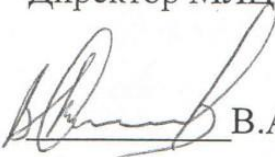


УТВЕРЖДАЮ

Директор МЛЦ МГУ

 В.А. Макаров

" 15 " апреля 2015 г.

ПРОГРАММА
повышения квалификации

**«Неразрушающий контроль материалов с использованием
лазерно-ультразвуковых дефектоскопов»**

Москва – 2015

1. Цель реализации программы

Повышение квалификации и овладение современными профессиональными знаниями в области неразрушающего контроля с использованием современных лазерно-ультразвуковых дефектоскопов. Отдельные образовательные модули программы могут быть использованы независимо как для повышения квалификации, в том числе, в рамках других образовательных программ, так и для дополнительного образования студентов вузов.

2. Формализованные результаты обучения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать теоретические основы и уметь проводить диагностику структуры и свойств гетерогенных сред с использованием современных лазерно-ультразвуковых дефектоскопов и составлять заключения по результатам проведенной структуроскопии.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- особенности термооптического возбуждения ультразвука
- особенности отражения и рассеяния широкополосных оптико-акустических сигналов от структурных неоднородностей различных сред
- структурные схемы и принципы работы лазерно-ультразвуковых дефектоскопов и оптико-акустических преобразователей
- интерфейсы пользователя программ группы *dsX.exe* и *scanner*.

3. Содержание программы

Учебный план

программы повышения квалификации

«Неразрушающий контроль материалов с использованием лазерно-ультразвуковых дефектоскопов»

Категория слушателей (требования к слушателям) – специалисты I, II и III уровней по ультразвуковому неразрушающему контролю, студенты вузов.

Срок обучения – 72 час.

Форма обучения – с отрывом от работы (дневная, вечерняя)

№ п/п	Наименование разделов (модулей)	Всего часов	В том числе			
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка		Самостоятельная работа, часов	Форма контроля
			Лекции, часов	Практические (лабораторные) занятия, часов		
1	2	3	4	5	6	7

	Модуль 1. Физические принципы лазерно-ультразвукового контроля.	18	8	2	8	контрольный опрос
	Модуль 2. Распространение оптико-акустических импульсов в неоднородных средах и принципы работы лазерно-ультразвуковых дефектоскопов.	18	8	6	4	контрольный опрос
	Модуль 3. Основы работы с лазерно-ультразвуковым дефектоскопом (экспериментальная часть).	18	4	12	2	контрольный опрос
	Модуль 4. Практическое ознакомление с работой УДЛ-2М на контрольных образцах	18	2	16	0	контрольный опрос
	Итоговая аттестация					Зачет
	ИТОГО	72	22	34	16	

Учебно-тематический план
программы повышения квалификации

«Неразрушающий контроль материалов с использованием лазерно-ультразвуковых дефектоскопов»

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего часов	В том числе			
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка		Самостоятельная работа, часов	Форма контроля
			Лекции, часов	Практические (лабораторные) занятия, часов		
1	2	3	4	5	6	7
	Модуль 1. Физические принципы лазерно-ультразвукового контроля					
	Основные отличия лазерно-ультразвукового неразрушающего контроля от традиционного ультразвукового контроля.	6	2	0	4	
	Термооптическое возбуждение ультразвука	12	6	2	4	
	Итого по модулю	18	8	2	8	контрольный опрос

Модуль 2. Распространение оптико-акустических импульсов в неоднородной среде и принципы работы лазерно-ультразвуковых дефектоскопов						
Отражение ОА-импульса от границы раздела сред	4	2	2	0		
Отражение ОА-импульса от упругого слоя.	5	2	2	1		
Рассеяние ОА-импульса на сферической неоднородности	5	2	0	2		
Структурная схема лазерно-ультразвукового дфектоскопа	2	1	0	1		
Схемы лазерно-ультразвуковых преобразователей	2	1	2	0		
Итого по модулю	18	8	6	4		контрольный опрос
Модуль 3. Основы работы с лазерно-ультразвуковыми дефектоскопами						
Временные треки зондирующих ультразвуковых импульсов	2	1	0	1		
Принципы обработки ультразвуковых сигналов дефектоскопа	2	2	0	0		
Включение дефектоскопа	1	0	1	0		
Интерфейс пользователя программ группы <i>dsX.exe</i>	3	1	2	0		
Установка параметров считывания программ группы <i>dsX.exe</i> .	3	1	2	0		
Работа с обработанным сигналом и цифровым фильтром. Работа с маркерами и получение результатов измерения	1	0	1	0		
Создание отчета контроля и сохранение данных.	2	0	2	0		
Интерфейс пользователя программы <i>scanner</i> . Установка параметров считывания программы <i>scanner.exe</i> .	2	0	2	0		
Работа с обработанным сигналом и цифровым фильтром. Работа с маркерами и получение результатов измерения. Создание отчета контроля и сохранение данных	2	1	2	0		

