

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ имени М.Н. Михеева
Уральского отделения Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
академик РАН

_____ Н.В. Мушников

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Акустический контроль»**
специальность **05.02.11 «Методы контроля и диагностика в
машиностроении»**

Всего учебных часов / зач. ед. – 72 / 2

Всего аудиторных занятий, час. – 18

Всего часов на самостоятельную работу аспиранта, час. – 54

Екатеринбург 2019

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО) по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 15.06.01 Машиностроение (Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 года №881), с изменениями, утвержденными Приказом Минобрнауки России от 30.04.2015 г. №464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»; программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.02.11 «Методы контроля и диагностика в машиностроении», утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 08.10.2007 № 274; паспорта специальности научных работников 05.02.11 «Методы контроля и диагностика в машиностроении»; учебного плана аспирантуры ИФМ.

Составитель рабочей программы
д.ф.-м.н. А.Б. Ринкевич

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ИФМ.
Протокол № 9 от 29.05.2019 г.

Председатель Ученого совета ИФМ, академик РАН

«___»_____2019 г. _____ В.В. Устинов

Согласовано:

зам. директора по научной работе, д.ф.-м.н.

«___»_____2019 г. _____ М.А. Коротин

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В курсе «Акустический контроль» изучаются вопросы, рассматривающие те задачи, которые стоят перед научными работниками в настоящее время. Круг рассматриваемых тем выходит далеко за рамки конкретной тематики аспиранта, заставляет его шире взглянуть на интересы всего мирового научного сообщества, заставляет аспиранта знакомиться с последними публикациями в научной периодике.

Рабочая программа составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО) по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 15.06.01 Машиностроение (Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 года №881), с изменениями, утвержденными Приказом Минобрнауки России от 30.04.2015 г. №464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.02.11 «Методы контроля и диагностика в машиностроении»;
- паспорта специальности научных работников специальности 05.02.11 «Методы контроля и диагностика в машиностроении»;
- учебного плана ИФМ по основной образовательной программе послевузовского профессионального образования (аспирантура) по специальности 05.02.11 «Методы контроля и диагностика в машиностроении».

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Распределение часов учебных занятий

Вид занятий	Количество часов в семестр (первый)	Трудоемкость	
		Час.	Зач. ед.
Лекционные занятия	18	18	0,5
Самостоятельная работа	54	54	1,5
ИТОГО	72	72	2

2.2. Содержание дисциплины

2.2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий

Темы лекционных занятий	Содержание	Объем в часах
Акустический контроль	1. Типы акустических волн, особенности их распространения; акустические свойства сред. 2. Отражение и преломление акустических волн. 3. Классификация методов акустического контроля. 4. Контактные и бесконтактные способы излучения и приема ультразвуковых колебаний. 5. Пьезоэлектрические преобразователи. Типы	12

	пьезоматериалов и их основные технические характеристики. Способы создания акустического контакта. 6. Акустическое поле преобразователя. Ближняя и дальняя зона. Поле фокусирующего преобразователя. 7. Структурная схема эхо-импульсного ультразвукового дефектоскопа. Помехи при эхо-импульсном ультразвуковом контроле и способы борьбы с ними. 8. Чувствительность контроля, максимальная и минимальная глубина прозвучивания, разрешающая способность. 9. Методы отражения, прохождения, комбинированные, свободных и вынужденных колебаний, импедансные. Основные характеристики методов и области их применения. 10. Акустико-эмиссионный метод. Физические основы, регистрируемые параметры, аппаратура, области применения. 11. Акустическая эмиссия при трении поверхностей и механической обработке деталей, в процессе коррозии деталей машин, при механическом нагружении деталей, АЭ контроль процессов термообработки и сварки 12. Способы ультразвукового контроля толщин изделий и покрытий применительно к продукции машиностроения. 13. Способы ультразвукового контроля поверхностных и внутренних дефектов сплошности применительно к продукции машиностроения. 14. Способы ультразвукового контроля структуры и физико-механических свойств материалов. Контроль внутренних напряжений ответственных деталей машиностроения. 15. Вибродиагностика, назначение и решаемые задачи, параметры вибрационных процессов, основные диагностические признаки. Методы и средства вибродиагностики. Принципы измерения вибрации. Вибропреобразователи. Стационарные и портативные системы мониторинга и диагностики. 16. Метрологическое обеспечение акустических средств контроля.	
Обработка экспериментальных результатов	1. Общая схема измерений и обработки их результатов. Интерпретация результатов измерений. Прямая и обратная задачи измерений. Корректные обратные задачи: единственность и стабильность решения. Некорректные задачи измерений. Основы корреляционного и регрессионного анализа. Статистические методы обработки результатов контроля. Оценка достоверности методов контроля. 2. Полезный сигнал и шумы. Аддитивная, мультипликативная и функциональные комбинации сигнала и шумов. Регулярные и случайные сигналы и шумы. Ошибки измерений. Виды ошибок:	6

