

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**«УДМУРТСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР**  
Уральского отделения Российской академии наук»  
(УдмФИЦ УрО РАН)

Образовательная программа одобрена Объ-  
единенным ученым советом Удмуртского  
федерального исследовательского центра  
УрО РАН  
Протокол № 2 от 11.03 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор УдмФИЦ УрО РАН



М.Ю. Альес

« 11 » 03 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Метрология, первичные преобразователи и приборы  
неразрушающего контроля**

Направление подготовки аспирантов

12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические  
системы и технологии

Квалификация выпускника

Преподаватель. Преподаватель-Исследователь

Форма обучения

ОЧНАЯ

ИЖЕВСК

2020

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлениям подготовки кадров высшей квалификации.

Разработчик программы:

Доктор технических наук

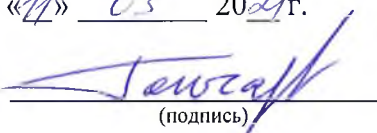


\_\_\_\_\_ С.В. Леньков

Рабочая программа обсуждена и одобрена Объединенным ученым советом Удмуртского федерального исследовательского центра УрО РАН.

Протокол 2 от «11» 03 2024г.

Ученый секретарь

  
(подпись)

О.Ю. Гончаров  
(И.О. Фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора, д.т.н.



А.И. Коршунов 11.03 2024г.

Зав. аспирантурой, к. ф-м. н.



М.Ю. Лебедева 11.03 2024г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий	5
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	6
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	7
8. Образовательные технологии	7
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	8
10. Особенности организации образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	8

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цели специальной дисциплины: обобщить полученные ранее знания и дополнить их сведениями, имеющими как общесистемное, так и частное значение, на основе современных представлений в области метрологии и физической основы работы первичных преобразователей информации и приборов при проведении неразрушающего контроля. Задачи дисциплины: помощь аспирантам в вопросах, системного подхода к выбору первичных преобразователей (датчиков) для средств неразрушающего контроля, а также изучении физических принципов работы электромагнитно-акустических преобразователей при их применении и разработке.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (ОП)

Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

Дисциплина входит в базовую часть Блок 1.1 ОП.

Планируемые результаты обучения по дисциплине – это знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **ЗНАТЬ:**

Современные представления области первичных преобразователей измерения физических величин, теории измерений, моделирования приборов и технических систем неразрушающего контроля, методик анализа и синтеза моделей приборов, конструирования приборов и их компонентов, тенденциям и перспективам развития в области приборостроения, современных методов получения и обработки информации.

### **УМЕТЬ:**

- Обосновывать выбор метода измерения и уметь корректно применять его для решения задач НК.

- Обосновывать выбор различных типов датчиков при проведении контроля.

- Планировать эксперимент с учетом специфичности решаемых задач контроля.

- Выбирать оптимальные способы обработки результатов.

### **ВЛАДЕТЬ:**

- Владеть теоретическими и методологическими основами проектирования, эксплуатации средств неразрушающего контроля и метрологического обеспечения средств измерений.

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной нагрузки	Всего часов
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>288</b>
Аудиторные занятия (всего)	96
В том числе	
Лекции	22
Семинар	74
Контроль самостоятельной деятельности	реферат
Самостоятельная работа (всего)	192

Вид итоговой аттестации (зачет, экзамен)	экзамен
<b>Общая трудоемкость час</b> <b>зач. ед</b>	8

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий**

**4.1. Тематический план лекционного курса**

№	Наименование раздела дисциплины	Кол-во часов	Формируемые компетенции (шифр)
1	Метрология. Обеспечение единства измерений. Система воспроизведения единиц и передачи их размеров рабочим средствам измерений. Эталоны дефектов. Поверочные установки. Стандартные образцы. Поверочные схемы и их обоснование. Калибровка средств измерений. Средства измерений. Исходные (эталонные) средства измерений. Рабочие средства измерений.	4	
2	Измерительные аналоговые и цифровые преобразователи. Первичные преобразователи и их характеристики. Аналого-цифровые преобразователи. Измерение электрических величин. Измерение физико-механических свойств и структуры материалов.	5	
3	Измерения механических величин. Измерительные преобразователи. Методы и средства измерений плотности веществ. Измерение параметров движения. Измерители линейных скоростей. Измерители скоростей вращения. Акселерометры. Виброметры.	2	
4	Акустические датчики и приборы. Пьезоэлектрические ультразвуковые преобразователи. Отражение и преломление волн. Акустическое поле ультразвуковых преобразователей. Акустические методы и средства контроля. Ультразвуковой эхо-метод. Теневой и зеркально-теневой метод.	3	
5	Теплофизические измерения. Тепловые средства и методы контроля.	2	

6	Измерения электрических и магнитных величин Магнитные, электромагнитные и электромагнитно-акустические дефектоскопы.	2	
7	Детекторы ИК, УФ и рентгеновского излучения. Фотоэлектрические преобразователи: приборы с зарядовой связью (ПЗС). Рентгеновская дефектоскопия.	2	
6	Вибрационные методы неразрушающего контроля. Методы и приборы измерения вибрации.	2	

### 4.3. Самостоятельная работа аспирантов

Тематический план самостоятельной работы аспирантов

№	Наименование раздела дисциплины Содержание раздела	Кол-во часов	Форма отчета	Формируемые компетенции (шифр)
1.	Раздел 2. Измерение физико-механических свойств и структуры материалов. Тема реферата «Неразрушающий контроль наноматериалов»	40	Реферат	
2.	Разделы 2 и 3. Методы и средства измерений плотности веществ. Первичные преобразователи и их характеристики. Аналого-цифровые преобразователи. Тема реферата «Датчики применяемые на цифровых нефтяных скважинах»	40	Реферат	
3.	Раздел 7. Детекторы ИК, УФ и рентгеновского излучения. Тема реферата «ИК-спектроскопия в фармацевтическом анализе»	40	Реферат	

Учебно-методические материалы для СРС: Интернет ресурсы. Библиотечные фонды.

