

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Посова»



Директор ИГиС  
Ю. Мезин

19.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАГНИТНЫЙ И ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ***

Направление подготовки (специальность)  
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы  
Интеллектуальные системы перазрушающего контроля

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3, 4

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
02.02.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГиС  
19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель  И.Ю. Мезлин

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры Физики,

 Н.И. Миннеева

Рецензент:  
зав. кафедрой ИМиИ, д-р техн. наук

 Ю.А. Извеков

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.М. Долгушин

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются формирование способностей к осуществлению подготовки контролируемого объекта и средств контроля к выполнению неразрушающего контроля, а также к выполнению магнитного и вихретокового контроля контролируемого объекта.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Магнитный и вихретоковый контроль входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Материаловедение

Физические основы получения информации

Физика конденсированного состояния

Моделирование в среде MatLab

Информатика и основы программирования

Физика

Введение в методы контроля и диагностики

Математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная – эксплуатационная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Проектная деятельность

Производственная – преддипломная практика

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Магнитный и вихретоковый контроль» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен осуществлять подготовку контролируемого объекта и средств контроля к выполнению НК
ПК-1.1	Оценивает условия контроля, состояние контролируемого объекта и средств контроля согласно требований нормативно-технической документации
ПК-1.2	Осуществляет настройку и оценку параметров неразрушающего контроля с соблюдением требований охраны труда
ПК-3	Способен выполнять магнитный контроль контролируемого объекта
ПК-3.1	Проводит магнитный контроль согласно составленной технологической карте
ПК-3.2	Осуществляет оценку качества контролируемого объекта
ПК-6	Способен выполнять вихретоковый контроль контролируемого объекта
ПК-6.1	Проводит вихретоковый контроль согласно составленной технологической карте
ПК-6.2	Осуществляет оценку качества контролируемого объекта согласно нормативно-технической документации

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 25,6 акад. часов;
- аудиторная – 22 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 321,8 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - зачет с оценкой, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Физические основы магнитных методов контроля								
1.1 Описание магнитных явлений в вакууме и в веществе. Магнитные поля рассеяния.	3	2	2		19	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 1, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа №1, отчёт по лабораторной работе "Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетика"	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2	2		19			
2. Первичные преобразователи магнитных								

2.1 Индукционные, гальваномагнитные, феррозондовые преобразователи, магниторезисторы и прочие полупроводниковые преобразователи.	3	0,5	1,5		20	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы выполнение контрольной работы № 1, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчёта по лабораторной работе, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа №1, отчёт по лабораторной работе "Изучение работы прибора Ф-205.30А и проведение феррозондового контроля"	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		0,5	1,5		20			
3. Магнитная дефектоскопия								
3.1 Магнитопорошковая дефектоскопия	3	1	3		19	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 1, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа №1, отчёт по лабораторной работе "Магнитопорошковая дефектоскопия"	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.2
3.2 Магнитографическая и феррозондовая дефектоскопия.		0,5	1,5		19	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 1, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа №1, отчёт по лабораторной работе "Изучение работы прибора Ф-205.30А и проведение феррозондового контроля"	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2

3.3 Дефектоскопы и магнитные средства технической диагностики специального назначения				12,4	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 1, подготовка к итоговой аттестации, подготовка реферата	контрольная работа №1, реферат	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		1,5	4,5	50,4			
4. Магнитная и структуроскопия							
4.1 Влияние структурных факторов на процессы намагничивания и перемагничивания материалов	3			18	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 1, подготовка реферата, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа № 1, реферат	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2
4.2 Магнитные методы и приборы фазового анализа				18	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 1, подготовка реферата, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа № 1, реферат	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2
4.3 Диагностика механических напряжений по коэрцитивной силе				18	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 1, подготовка реферата, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа № 1, реферат	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2

4.4	Магнитная толщинометрия				20	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 1, подготовка реферата, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа № 1, реферат	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу					74			
5. Зачёт с оценкой								
5.1	Зачёт с оценкой	3				проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к итоговой аттестации	Зачёт с оценкой	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу								
Итого за семестр		4	8		163,4		зао	
6. Физические основы вихретокового контроля								
6.1	Общая характеристика вихретоковых методов контроля и основные уравнения, описывающие электромагнитные процессы при контроле вихретоковыми методами	4	1		18	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 2, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа № 2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2
Итого по разделу		1			18			
7. Контроль с помощью проходных преобразователей								
7.1	Контроль цилиндрических изделий проходным ВТП с однородным магнитным полем	4	1		10	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 2 подготовка к итоговой аттестации, подготовка реферата	контрольная работа №2, реферат	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2



