

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Саровский физико-технический институт -**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра технологии специального машиностроения**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

*Декан ФТФ*

\_\_\_\_\_ **А.К. Чернышев**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2023 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы неразрушающего контроля**

Направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Наименование образовательной программы	Конструирование и технология опытного производства Технология машиностроения
Квалификация (степень) выпускника	<i>Бакалавр</i>
Форма обучения	Очная

Программа одобрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2023г.

Зав. кафедрой ТСМ

Д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ **В.Н.Халдеев**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

г. Саров, 2023г.

Программа переутверждена на 202\_/ 202\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ТСМ на 202\_/ 202\_ учебный год  
Заведующий кафедрой ТСМ В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_/ 202\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ТСМ на 202\_/ 202\_ учебный год  
Заведующий кафедрой ТСМ В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_/ 202\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ТСМ на 202\_/ 202\_ учебный год  
Заведующий кафедрой ТСМ В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_/ 202\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ТСМ на 202\_/ 202\_ учебный год  
Заведующий кафедрой ТСМ В.Н. Халдеев

<b>Семестр</b>	<b>В форме практической подготовки</b>	<b>Трудоемкость, кред.</b>	<b>Общий объем курса, час.</b>	<b>Лекции, час.</b>	<b>Практич. занятия, час.</b>	<b>Лаборат. работы, час.</b>	<b>СРС, час.</b>	<b>КР/КП</b>	<b>Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/</b>
6	24	2	72	16	16	8	32	0	зачет
<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>зачет</b>

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина рассматривает методы неразрушающего контроля (НК) как контроля надёжности основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов/узлов, не требующего выведения объекта из работы либо его демонтажа. Целью использования неразрушающего контроля в промышленности является надёжное выявление опасных внутренних дефектов, которые могут привести к разрушению изделия в процессе его эксплуатации. Выбор конкретных методов НК определяется эффективностью обнаружения такого брака.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью дисциплины является формирование у студента научного подхода к практической деятельности применительно к задачам современного машиностроения.

Решаемые задачи:

- Практическое обучение математическому методу обработки результатов измерений физических величин.
- Демонстрация места, физических основ и научных возможностей наиболее распространенных методик неразрушающего контроля при определении качества, точности, надежности технологий и изделий машиностроения;
- Обучение студентов на примерах выполнения лабораторных работ по неразрушающему контролю научному методу проведения исследований;
- Ознакомление студентов с компьютерными программами для проведения инженерных расчетов.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

В основе неразрушающего контроля в России лежит Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 27.07.97 №116-ФЗ. Вопросы безопасности в настоящее время начали занимать главенствующее место в интересах всех государств. Это связано как с громадными отрицательными последствиями из-за брака при производстве и катастрофах, так и с разгулом терроризма. Только на ликвидацию последствий брака в производстве, государства теряют около 10% национального дохода.

Дисциплина «Методы неразрушающего контроля» основывается на совокупности знаний, приобретенных студентами при изучении таких дисциплин как физика, высшая математика, логика, теория вероятностей, математическая статистика, математическое моделирование.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-5 Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	<p>З-ОПК-5 Знать: основные положения и понятия технологии машиностроения, теорию базирования и теорию размерных цепей как средства обеспечения качества изделий машиностроения; причины возникновения погрешностей обработки, методики расчета межоперационных и общих припусков при механической обработке деталей машин</p> <p>У-ОПК-5 Уметь: оценить состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей и использовать на практике технологические решения, обеспечивающие выполнение требований конструкторской документации</p> <p>В-ОПК-5 Владеть: навыками планирования технологий и оценки состояния организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов, посредством технологических решений и расчетов, применительно к точности обработки, размеров деталей машин, точности взаимного расположения поверхностей, а также свойств обработанного поверхностного слоя</p>

#### Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<i>Тип задачи профессиональной деятельности: проектно-конструкторский</i>			
сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования технологических процессов изготовления	системы машиностроительных производств, обеспечивающие подготовку производства, управление ими, метрологическое и	ПК-6 Способен использовать различные методы испытаний физико-механических свойств, контроля технологических	З-ПК-6 Знать: физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов

