

ФАНО РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
**ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ**  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИМАШ УрО РАН)

Утверждаю  
Директор ИМАШ УрО РАН  
*Э.С. Горкунов*  
« 03 » \_\_\_\_\_ 2014 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ**  
по специальности для обучающихся по направлению подготовки  
**12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические**  
**системы и технологии по направленности (профилю) подготовки –**  
**Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и**  
**изделий**

## **1. ВВЕДЕНИЕ**

В соответствии с Приказ Министерства образования и науки РФ от 26.03.2014 г. № 233 «Об утверждении порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки РФ от 19.05.2015 г. №511)», поступающие в аспирантуру сдают вступительные экзамены в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования, в том числе по выбранной специальности. При отсутствии опубликованных научных работ обязательным условием допуска к экзамену по специальности является подготовка реферата, который должен показать готовность поступающего к научной работе. Лица, получившие положительный отзыв на реферат или опубликованные научные работы, допускаются к вступительным экзаменам в аспирантуру.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕФЕРАТУ**

Вступительный реферат является самостоятельной работой, содержащей обзор состояния сферы предполагаемого исследования. Объем реферата составляет 10-25 страниц печатного текста. В реферате автор должен продемонстрировать четкое понимание проблемы, знание дискуссионных вопросов, связанных с ней, умение подбирать и анализировать фактический материал, умение сделать из него обоснованные выводы, наметить перспективу дальнейшего исследования.

Тема реферата определяется научным руководителем аспиранта.

## **3. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

### **Раздел 1. Объекты контроля. Общие сведения о методах и приборах контроля. Основы метрологии и метрологического обеспечения.**

**Тема 1.** Материалы, общие представления о структуре металлических и неметаллических материалов и их механических и химико-физических свойствах.

**Тема 2.** Дефекты металлоизделий и способы контроля. Дефекты технологического происхождения. Эксплуатационные дефекты в условиях статических и переменных нагрузок. Растрескивание под действием термических напряжений. Радиационные повреждения.

**Тема 3.** Виды технического контроля. Измерения при контроле. Методики выполнения измерений. Выбор средств контроля.

**Тема 4.** Источники погрешностей контроля. Принятие решений по результатам контроля. Условные вероятности ошибочных и правильных решений. Достоверность контроля. Характеристики выборочного контроля. Статистические методы контроля.

**Тема 5.** Классификация методов контроля по признаку контролируемых свойств объекта. Общая характеристика методов аналитического контроля и методов неразрушающего контроля.

**Тема 6.** Предмет и задачи метрологии. Физические величины, единицы величин, системы единиц физических величин. Размерности величин и единиц, анализ размерности. Классификация измерений, виды и методы измерений.

**Тема 7.** Погрешности измерений, классификация погрешностей. Случайные и систематические погрешности. Типовые законы распределения погрешностей измерений. Численные характеристики погрешностей измерений, интервальные характеристики погрешностей.

**Тема 8.** Особенности метрологии средств контроля. Основные метрологические характеристики средств контроля.

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

**Тема 9.** Приборы и методы акустического контроля. Упругие свойства твердых тел. Диаграмма деформация-напряжение. Упругие и пластические деформации. Отражение,

преломление и трансформация волн по границе раздела двух сред. Прохождение волн через слоистые структуры.

Ультразвуковые импульсные толщиномеры. Методы уменьшения погрешностей. Ультразвуковые резонансные дефектоскопы-толщиномеры. Ультразвуковые теневые дефектоскопы. Приборы для контроля методом акустической эмиссии. 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. Акустическая голография. Принципы акустической голографии. Область ее применения.

**Тема 10.** 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.

**Тема 11.** Приборы капиллярного контроля.

Физические основы капиллярного контроля, технология контроля. Основные дефектоскопические материалы: проникающие жидкости, проявители, очистители.

**Тема 12.** Приборы и методы магнитного контроля.

Природа диа-, пара-, и ферромагнетизма. Методы измерения напряженности магнитных полей, намагниченности и индукции.

Магнитная дефектоскопия. Виды и устройства для намагничивания изделий. Выбор оптимального намагничивания. Магнитное поле дефекта. Способы распространения и индикации магнитных полей дефектов. Методы магнитной дефектоскопии: магнитопорошковый, феррозондовый, магнитоиндукционный, с датчиками Холла, магниторезистивный, магнитографический. Область применения.

Связь магнитных свойств с химическим и структурным состоянием материала. Приборы для контроля физико-химических свойств материала и изделий, основанные на измерении магнитных характеристик. Магнитные толщиномеры.