7.2	Контроль цилиндрических изделий проходным ВТП с неоднородным магнитным полем				10	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к итоговой аттестации, подготовка реферата	контрольная работа № 2, реферат	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		1			20			
8. Контроль с помощью накладных преобразователей								
8.1	Накладной преобразователь над проводящим полупространством	1	3		20	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 2, подготовка к выполнению лабораторных работ, формирование отчётов по лабораторным работам, подготовка к итоговой аттестации	контрольная работа № 2, лабораторные работы: "Изучение работы вихретокового дефектоскопа ВИТ-4", "Изучение работы вихретокового дефектоскопа Константа ВД-1"	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2
8.2	Контроль листов и многослойных объектов	4	1		20	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 2, подготовка к выполнению лабораторных работ, формирование отчета по лабораторным работам, подготовка к итоговой аттестации, подготовка реферата	контрольная работа № 2, лабораторные работы: "Изучение работы вихретокового дефектоскопа ВИТ-4", "Изучение работы вихретокового дефектоскопа Константа ВД-1", реферат	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2
Итого по разделу		1	4		40			
9. Вихретоковая дефектоскопия и контроль физико-механических параметров								

9.1 Чувствительность преобразователей к дефектам и методы выделения полезной информации. Отстройка от мешающих факторов		1	2		20	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 2, подготовка к выполнению лабораторных работ, формирование отчета по лабораторным работам, подготовка к итоговой аттестации, подготовка реферата	контрольная работа № 2, лабораторные работы: "Изучение работы вихретокового дефектоскопа ВИТ-4", "Изучение работы вихретокового дефектоскопа Константа ВД-1", реферат	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2
9.2 Вихретоковая толщинометрия и структуроскопия	4				20	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 2, подготовка к итоговой аттестации, подготовка реферата	контрольная работа № 2, реферат	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2
9.3 Особенности контроля ферромагнитных изделий					20	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 2, подготовка к итоговой аттестации, подготовка реферата	контрольная работа № 2, реферат	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2
Итого по разделу		1	2		60			
10. Основы конструирования приборов вихретокового контроля								
10.1 Основные структурные схемы приборов и конструирование первичных преобразователей	4				20,4	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, выполнение контрольной работы № 2, подготовка к итоговой аттестации, подготовка реферата	контрольная работа № 2, реферат	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2

Итого по разделу					20,4		
11. Экзамен							
11.1 Экзамен по магнитному вихретоковому контролю	и 4					проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к итоговой аттестации	Экзамен  ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-6.1, ПК-6.2
Итого по разделу							
Итого за семестр		4	6		158,4		экзамен
Итого по дисциплине		8	14		321,8		зачет с оценкой, экзамен

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Магнитный и вихретоковый контроль» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Используются следующие виды лекций:

вводная лекция – в начале курса и в начале каждого семестра (вводный блок в составе лекции);

лекция-информация – в этой форме излагается основная часть материала;

обзорная лекция – в заключительной части изучения дисциплины, посвященной современной физической картине мира, а также при систематизации и обобщении отдельных разделов;

проблемная лекция – используется как элемент в составе лекции, когда перед студентами ставится некоторая проблема и предлагается найти подходы и пути к ее решению;

лекция-конференция – научно-практическое занятие с системой докладов на заданные темы, подготовленных студентами.

лекция-визуализация – лекции с применением физических демонстраций с объяснением происходящих явлений, а также компьютерных симуляций и учебных фильмов.

Все виды лекций проводятся с использованием мультимедийного оборудования.

В ходе семинарских (лабораторных) занятий, кроме традиционного объяснения преподавателем у доски, используется опережающая самостоятельная работа студентов, когда им заранее раздаются отдельные задачи, в которых они должны разобраться самостоятельно и объяснить их решение группе. Кроме того, практикуется проблемное обучение, развивающее исследовательские навыки студентов и позволяющее им под руководством преподавателя найти пути решения задачи или проблемы.

Семинарские занятия включают в себя такие методы обучения, как учебная дискуссия, в ходе которой студенты излагают свое мнение и обмениваются взглядами на проблему, эвристическая беседа, стимулирующая коллективное мышление и совместный поиск ответа на сформулированный вопрос или задачу, а также индивидуальное обучение, когда студентам выдаются задания с учетом их индивидуальных особенностей.