<p>машиностроительной продукции, средств технологического оснащения, автоматизации и управления; участие в разработке проектов изделий машиностроения с учетом механических, технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров;</p>	<p>техническое обслуживание, безопасность жизнедеятельности, защиту окружающей среды</p>	<p>показателей материалов и готовых машиностроительных изделий  <b>Основание:</b>          Профессиональный стандарт «40.031. Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении»</p>	<p>(нагрева, охлаждения, давления и т.д.), их влияние на структуру, а структуры – на свойства современных металлических и неметаллических материалов; основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций; методы проектных и проверочных расчетов; основные виды изнашивания и методы борьбы с ними; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования          У-ПК-6 Уметь:          оценивать и прогнозировать поведение материала и причин отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; назначать соответствующую заданных структур и свойств, обеспечивающих надежность продукции; выбирать способы восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей деталей машин; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических</p>
---	--	--	---

			показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования В-ПК-6 Владеть: навыками выбора методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий
--	--	--	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			16	16	8	32			
<b>Семестр 6</b>									
<b>1</b>	<b>Тема 1. Неразрушающий контроль (НК) и его место в машиностроении.</b>		<b>4</b>	<b>4</b>		<b>8</b>			
1.1	Статистический контроль качества, точности и надежности.	1, 2	2	2		4			
1.2	Понятие качества, точности и надежности, параметрические и непараметрические статистические критерии.	2, 3	2	2		4	Тест	8	
<b>2</b>	<b>Тема 2. Капиллярный метод контроля.</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			
2.1	Физические принципы, область применения, методика, расходные материалы.	3, 4, 5	2	2	2	4	ЛР	5	
<b>3</b>	<b>Тема 3. Магнитный метод контроля.</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			
3.1	Физические принципы, область применения, методика, расходные материалы	6, 7, 8	2	2	2	4	ЛР	5	
<b>4</b>	<b>Тема 4. Вихретоковый метод контроля.</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			16	16	8	32			
4.1	Физические принципы, область применения, методика.	9, 10, 11	2	2	2	4	ЛР	5	
<b>5</b>	<b>Тема 5. Ультразвуковой контроль</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			
5.1	Типы дефектов. Физические основы метода.	11, 12	2	2		4	ЛР	5	
5.2	Распространение ультразвуковых волн.	13, 14, 15	2	2	2	4	Контр.	9	
<b>6</b>	<b>Тема 6. Методы рентгеновской энергетической спектроскопии</b>		<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>			
6.1	Физические основы, область применения в машиностроении, экологические задачи	16, 17	2	2		4	Тест	8	
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>Зачет</b>				<b>0</b>	<b>0 - 50</b>	
<b>Посещаемость</b>								<b>5</b>	
<b>Итого:</b>								<b>100</b>	

\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

ЛР – протокол по лабораторной работе

Контр. – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

Э/Зач/ЗсО – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	<b>Тема 1. Неразрушающий контроль (НК) и его место в машиностроении.</b>	
1.1	Статистический контроль качества, точности и надежности.	Важность проблемы, задачи и организация НК за рубежом и в России. Измерительный процесс основа НК. Необходимость математического моделирования. Характеристики измеряемой физической величины. Метод максимального правдоподобия.
1.2	Понятие качества, точности и надежности, параметрические и непараметрические статистические критерии.	Понятие качества, точности и надежности, параметрические и непараметрические статистические критерии. Дисперсионный анализ и линейная регрессия.
2	<b>Тема 2. Капиллярный метод контроля.</b>	
2.1	Физические принципы, область применения, методика, расходные материалы.	Физические принципы, область применения, методика, расходные материалы.
3	<b>Тема 3. Магнитный метод контроля.</b>	
3.1	Физические принципы, область применения, методика, расходные материалы	Физические принципы, область применения, методика, расходные материалы.
4	<b>Тема 4. Вихретоковый метод контроля.</b>	
4.1	Физические принципы, область применения, методика.	Физические принципы, область применения, методика.
5	<b>Тема 5. Ультразвуковой контроль</b>	
5.1	Типы дефектов. Физические основы метода.	Типы дефектов. Физические основы метода. Излучение и прием волн, пьезоэлектрические преобразователи.
5.2	Распространение ультразвуковых волн.	Распространение ультразвуковых волн. Типы дефектоскопов, принципы и перспективы ультразвуковой томографии.
6	<b>Тема 6. Методы рентгеновской энергетической спектрометрии</b>	
6.1	Физические основы, область применения в машиностроении, экологические задачи	Методы рентгеновской энергетической спектрометрии.

### Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	<b>Тема 1. Неразрушающий контроль (НК) и его место в машиностроении.</b>	
1.1	Статистический контроль качества, точности и надежности.	Решение задач на метод максимального правдоподобия. Решение задач по определению качества, точности и надежности при использовании параметрических статистических критериев.

1.2	Понятие качества, точности и надежности, параметрические и непараметрические статистические критерии.	Решение задач по применению непараметрических критериев.
2	<b>Тема 2. Капиллярный метод контроля.</b>	
2.1	Физические принципы, область применения, методика, расходные материалы.	Допуск к работе по капиллярному методу.
3	<b>Тема 3. Магнитный метод контроля.</b>	
3.1	Физические принципы, область применения, методика, расходные материалы	Допуск к работе по магнитопорошковому методу.
4	<b>Тема 4. Вихретоковый метод контроля.</b>	
4.1	Физические принципы, область применения, методика.	Допуск к работе по вихретоковому методу.
5	<b>Тема 5. Ультразвуковой контроль</b>	
5.1	Типы дефектов. Физические основы метода.	Допуск к работе по ультразвуковому методу.
5.2	Распространение ультразвуковых волн.	Практическая работа по обоснованию выбора одной из двух конкурирующих гипотез.
6	<b>Тема 6. Методы рентгеновской энергетической спектрометрии</b>	
6.1	Физические основы, область применения в машиностроении, экологические задачи	Защита лабораторных работ

### Лабораторные занятия

№ темы	Наименование лабораторной работы	Содержание
2	<i>Капиллярный метод контроля.</i>	<b>Цель работы:</b> продемонстрировать студентам возможности изучаемого метода. План выполнения работы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• преподаватель предоставляет студентам контрольный образец (эталон), расходные материалы;</li> <li>• студенты проводят контроль эталонного образца и готовят протокол</li> </ul>
3	<i>Магнитный метод контроля.</i>	<b>Цель работы:</b> продемонстрировать студентам возможности изучаемого метода. План выполнения работы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• преподаватель предоставляет студентам контрольный образец (эталон), расходные материалы и намагничивающее устройство;</li> <li>• студенты проводят контроль эталонного образца и готовят протокол.</li> </ul>
4	<i>Вихретоковый метод контроля.</i>	<b>Цель работы:</b> продемонстрировать студентам возможности изучаемого метода.

		План выполнения работы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• преподаватель знакомит студентов с приборами, ставит задачу;</li> <li>• студенты проводят контроль исследуемого образца, готовят протокол.</li> </ul>
5	Ультразвуковой контроль с помощью дефектоскопов УД2-12 и ЕРОСН LTC.	<b>Цель работы:</b> продемонстрировать студентам возможности ультразвукового контроля сварных соединений. <b>План выполнения работы:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• преподаватель знакомит студентов с дефектоскопами;</li> <li>• студенты выполняют необходимые настройки, и проводят контроль качества предложенного сварного соединения, готовят протокол.</li> </ul>

#### 4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Неразрушающий контроль. Справочник. В 8 томах. Под редакцией чл.-корр. РАН В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 2006.
2. Щербицкий В.Г. Технология ультразвукового контроля сварных соединений. Издательство «Тиссо», - М.: 2005.
3. Шелехов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия в рисунках и фотографиях. – М.: Диагностический научно-технический центр «Дефектоскопия», 2002. -324с.
4. Магнитопорошковый метод. Учебное руководство. Международный учебно-научный центр МНПО «Спектр».
5. Капиллярный метод. Учебное руководство. Международный учебно-научный центр МНПО «Спектр».
6. Метод вихревых токов. Учебное руководство. Международный учебно-научный центр МНПО «Спектр».