	инструментальные и алгоритмические; систематические и случайные. 3. Математические модели регулярных сигналов. Функциональное представление и представление в виде рядов. Преобразование Фурье. Спектральное представление регулярных сигналов. 4. Математические модели случайных сигналов. Стационарные и нестационарные случайные процессы. Корреляционная функция и спектральная плотность стационарных процессов. 5. Оценка случайной погрешности прямых измерений. Выявление и исключение промахов из серии измерений. Погрешности косвенных измерений. Нахождение параметров эмпирической зависимости методом наименьших квадратов. 6. Экспертные системы. Нейронные сети.	
	ИТОГО	18

2.2.2. Практические занятия, их наименование, содержание, объем в часах.
Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

2.2.3. Самостоятельная работа аспирантов

Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень заданий для самостоятельной работы (рефераты, доклады, переводы, расчеты, планирование эксперимента и т.п.)	Трудоемкость	
		Час.	Зач.ед.
Тема 1. Акустические волны в конденсированных средах (типы волн, особенности их распространения, акустические свойства сред, отражение, преломление и поглощение акустических волн).	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	10	
Тема 2. Классификация методов акустического контроля (характеристики, области применения).	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	10	
Тема 3. Контактные и бесконтактные способы излучения и приема ультразвуковых колебаний.	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	8	

Тема 4. Методы и аппаратура ультразвуковой дефектоскопии поверхностных и внутренних дефектов в деталях машиностроения	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	6	
Тема 5. Акустико-эмиссионный метод (физические основы, регистрируемые параметры, аппаратура, области применения).	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	6	
Тема 6. Виброметрия	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	6	
Тема 7. Обработка экспериментальных результатов	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	8	
ИТОГО		54	1,5

2.3 Учебно-методические материалы по дисциплине

2.3.1. Основная и дополнительная литература

Основная литература

1. Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник. Под ред. В.В. Клюева. - М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.
2. Методы акустического контроля металлов / Н.П.Алешин, В.Е.Белый, А.Х.Вопилкин и др.: Под ред. Н.П.Алешина. – М.: Машиностроение, 1989. – 456 с.; ил.
3. Неразрушающий контроль. В 5-ти кн. Кн. 5. Интроскопия и автоматизация контроля / В.В.Сухоруков, Э.И.Вайнберг, Р.-Й.Ю.Кажис, А.А.Абакумов. Под ред. В.В.Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1993. – 329 с.
4. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 3: Ультразвуковой контроль / И.Н.Ермолов, Ю.В.Ланге. – М.: Машиностроение, 2004. – 864 с.: ил.
5. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 4: В 3 кн. Кн. 1: Акустическая тензометрия. / В.А.Анисимов, Б.И.Каторгин, А.Н.Куценко и др. Кн. 2: Магнитопорошковый метод контроля / Г.С.Шелихов. Кн. 3: Капиллярный контроль /М.В.Филинов. – М.: Машиностроение, 2004. – 736 с.: ил.

6. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 7: В 2 кн. Кн. 1: В.И.Иванов, И.Э.Власов. Метод акустической эмиссии / Кн. 2: Ф.Я.Балицкий, А.В.Барков, Н.А.Баркова и др. Вибродиагностика. – М.: Машиностроение, 2005. – 829 с.: ил.
7. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 8: В 2 кн. Кн. 1: В.В.Клюев, А.А.Кеткович, В.Ф.Крапивин и др. Экологическая диагностика / Кн. 2: А.В.Ковалев. Антитеррористическая и криминалистическая диагностика. – М.: Машиностроение, 2005. – 789 с.: ил.
8. Янош Л. Теория и практика обработки результатов измерений.— М.: Мир, 1968.
9. Пытьев Б.П. Математические методы интерпретации эксперимента. Учеб. пособие для ВУЗов.—М.: Высш. шк., 1989.
10. Сизиков В.С. Математические методы обработки результатов измерений: Учебник для вузов.— СПб: Политехника, 2001.

Дополнительная литература

1. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики.—М.: Энергия, 1981, 320 с.
2. Колесов С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов. – М.: Высшая школа, 2007. – 535 с.
3. Щербинин В.Е., Костин В.Н. Магнитные методы дефектоскопии и структурного анализа металлов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007, электронное издание.
4. «Эксперт», 1995. – 223 с.
5. Баев А.Р., Коновалов Г.Е., Майоров А.Л.. Магнитные жидкости в технической акустике и неразрушающем контроле.— Мн.: Тэхналогія, 1999.— 300 с.
6. Артемьев В.М., Наумов А.О., Йениш Г.-Р. Реконструкция динамических изображений в томографии процессов. – Мн.: Издательский центр БГУ, 2004.— 167с.
7. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 томах. Т.9.Техническая диагностика / Под ред. В.В.Клюева.— М.:Машиностроение, 1987, 352 с.
8. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов измерений.— М.: Наука, 1970.
9. Лоторейчук Е.А. Теоретические основы электротехники. Иркутск: Инфра-М, 2009. – 320 с.