При проведении лабораторных занятий практикуется работа в команде (2-4 человека) и использование ИТ-методов для обработки результатов лабораторных работ.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Новиков, В. Ф. Физические основы методов неразрушающего контроля качества изделий : учебное пособие / В. Ф. Новиков. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2018. — 105 с. — ISBN 978-5-9961-1916-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138251> (дата обращения: 19.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бобров, А. Л. Основы вихретокового неразрушающего контроля : учебное пособие / А. Л. Бобров, К. В. Власов, Е. В. Лесных ; под редакцией А. Л. Боброва. — Новосибирск : СГУПС, 2022. — 123 с. — ISBN 978-5-00148-238-3. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/270860> (дата обращения: 19.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Бакунов А.С. Магнитный контроль [Текст] : учебное пособие /Э.С.Гаркунов, В.Е.Щербинин; под общ. ред. В. В. Клюева ; РОНКТД. - М. : Спектр, 2011. – 192 с. : ил., диагр., схемы, табл. - (Диагностика безопасности). - ISBN 978-5-904270-56-8

2. Клюев С. В. Комбинированные методы вихретокового, магнитного и электропотенциального контроля. Библиография неразрушающего контроля [Текст] : учебное пособие / С. В. Клюев, П. Н. Шкатов ; под общ. ред. В. В. Клюева ; РОНКТД. - М. : Спектр, 2011. - 190 с. : ил., схемы, табл. - (Диагностика безопасности). - ISBN 978-5-904270-79-7

#### **в) Методические указания:**

1. Магнитные и вихретоковые методы контроля и приборы : практикум / М. Б. Аркулис, Н. И. Мишенева, И. В. Рыскужина, И. Ю. Богачева ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - 2-е изд. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20661>. - Текст : электронный.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>

#### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория неразрушающего контроля:

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Установка для определения коэрцитивной силы.
2. Магнитопорошковый дефектоскоп ПМД -70 в комплекте.
3. Прибор для измерения индукции магнитного поля Ш 1-8.
4. Измеритель напряженности магнитного поля на эффекте Холла.
5. Образцы для определения чувствительности.
6. Комплект дефектоскопических материалов по МПД.
7. Прибор магнитоизмерительный феррозондовый Ф-205.30А
8. Электромагнит У6 230v; 50Hz(001Y020)
9. Магнитометр ИМАГ-400Ц
10. Дефектоскоп на постоянных магнитах УниМАГ-01
11. Набор для МП контроля МРУ-Р Кі
12. Комплект для визуально-измерительного контроля КВК-1П
13. Лупа измерительная ЛИ-(3x10)
14. Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05
15. Набор радиусных шаблонов №1, №3
16. Набор щупов №4 (0,1....1) мм
17. Угольник металлический слесарный 160\*100мм
18. Линейка металлическая Л-300(300мм)
19. Дефектоскоп вихретоковый «Константа ВД-1»;
20. Дефектоскоп вихретоковый «ВИТ-4»;
21. Набор стандартных образцов для вихретокового контроля

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Интерактивная доска, проектор;

Доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-методической документации, стеллажи и сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта оборудования.

## **Приложение 1**

### **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Магнитный и вихретоковый контроль» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает обработку результатов экспериментальных данных лабораторных работ и представление рефератов по заранее обозначенным темам.

#### ***Перечень лабораторных работ***

1. Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетика
2. Магнитопорошковый контроль изделий из стали
3. Изучение работы феррозондового дефектоскопа Ф-205А
4. Изучение работы вихретокового дефектоскопа ВИТ-4»
5. Изучение работы вихретокового дефектоскопа Константа ВД-1

#### ***Примерный перечень тем рефератов***

1. Полупроводниковые преобразователи магнитных полей специального назначения
  2. Дефектоскопы для контроля состояния стенок трубопроводов и резервуаров
  3. Магнитные средства технической диагностики магистральных трубопроводов
  4. Магнитная и вихретоковая дефектоскопия поверхностей сложного профиля
  5. Фазовый состав, структура и магнитные свойства сталей, подвергнутых различной термообработке
  6. Современные приборы контроля структуры и механических характеристик изделий магнитными методами
  7. Диагностика механических напряжений магнитными методами неразрушающего контроля
  8. ВТП для исследования многослойных конструкций с переходом «металл-диэлектрик»
  9. Многоэлементные ВТП
  10. Контроль дефектов в композитных материалах вихретоковым методом
  11. Контроль резьб вихретоковым методом
  12. Проблемы и перспективы сканирующего вихретокового контроля
  13. Обнаружение коррозионных процессов вихретоковым методом контроля
  14. Контроль сварных соединений вихретоковым методом
  15. Вихретоковая толщинометрия непроводящих покрытий
  16. Вихретоковый анализ состава дисперсных сред
  17. ВТП для контроля геометрических параметров изделий
  18. Вихретоковый контроль слабоферромагнитных и ферромагнитных жидких сред
  19. Вихретоковый контроль структурного состояния, твердости и износостойкости изделий
  20. Интеллектуальные вихретоковые системы
  21. Вихретоковая интроскопия
- Тема доклада может быть предложены сами обучающимся.