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

#### 5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
--------------	-------------	---------------------	--------------------------

Неразрушающий контроль (НК) и его место в машиностроении.	ОПК-5	З-ОПК-5 У-ОПК-5 В-ОПК-5	Тест, 3
Капиллярный метод контроля	ПК-6	З-ПК-6 У-ПК-6 В-ПК-6	УО, 5
Магнитный метод контроля			УО, 8
Вихретоковый метод контроля			УО, 11 УО, 12
Ультразвуковой метод контроля			Контр., 15
Методы рентгеновской энергетической спектроскопии			Тест, 17

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 5.2.1 Текущий и итоговый контроль знаний студентов:

- посещаемость лекций;
- активность на занятиях;
- выполнение заданий лабораторных работ;
- протоколы лабораторных работ;
- зачет по предложенным вопросам.

### 5.2.2. Примерные вопросы к экзамену или зачету

Для зачета используются вопросы теста и следующие вопросы по методикам:

1. Капиллярный контроль, физические основы?
2. Капиллярный контроль, методология проведения контроля?
3. Капиллярный контроль, назначение пенетранта, типы пенетрантов?
4. Капиллярный контроль, назначение химических компонентов?
5. Капиллярный контроль, назначение усилителя и очистителя?
6. Капиллярный контроль, техника безопасности?
7. Магнито-порошковый контроль, его основы?
8. Магнито-порошковый контроль, виды магнитных полей?
9. Магнито-порошковый контроль, разновидности способов нанесения порошка?
10. Магнито-порошковый контроль, способы формирования магнитных полей?
11. Магнито-порошковый контроль, методика проведения?
12. Магнито-порошковый контроль, физические принципы формирования магнитных полей?
13. Ультразвуковой контроль, физические принципы?
14. Ультразвуковой контроль, диапазон волн?
15. Ультразвуковой контроль, типы волн?
16. Ультразвуковой контроль, скорости волн?

17. Ультразвуковой контроль, характерные особенности волн в различных по форме объектах контроля?
18. Ультразвуковой контроль, пьезоэлектрический преобразователь?
19. Ультразвуковой контроль, виды дефектов сварных швов?
20. Ультразвуковой контроль, способы ультразвукового зондирования?
21. Ультразвуковой контроль, ослабление волн (децибелы, непёры)?
22. Ультразвуковой контроль, затухание волн?
23. Ультразвуковой контроль, закон синусов?
24. Ультразвуковой контроль, дифракция, интерференция волн?
25. Ультразвуковой контроль, отражение и прохождение волн на границе двух сред, критические углы?
26. Ультразвуковой контроль, диаграмма направленности, зоны Френеля и Фраунгофера?
27. Ультразвуковой контроль, какие параметры и как вводятся при настройке дефектоскопа?
28. Ультразвуковой контроль, дефектоскоп его структура?
29. Вихретоковый контроль, физические основы?
30. Вихретоковый контроль, типы преобразователей?
31. Вихретоковый контроль, характеристики преобразователей?
32. Вихретоковый контроль, влияние контролируемого объекта на преобразователь?
33. Вихретоковый контроль, применение?
34. Рентгеновская спектрометрия. Принципы волновой и энергетической спектрометрии.
35. Рентгеновская энергетическая спектрометрия. Причины, ограничивающие предел обнаружения в рентгеновской энергетической спектрометрии.
36. Рентгеновская энергетическая спектрометрия. Выбор детектора.
37. Рентгеновская энергетическая спектрометрия. Вопросы измерения интенсивностей линий характеристического излучения.
38. Рентгеновская энергетическая спектрометрия. Область применения.
39. Рентгеновская энергетическая спектрометрия. Абсорбционный анализ, принципы.
40. Рентгеновский абсорбционный анализ. Область применения, перспективы.

