

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 «**Контроль излучениями**»
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.

Составители рабочей программы:
член-корреспондент РАН В.Е. Щербинин
д.т.н. В.Н. Костин

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 «Контроль излучениями» 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
Радиационный контроль	Природа и взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Классификация радиационных методов контроля (радиографический, радиоскопический, радиометрический), применяемых на предприятиях машиностроения. Источники ионизирующего излучения для неразрушающего контроля. Индикаторы и первичные преобразователи ионизирующего излучения. Радиографический метод контроля. Способы регистрации излучения. Схемы	6

	просвечивания при радиографическом контроле. Оценка чувствительности и качества изображения. Сущность и схемы радиоскопического метода контроля. Сущность радиометрического метода контроля. Радиационная толщинометрия. Радиационный контроль физических свойств материалов. Рентгеновская вычислительная томография ответственных объектов машиностроения. Физические основы дозиметрии ионизирующих излучений. Обеспечение радиационной безопасности на предприятиях машиностроения. Метрологическое обеспечение средств радиационного контроля.	
Радиоволновой, тепловой и электрический виды контроля	1. Распространение радиоволн и взаимодействие их с веществом. Диэлектрические характеристики материалов. Источники и приемники СВЧ-излучения. Физические основы радиоволновых методов контроля. Прохождение, отражение и поляризация СВЧ-волн. Классификация и применение радиоволновых методов для контроля продукции машиностроения. Основные устройства для формирования и обработки СВЧ-сигналов и полей. Индикаторы и преобразователи радиоволнового излучения. Принципы построения аппаратуры радиоволнового контроля. Радиоволновой контроль по прошедшему и отраженному излучению. Методы и средства радиоволновой толщинометрии покрытий и слоев. Методы и средства радиоволновой дефектоскопии. Структурные схемы и применение радиоволновых уровнемеров, влагомеров и подповерхностных локаторов на предприятиях машиностроения. Методы и средства контроля динамических характеристик машин и механизмов. Метрологическое обеспечение средств контроля. Техника безопасности при работе с аппаратурой СВЧ. 2. Природа теплового излучения. Теплофизические характеристики вещества. Основные законы теплопередачи. Способы регистрации тепловых полей. Физические основы тепловых методов контроля. Активные и пассивные тепловые методы. Схемы контроля. Способы и устройства теплового нагружения объектов. Способы регистрации тепловых полей. Характеристики преобразователей теплового излучения. Аппаратура одноточечного теплового контроля. Сканирующие пирометры. Методы визуализации тепловых полей. Тепловизоры. Чувствительность и производительность тепловых методов контроля. Применение тепловых методов для контроля параметров технологических процессов, дефектоскопии и толщинометрии объектов машиностроения. Метрологическое обеспечение средств контроля. 3. Физические основы взаимодействия электрического поля с веществом. Возникновение электрического поля под влиянием внешних воздействий. Физическая сущность и особенности применения в машиностроении емкостного метода контроля. Физическая сущность и особенности применения в машиностроении	6

	электропотенциального метода контроля. Физическая сущность и применение термоэлектрического метода контроля. Термоэлектрическая толщинометрия покрытий. Контроль химсостава деталей, разбраковка сталей по маркам. Физическая сущность и применение электроискрового, трибоэлектрического, электростатического порошкового метода и метода высокочастотной фотографии (метода Кирлиана) для контроля объектов машиностроения. Метрологическое обеспечение 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: 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.	6
	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	Трудоемкость	
		Час.	Зач.ед.

	т.п.)		
Тема 1. Радиационные методы контроля (классификация, источники ионизирующего излучения, индикаторы и первичные преобразователи, области применения).	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	10	
Тема 2. Физические основы, методы и аппаратура дозиметрии ионизирующих излучений.	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	8	
Тема 3. Применение радиоволновых методов для контроля продукции машиностроения (физические основы радиоволновых методов, прохождение, отражение и поляризация СВЧ-волн, классификация методов и области применения).	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	8	
Тема 4. Основные устройства для формирования и регистрации СВЧ-сигналов и полей.	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	6	
Тема 5. Физические основы тепловых методов контроля, активные и пассивные тепловые методы, схемы контроля.	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	6	
Тема 6. Физическая сущность и особенности применения в машиностроении электроемкостного, электропотенциального и термоэлектрического методов контроля.	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины Подготовка доклада.	8	
Тема 7. Обработка экспериментальных результатов.	Анализ научной литературы, периодических научных журналов и электронных источников с учетом содержания дисциплины	8	

	Подготовка доклада.		
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. Технические средства диагностирования / Под ред. В.В.Клюева.– М.: Машиностроение, 1989, 672 с.
3. Неразрушающий контроль. В 5-ти кн. Кн. 4. Контроль излучениями / Б.Н.Епифанцев, Е.А.Гусев, В.И.Матвеев, Ф.Р.Соснин. Под ред. В.В.Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992. – 321 с.
4. 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.
5. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 1: В 2 кн.: Кн. 1: Визуальный и измерительный контроль. Кн. 2: Радиационный контроль. – М.: Машиностроение, 2003. – 560 с.: ил.
6. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. Под общ. ред. В.В.Клюева. Т. 5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль / В.П.Вавилов. Кн. 2: Электрический контроль / К.В.Подмастерьев, Ф.Р.Соснин, С.Ф.Коридорф, Т.И.Ногачева, Е.В.Пахолкин, Л.А.Бондарева, В.Ф.Мужицкий. – М.: Машиностроение, 2004. –679 с.: ил.
7. Кн. 3: Радиоволновой контроль / В.И.Матвеев. – М.: Машиностроение, 2004. – 832 с.: ил.
8. 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.
9. Янош Л. Теория и практика обработки результатов измерений.— М.: Мир, 1968.
10. Пытьев Б.П. Математические методы интерпретации эксперимента. Учеб. пособие для ВУЗов.—М.: Высш. шк., 1989.
11. 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. Лухвич А.А., Каролик А.С., Шарандо В.И. Структурная зависимость термоэлектрических свойств и неразрушающий контроль.—Минск: Навука і тэхніка, 1990. –192 с.
3. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 томах. Т.9.Техническая диагностика / Под ред. В.В.Клюева.– М.:Машиностроение, 1987, 352 с.
4. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов измерений.— М.: Наука,1970.

5. Лоторейчук Е.А. Теоретические основы электротехники. Иркутск: Инфра-М, 2009. – 320 с.