#### ***Примерные варианты внеаудиторных контрольных работ***

##### **Контрольная работа № 1**

1. Линии магнитной индукции – это линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора:

- а) магнитного момента;
  - б) напряженности магнитного поля;
  - в) индукции магнитного поля.
2. Какое из утверждений верно?
- а) линии магнитной индукции всегда замкнуты и в нелинейном поле могут пересекаться;
  - б) Линии магнитной индукции всегда замкнуты и охватывают проводники с токами или постоянные магниты;
  - в) линии магнитной индукции могут быть разомкнуты вокруг постоянных магнитов
3. Какой величиной является магнитная индукция?
- а) векторной;
  - б) скалярной;
  - в) может быть и векторной и скалярной
4. Какой величиной является собственная намагниченность материала?
- а) векторной;
  - б) скалярной;
  - в) может быть и векторной и скалярной
5. Какой знак имеет магнитная восприимчивость диамагнетиков?
- а) положительный;
  - б) отрицательный;
  - в) не имеет знака
6. Какой знак имеет магнитная восприимчивость парамагнетиков?
- а) положительный;
  - б) отрицательный;
  - в) не имеет знака
7. К какой группе материалов относится ферромагнетик с коэрцитивной силой 3000 А/м?
- а) магнитотвёрдые материалы;
  - б) магнитомягкие материалы.
8. Какова напряженность поля на торце длинного соленоида?
- а) в три раза меньше, чем в центре;
  - б) такая же, как в центре;
  - в) в два раза меньше, чем в центре;
9. Какие из нижеперечисленных металлов могут быть проконтролированы магнитными методами?
- а) ферромагнитные материалы;
  - б) алюминий;
  - в) медь
10. остаточная индукция ферромагнетиков измеряется на предельной петле гистерезиса при:
- а) нулевом магнитном потоке;
  - б) нулевой напряженности магнитного поля;
  - в) при максимальной магнитной проницаемости
11. Измерение остаточной индукции и коэрцитивной силы ферромагнетиков производится на:
- а) первоначальной кривой намагничивания;
  - б) основной кривой намагничивания;
  - в) предельной петле гистерезиса;
12. Напряженность магнитного поля внутри катушки определяется:
- а) током, который протекает через катушку;
  - б) диаметром катушки;
  - в) числом витков катушки;
  - г) всеми перечисленными факторами
13. Если на контролируемое изделие воздействуют два магнитных поля различного направления, то напряжённость результирующего поля будет равна:



- а) арифметической сумме напряженностей полей;
  - б) разности полей;
  - в) векторной сумме напряженностей полей
14. Свойство магнитного металла сохранять или удерживать магнитное поле после снятия намагничивающей силы называется:
- а) точкой насыщения;
  - б) остаточной намагниченностью;
  - в) диамагнетизмом;
15. Укажите единицу измерения напряженности магнитного поля:
- а) Генри (Гн);
  - б) Ампер на метр (А/м);
  - в) Тесла (Тл);
  - г) Вебер (Вб)
16. Укажите единицу измерения абсолютной магнитной проницаемости:
- а) Тесла на метр (Тл/м);
  - б) Генри на квадратный метр (Гн/м<sup>2</sup>);
  - в) Генри на метр (Гн/м)
17. напряженность магнитного поля при удалении от проводника с электрическим током:
- а) уменьшается;
  - б) увеличивается;
  - в) остается неизменной
18. Размагничивание ферромагнетиков можно осуществить:
- а) постоянным током;
  - б) знакопеременным убывающим током;
  - в) однополярным импульсным током
19. Составляющая напряженности магнитного поля, направленная перпендикулярно поверхности объекта в зоне контроля это:
- а) остаточное магнитное поле;
  - б) нормальная составляющая напряженности магнитного поля;
  - в) поле рассеяния дефекта; поле рассеяния;
  - г) тангенциальная составляющая напряженности магнитного поля.
20. Магнитный поток определяется выражением:
- а)  $BS$ ;
  - б)  $BScos\alpha$ ;
  - в)  $Bcos\alpha/S$
21. Укажите несплошности, которые могут быть обнаружены в деталях, бывших в эксплуатации:
1. горячие разрывы;
  2. усталостные трещины;
  3. трещины и разрывы;
  4. усадочные раковины.
22. Чем ближе несплошность к поверхности контролируемого изделия, тем:
1. четче индикации, полученные с помощью магнитных частиц;
  2. не четче индикации, полученные с помощью магнитных частиц.
  3. она менее вероятна, как источник усталостного разрушения.
23. При контроле магнитными методами в случае, когда направление дефектов неизвестно, изделие должно намагничиваться, как минимум:
1. в одном направлении;
  2. двух направлениях;
  3. в трех направлениях;
  4. в четырех направлениях.
24. Намагничивание с помощью соленоида протяженных деталей следует использовать для выявления;