### 5.2.3 Наименование оценочного средства

№ раздела	Наименование раздела/темы	Формируемые компетенции	Получаемые ЗУНы	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточный контроль - зачет		Общий max балл
				Недели и формы контроля*	max балл	Недели и формы контроля*	max балл	Недели и формы контроля*	max балл	
<b><i>Неразрушающий контроль и его место в машиностроении. Статистический контроль качества, точности и надежности.</i></b>										
1	Задачи и организация неразрушающего контроля НК. Измерительный процесс как основа НК, его моделирование. Основные параметрические и непараметрические критерии при контроле качества, точности и надежности.	Все указанные в паспорте ФОС.	Все указанные в паспорте ФОС.	<b>1-3</b> Активность Посещаемость		<b>6-7</b>  Тест	<b>8</b>			<b>8</b>
<b><i>Методика капиллярного неразрушающего контроля качества.</i></b>										
2	Физические основы, пределы обнаружения, используемые материалы, методика контроля.	Все указанные в паспорте ФОС.	Все указанные в паспорте ФОС.	<b>3-5</b> Активность Посещаемость		<b>9</b> Протокол по ЛР	<b>5</b>			<b>5</b>
<b><i>Методика магнитопорошкового неразрушающего контроля качества.</i></b>										
3	Физические основы, пределы обнаружения дефектов, материалы и методика контроля.	Все указанные в паспорте ФОС.	Все указанные в паспорте ФОС.	<b>6-8</b> Активность Посещаемость		<b>11</b> Протокол по ЛР	<b>5</b>			<b>5</b>
<b><i>Методика вихрекового неразрушающего контроля качества.</i></b>										
4	Физические основы, пределы обнаружения дефектов, материалы	Все указанные в паспорте ФОС.	Все указанные в паспорте ФОС.	<b>9-11</b> Активность Посещаемость		<b>13</b> Протокол по ЛР	<b>5</b>			<b>5</b>

№ раз- дела	Наименование раздела/темы	Формируемые компетенции	Получаемые ЗУНЫ	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточный контроль - зачет		Общий max балл
				Недели и формы контроля*	max балл	Недели и формы контроля*	max балл	Недели и формы контроля*	max балл	
	и методика контроля.									
5	<i>Методика ультразвукового неразрушающего контроля качества.</i>									
	Физические основы, пределы обнаружения дефектов, материалы и методика контроля.	Все указанные в паспорте ФОС.	Все указанные в паспорте ФОС.	<b>12-15</b> Активность Посещаемость		<b>16</b> Протокол по ЛР Контр.	<b>5</b>  <b>9</b>			<b>14</b>
6	<i>Определение элементного состава методиками рентгеновской энергетической спектроскопии</i>									
	Физические основы, аппаратура, пределы обнаружения. Надежность контроля.	Все указанные в паспорте ФОС.	Все указанные в паспорте ФОС.	<b>16-17</b> Активность Посещаемость		<b>17</b> Тест	<b>8</b>	<b>Защита лабораторных работ</b>	<b>50</b>	<b>58</b>
<b>Посещаемость</b>							<b>5</b>			
<b>Итого</b>							<b>50</b>		<b>50</b>	
<b>Всего баллов в соответствии с БРС</b>										<b>100</b>

### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Основная литература:*

7. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Система неразрушающего контроля. Аттестация лабораторий. Сборник документов. – М: ОАО «Промышленная безопасность», 2007.
8. Неразрушающий контроль. Справочник. В 8 томах. Под редакцией чл.-корр. РАН В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2006.
9. Щербицкий В.Г. Технология ультразвукового контроля сварных соединений. Издательство «Тиссо», - М.: 2005.
10. Шелехов Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия в рисунках и фотографиях. – М.: Диагностический научно-технический центр «Дефектоскопия», 2002. -324с.
11. Магнитопорошковый метод. Учебное руководство. Международный учебно-научный центр МНПО «Спектр».
12. Капиллярный метод. Учебное руководство. Международный учебно-научный центр МНПО «Спектр».
13. Метод вихревых токов. Учебное руководство. Международный учебно-научный центр МНПО «Спектр».
14. В.Е. Гмурман. Теория вероятности и математическая статистика – М.: «ООО Высшее образование», 2008.
15. В.Е. Гмурман. Руководство к решению задач по теории вероятности и математической статистике – М., «ООО Высшее образование», 2008.
16. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа (пакеты STATISTIKA и EXCEL). - 2-е издание – М.:ФОРУМ: инфра – М, 2013. -464с.
17. Р. Вольдсет. Прикладная спектрометрия рентгеновского излучения. М.: Атомиздат, 1977.

### *Дополнительная литература:*

Пригодна любая литература по логике, математической статистике и методикам неразрушающего контроля. Наиболее ценные пособия перечислены ниже.

