о системах мониторинга радиационных, электромагнитных, тепловых, акустических и вибрационных экологических факторов.

Системы мониторинга неблагоприятных геоэкологических факторов. Воздействие указанных факторов, нормативы контроля, технические средства, характеристики систем и области применения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Кузнецов В. А., Якунина Г. В. Основы метрологии: Учеб. пособие. — М.: Изд-во стандартов, 1995.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В. В. Клюева. — М.: Машиностроение, 1995.
3. Фарзани Н. Г., Илясов Л. В. Технологические измерения и приборы: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 1989.
4. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. Л. К. Исаева. — СПб.: Центр «Союз», 1998.
5. Белокур И.П., Коваленко В.А. Дефектоскопия материалов и изделий. - Киев: 1989.
6. Крауткремер И., Крауткремер Г. Ультразвуковой контроль материалов. Справочник. М.: Металлургия, 1991.
7. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х кн. / Под ред. В.В. Клюева. - М.: Машиностроение, 1986.
8. Троицкий В.А., Радько В.П., Демидко В.Г. Дефекты сварных соединений и средств обнаружения. - Киев: Выпш школа, 1983.
9. Методы акустического контроля металлов /Под ред. Н.П. Алешина. -М.: Машиностроение, 1989.
10. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Контроль проникающими веществами / А.К. Гурвич;-И.Н. Ермолов, С.Г. Сажин; Под ред. В.В. Сухорукова. М.: Высшая школа. 1991.
11. Дорофеев А.Л., Казамапов Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. -М.: Машиностроение, 1980.
12. Технологический неразрушающий контроль пластмасс / А.И. Потапов, В.М. Игнатов, Ю.Б. Александров и др. - Л.: Химия, 1979.
13. Вавилов В.П. Тепловые методы контроля композиционных структур и изделий радиоэлектроники. - М.: Радио и связь, 1984.
14. Румянцев С.В., Штань А.С., Гольцев В.А. Справочник по радиационным методам неразрушающего контроля / Под ред. С.В. Румянцева. - М.: Энергоиздат, 1982.
15. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 3. Электромагнитный контроль: Прак. пособие /В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, В.В. Сухоруков; Под ред. В.В. Сухорукова. - М.: Высшая школа, 1992.