**Тема 13.** Приборы и методы оптического контроля.

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

**Тема 14.** 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.

Основы методики радиационного контроля. Области применения. Выбор источников энергии излучения и методов регистрации. Геометрия просвечивания, выбор оптимального фокусного расстояния, факторы, влияющие на контрастность снимков.

**Тема 15.** Приборы и методы радиоволнового контроля.

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

**Тема 16.** Приборы и методы теплового контроля.

Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана. Основы тепловых методов контроля. Виды теплового контроля. Основные области их применения. Сравнительная оценка.

**Тема 17.** 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.

**Тема 18.** 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, переменного-частотный. Факторы, мешающие контролю; способы отстройки от них.

Понятие о многочастотном и импульсном способах возбуждения преобразователя, влияния 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).**

**Тема 19.** Классификация аналитических методов и приборов. Методы и приборы, основанные на непосредственном измерении физических параметров смесей. Методы и прибора с предварительным преобразованием анализируемой пробы. Общая характеристика аналитических методов, их чувствительности и избирательности. Метрологическое обеспечение средств аналитического контроля.

**Тема 20.** Приборы и методы контроля состава жидкостей.

Оптические методы и приборы контроля состава жидкостей. Радиоизотопные аналитические методы и приборы: ионизационные, активационные, абсорбционные, по рассеиванию излучения и др. Электрохимические методы и приборы контроля состава жидкостей: кондуктометрические (контактные и бесконтактные), диэлькометрические, полярографические, потенциометрические и др. Измерение электропроводности растворов контактными двух- и четырехэлектродными ячейками. Потенциометрические анализаторы, теоретические основы метода. Механические анализаторы жидкостей, основанные на зависимости плотности и вязкости анализируемой пробы от ее состава. Автоматическое титрование.

**Тема 21.** Приборы и методы контроля состава газов.

Особенности измерения состава газов. Классификация газоаналитических приборов.

Оптические приборы и методы газового анализа. 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.

Ионизационные газоанализаторы: пламенно-ионизационные, аэрозольно-ионизационные и др. Тенденции развития масс-спектрометрии.

Хроматографический метод анализа. Физико-химические основы процесса разделения смесей. Структурная схема и основные элементы хроматографической установки.

Приборы и методы контроля влажности газов: психрометрический, точка росы, сорбционные и др. Области применения, структурные схемы приборов, их основные характеристики, тенденции развития.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдун Г.Д., Марков Г.Н. Основы метрологии. М. Издательство стандартов, 1985.
2. Кузнецов В.А., Якунина Г.В. Основы метрологии: Уч. пособие. – М.: Издательство стандартов, 1995.
3. Боднер В.А., Алферов А.В. Измерительные приборы. Учебник для вузов: В 2 т. – М.: Издательство стандартов, 1986.
4. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник, под редакцией В.В. Клюева. М., Машиностроение, 1995.
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. – 592 с. с ил.
7. Рентгенотехника. Справочник в 2-х кн. Под ред. В.В. Клюева. М., Машиностроение, 1992.
8. Неразрушающий контроль, 5 кн. Под редакцией В.В. Сухорукова. М., Высшая школа, 1992.
9. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В. Технологические измерения и приборы: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 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. Учебник в 2 томах. СПб, 1998.
12. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. Под ред. Исаева Л.К., СПб, центр «Союз», 1998.
13. Сергеев А. Г. Метрология. Стандартизация. Сертификация М.: Логос, 2003.
14. Информационно-измерительная техника и технологии: Учеб. для вузов / В.И. Калашников, С.В. Нефедов, А.Б. Путилин и др.; Под ред. Г.Г. Раннева. – М.: Высш. шк., 2002. 454 с.
15. Методы и средства измерений/Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2003.
16. Аш Ж. и соавторы. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Пер. с франц. –М.: Мир, 1992. - 480с.
17. Кравченко А.Ф. Физические основы функциональной электроники. Уч. пособие. – Новосибирск: Ун-т, 2000. - 444с.
18. Клюев В.В., Соснин Ф.Р., Ковалев А.В. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник. Под общ. ред. В.В. Клюева. Издание: 3-е. М.: Спектр, 2005. – 656 с.

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности для обучающихся по направлению подготовки 12.06.01 – Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии по направленности (профилю) подготовки – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий рассмотрена ученым советом ИМАШ УрО РАН «3» июля 2014 г., протокол № 5 и рекомендована к утверждению.

Составитель

Зав. аспирантурой, к.т.н.



Субачев Ю.В.

Согласовано:

Ученый секретарь, к.т.н.



Поволоцкая А. М.

Зам. директора по научным вопросам, д.т.н.



Буров С.В.