1. З. Брандт. Статистические методы анализа наблюдений. – М.: Мир, 1975 .
2. Р. Шторм. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества. - М.: Мир, 1970.
3. Б.Л. Ван дер Варден. Математическая статистика. – М.: Иностранная литература, 1970.
4. Л. Закс. Статистическое исследование - М., «Статистика», 1976.
5. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Практическое пособие /И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, А.И. Потапов. Под ред. В.В. Сухорукова.-М.: Высш. шк., 1991.-283 с.
6. Й. Крауткрамер, Г. Крауткрамер Ультразвуковой контроль материалов. Справочник. М. «Металлургия», 1991.-752 с.
7. Е.Ф. Кретов Ультразвуковая дефектоскопия в машиностроении. Учебное пособие. Санкт-Петербург. Издательство «Радиоавионика», 1995.-329 с.
8. И.Н. Ермолов, М.И. Ермолов Ультразвуковой контроль. Учебник для специалистов первого и второго уровней квалификации. Издание пятое - М.: 2006 – 208 с.
9. А.Д. Кутасов. Элементы математической логики – М.: Просвещение, 1977.
10. О.П. Исакова, Ю.Ю. Тарасевич, Ю.И. Ю.И. Юзик. Обработка и визуализация данных физических экспериментов с помощью пакета ORIGIN – М: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение включает в себя специально оборудованную лабораторию неразрушающего контроля при Саровском физико-техническом институте НИЯУ МИФИ.

Лаборатория аттестована в России в Единой системе оценки соответствия по четырем методам и шести объектам неразрушающего контроля:

- визуальный и измерительный (ВИК);
- ультразвуковой (УК);
- магнитный (МК);
- проникающими веществами: капиллярный (ПВК).

Объекты контроля:

- объекты котлонадзора
- системы газоснабжения (газораспределения)
- подъемные сооружения
- оборудование нефтяной и газовой промышленности
- оборудование металлургической промышленности
- оборудование взрывопожароопасных и химически опасных производств

Лаборатория укомплектована оборудованием, наиболее часто используемым на предприятиях ЯОК.

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Выбор образовательных технологий определяется спецификой курса. Это с одной стороны глубокое практическое освоение методов математической статистики для производственной и научной деятельности, с другой стороны это информационная подготовка о современных технических возможностях использования законов физики для задач контроля качества, точности и надежности изделий и технологий.

Основные применяемые образовательные технологии позволяют реализовать принципы современного этапа модернизации профессионального образования:

1. Компетентностно-деятельностный подход, который предполагает освоение студентами необходимого объема информации в процессе активной деятельности и приобретение ими в результате такой деятельности определенных компетенций, определяемых как готовность студента к их применению в процессе будущей профессиональной деятельности.

2. Использование самостоятельной работы студентов в области оценки надежности и правильности совершаемых ими профессиональных выводов (решений), как основной обоснованной формы организации мышления единственно способного сформировать путь познания истины. Эта образовательная технология имеет особое значение, поскольку формирует духовность инженера, при неправильности которой все цели и задачи научно-технического прогресса ставятся неверно.

3. Предварительное изучение базовых тем, способствующих формированию у студента направления самостоятельной работы;

4. Применение индивидуально-ориентированного подхода к организации контроля любых указаний на возможность отсутствия в них компетентности.

5. Применение в образовательном процессе методов активизации образовательной деятельности, таких как:

- методы IT – изучение требуемого теоретического материала с применением компьютеров и доступом к Интернет-ресурсам.
- работа в команде при условии специальной организации совместной деятельности студентов в группах.
- контекстное обучение – мотивация студентов к освоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.
- обучение на основе собственного опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации его личного опыта с предметом изучения.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Все методы НК основаны на математической обработке результатов измерений. Владение и умение пользоваться этими методами начинается со знаний математической статистики и закрепляется на практике и лабораторных работах. Все три требования курса (знать, уметь, владеть) это первостепенные требования к любой практической исследовательской работе. По этой причине каждая лабораторная работа должна рассматриваться преподавателем и студентом как небольшая УИРС. Протокол по такой работе, как и выпускная квалификационная работа, - это результат научного исследования, поэтому следует обращать внимание на обязательное содержание в нем обоснования сделанных выводов, что должно отражаться в тексте присутствием таких выражений как надежность или доверительная вероятность изделий или технологий.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы): доцент кафедры ТСМ

В.В. Чулков

Рецензент(ы):