	Итого по модулю	18	6	12	0	контрольный опрос
Модуль 4. Практическое ознакомление с работой УДЛ-2М на контрольных образцах						
	Выделение донного сигнала от твердой пластины (металл, стекло, пластик, керамика, композит).	2	0	2	0	
	Измерение скорости УЗ и толщины пластины.	4	0	4	0	
	Детектирование сигнала от жесткой и мягкой закладки.	4	0	4	0	
	Обнаружение расслоения и трещин.	4	0	4	0	
	Обнаружение пористости	4	0	4	0	
	Итого по модулю	18	0	18	0	контрольный опрос
	Итоговая аттестация					Зачет
	ИТОГО	72	22	38	12	

4. Материально-технические условия реализации программы

При реализации учебной работы по программе повышения квалификации «Неразрушающий контроль материалов с использованием лазерно-ультразвуковых дефектоскопов» используются средства дистанционного сопровождения учебного процесса в форме сайта с материалами для аудиторных и самостоятельных занятий. Аудиторные занятия проходят с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования. Лабораторные работы выполняются с использованием современных лазерно-ультразвуковых дефектоскопов.

5. Учебно-методическое обеспечение программы

Учебно-методические пособия

1. В.Э. Гусев, А.А. Карабутов, Лазерная оптоакустика. Наука, Москва, 1991. 304 с.
2. Крылов В.В. Основы теории излучения и рассеяния звука. – М.: МГУ, 1989.
3. Горюнов А.А., Сасковец А.В.. Обратные задачи рассеяния в акустике. М.: МГУ, 1989.
4. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн, 2-е изд.. – М.: Наука, 1990.
5. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. – М.: Наука, 1984.
6. Шендеров Е.Л. Излучение и рассеяние звука. Л.: Судостроение, 1989.
7. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. – М.: АН СССР, 1957.
8. Акустика в задачах, под ред. Гурбатова С.Н. и Руденко О.В. – М.: Физматлит, 2009.

9. О.В.Руденко, Н.И. Одина. Материаловедение и методы диагностики микро- и наноструктурных материалов. Конспект лекций в электронной форме. 2010..
10. Ч.Пул, Ф. Оуэнс. Нанотехнологии. Москва, Техносфера, 2007.
11. Кайно Г. Акустические волны, Москва, Мир, 1996.
12. Б. Радж, В. Раджендран, П. Паланичами. Применения ультразвука. Москва, Техносфера, 2006.
13. Материаловедение (под ред. Б.Н.Арзамасова, В.И. Макарова, Г.Г. Мухина и др.), Москва, Изд. МГТУ им. Баумана, 2001 (имеется в библиотеке физ. ф-та).
14. Ю.В. Трушин. Физическое материаловедение. С.-Петербург, Наука, 2000 (имеется в библиотеке физ. ф-та).
15. Подымова Н.Б., Карабутов А.А. Мордынский В.Б. Импульсный акустический метод измерения пористости газотермических покрытий с лазерным источником ультразвука.// Упрочняющие технологии и покрытия. – 2011. - №6.-С.43-48.
16. Карабутов А.А., Кошкин В.В., Подольский А.С.Исследование акустоупругого эффекта в металлах лазерно-ультразвуковым методом. – Контроль.Диагностика. – 2008. - №12.- С.22-28.
17. Карабутов А.А., Подымова Н.Б., Черепецкая Е.Б. Измерение зависимости локального модуля Юнга от пористости изотропных композитных материалов импульсным акустическим методом с использованием лазерного источника ультразвука. – Прикладная механика и техническая физика. – 2013. – Т.54.- №3 – С.181-190.

6. Требования к результатам обучения

Итоговая аттестация проходит в форме зачёта с оценкой и состоит из двух частей: зачёт по теоретической части курса и выполнение индивидуального задания по диагностике структуры предлагаемых образцов и составлению заключения, как подтверждение освоения практической части учебной программы. Оценка уровня освоения программы осуществляется аттестационной комиссией по пятибалльной системе.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

•Образцы контрольных вопросов для промежуточной аттестации и итогового зачёта:

1. Несвязанная система уравнений термоупругости и ее решение в одномерном случае.
2. Временные профили и спектры оптико-акустических импульсов продольных волн в случае жесткой и свободной границ в одномерном случае.
3. Особенности генерации сдвиговых волн при термоупругом эффекте, их временные и спектральные характеристики.

•Образцы домашних заданий для самостоятельной работы:

1. Рассчитать характеристики оптико-акустических импульсов продольной волны, возбуждаемой в металле широким оптическим пучком с интенсивностью с гауссовой временной огибающей.
2. Рассчитать модуль Юнга и коэффициент Пуассона в пористом композите по измеренным значениям скоростей продольных и сдвиговых волн при известной плотности.

•Образцы названий индивидуальных заданий:

1. Разработка методики измерения модулей упругости в металле.
2. Разработка методики измерений коэффициентов жесткости в ортотропном композите.

7. Составители программы

Карабутов Александр Алексеевич, д.ф.-м.н, профессор

Черепецкая Елена Борисовна, д.т.н., профессор