1. Научная библиотека УдмФИЦ
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>

### 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает итоговую аттестацию в форме экзамена.

#### *Содержание и структура кандидатского экзамена*

- На кандидатском экзамене аспирант (соискатель) должен продемонстрировать знание:
- метрологического обеспечения методов измерения контролируемых физических величин;
  - первичных преобразователей для измерения физических величин для средств НК;

- экспериментальных методов исследования при проведении неразрушающего контроля;
- методов обработки полученной информации;
- осуществлять системный подход к решению задач определения алгоритмов и методик проведения измерений физических величин и нахождению наилучших средств и методов обработки данных.

## **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Фридман А.Э. Основы метрологии. Современный курс. СПб: НПО «Профессионал», 2008. – 284 с.
2. Фрайден Дж. Современные датчики: справочник / Дж. Фрайден; пер. с англ. Ю. А. Заболотной. – М.: Техносфера, 2006. – 588 с.
3. Шаратов В.М. Датчики/ Техносфера. Москва. 2012. 614 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Харт Х. Введение в измерительную технику [Текст]: учебн. пособие / Х. Харт; перевод с нем. – М.: Мир, 2001. – 391 с.
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е. – СПб: Питер, 2006. – С. 751.
3. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2007.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник/ В.В. Клоев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев и др.; Под ред. В.В. Клоева. 3-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2005.
5. Муравьев В.В., Муравьева О.В. Стрижак В.А. и др. Акустическая тензометрия и структуроскопия железнодорожных колес. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2014 -180с.
6. Бархатов А.Н. Акустика в задачах / А.Н. Бархатов, Н.В. Горская, А.А. Гарюнов, С.Н. Гурбатов и др. ; Под. ред. С.Н. Гурбатова и О.В. Руденко. - 2-е изд. – М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ, 2009.
7. Клаассен К.Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы: учебн. пособие / К. Б. Клаассен; пер. с англ. Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. – Долгопрудный: Издательский дом "Интеллект", 2008. – 350 с.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная библиотека УдмФИЦ
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>

## **8. Образовательные технологии**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

Процесс организации познавательной деятельности студентов, обеспечивающий формирование заявленных компетенций, востребует разнообразия образовательных технологий.

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов-аспирантов используются традиционные технологии обучающего общения,

предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: практическое занятие.

При проведении практических занятий используются: презентации с использованием проектора и ноутбука.

Данные технологии обеспечивают эффективное усвоение предъявляемого материала, так как они способствуют формированию коммуникативных способностей, повышают уровень сформированности УК–4 компетенций.

В реализации программы дисциплины предполагается использование интерактивных форм и методов обучения:

*Групподинамические упражнения.* Строятся по принципу «здесь и сейчас», то есть игроки вживаются в ситуацию и действуют исходя из нее. Главной целью групподинамических упражнений является приобретение их участниками и группой в целом соответствующего опыта решения задач и коллективного взаимодействия. Они ориентированы на тренинг их собственных участников. Участники групповой дискуссии приобретают некоторые навыки коллективного взаимодействия.

*Метод конкретной ситуации.* Главная идея этого подхода состоит в том, что действия студентов должны исходить из конкретной ситуации, учитывать ее важнейшие параметры и их изменения.

*Кейс-стади (case-study).* Кейс-стади представляет собой довольно сжатую во времени деловую игру, использования кейсов при работе со студентами является моделирование типичных коммуникативных ситуаций. Важным достоинством кейс-стади и других деловых игр является то, что они выполняют не только диагностические и познавательные, но и тренинговые функции.

*Работа в малой группе.* Работа в группе из 2-3 человек с моделированием коммуникативных ситуаций.

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Требования к аудитории:

Наличие доски, желательно интерактивной, MP3 проигрыватель, проектор, ПК. Требования к аудиторному оборудованию, в том числе к неспециализированному компьютерному оборудованию и программному обеспечению общего пользования: проектор, ПК. Требования к перечню и объему расходных материалов: MP3 диски, флешки. При изучении дисциплины будут задействованы все исследовательские технические средства лабораторий «Электромагнетизм», «Анализа сигналов и изображений» ФТИ используемые для выполнения бюджетных НИР. Компьютеры с предустановленным программным продуктом (MS Word, Excel, WinPos, MathCad, MatLab) и выходом в Internet.

## **10. Особенности организации образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Реализация дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для адаптации программы освоения дисциплины используются следующие методы:

- для лиц с нарушениями слуха используются методы визуализации информации (презентации, использование компьютера для передачи текстовой информации, интерактивная доска, участие сурдолога и др.)

- для лиц с нарушениями зрения используются такие методы, как увеличение текста и картинки (в программах Windows), программы-синтезаторы речи, в том числе в ЭБС,



звукозаписывающие устройства (диктофоны), компьютеры с соответствующим программно-аппаратным обеспечением и портативные компьютеризированные устройства.

Для маломобильных групп населения имеется необходимое материально-техническое обеспечение (пандусы, оборудованные санитарные комнаты, кнопки вызова персонала, оборудованные аудитории для лекционных и практических занятий), возможно применение ассистивных технологий и средств.

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.), при необходимости выделяется дополнительное время на подготовку и предоставляются необходимые технические средства.