1. продольных трещин;
  2. поперечных трещин;
  3. трещин различного направления;
  4. дефектов сварных швов.
25. При каком способе намагничивания электрический ток пропускается непосредственно через изделие, создавая магнитное поле, перпендикулярное направлению тока?
1. продольное намагничивание;
  2. намагничивание с помощью электроконтактов;
  3. намагничивание с помощью центрального проводника;
  4. все рассмотренные выше способы;
26. Какая группа материалов может контролироваться магнитопорошковым методом?
1. диамагнетики;
  2. сплавы;
  3. ферромагнетики;
  4. сплавы на основе никеля.
27. Как называется вид намагничивания, при котором силовые линии магнитного поля пересекают изделие в направлении, совпадающем с его продольной осью?
1. циркулярное;
  2. продольное;
  3. поперечное;
  4. однородное.
28. Как называется способ магнитопорошкового контроля, использующий взвешенные в жидком носителе (воде или масле) ферромагнитные частицы?
1. способ магнитной суспензии;
  2. сухой способ;
  3. мокрый способ;
  4. масляный способ.
29. Как называется способ магнитопорошкового контроля, при котором изделие сначала намагничивается, затем на него наносятся ферромагнитные частицы?
1. способ приложенного поля;
  2. способ остаточной намагниченности;
  3. способ магнитной суспензии;
  4. сухой способ.
30. Каким образом должно быть ориентировано намагничивающее поле по отношению к направлению подлежащих выявлению дефектов?
1. параллельно;
  2. под углом  $90 \pm 30^\circ$ ;
  3. под углом  $30^\circ$ .
31. Какой из способов магнитопорошкового контроля имеет наибольшую чувствительность?
1. способ приложенного поля;
  2. способ остаточной намагниченности.
32. Какой из приведенных способов не относится к полюсному намагничиванию?
1. намагничивание с помощью соленоида;
  2. намагничивание с помощью тороидальной обмотки;
  3. намагничивание перемещением полюса магнита по детали;
  4. намагничивание в замкнутой цепи электромагнита.
33. Магнитные поля не размагниченных деталей не могут:
1. вызвать сбой работы незащищенных устройств автоматики;
  2. ухудшить механические свойства материала контролируемых деталей;
  3. вызвать заклинивание золотниковых механизмов;
  4. привести к дефектам сварных швов, при сварке.
34. Магнитографический метод основан на регистрации:

1. нормальной составляющей вектора напряженности магнитного поля над дефектами;
  2. тангенциальной составляющей вектора напряженности магнитного поля над дефектами;
  3. электродвижущей силы, индуцируемой магнитным полем рассеяния дефекта в измерительной катушке.
35. Какие из перечисленных металлов не обладают ферромагнитными свойствами?
1. железо;
  2. никель;
  3. хром.
36. Магнитные структуроскопы — это приборы, предназначенные для контроля:
1. напряженного состояния объектов;
  2. механических свойств объектов;
  3. структуры материала объектов;
  4. верны ответы 1, 2, 3.
37. Характеристика, определяющая магнитное состояние ферромагнитного материала, при котором не происходит увеличения его магнитной индукции при увеличении напряженности намагничивающего поля, называется:
1. магнитной проницаемостью;
  2. коэрцитивной силой;
  3. индукцией насыщения;
  4. остаточной индукцией.
38. Информативные параметры, используемые в магнитной структуроскопии:
1. коэрцитивная сила;
  2. остаточная намагниченность;
  3. магнитная проницаемость;
  4. магнитные шумы
  5. все перечисленные варианты
39. Как изменяется глубина проникновения электромагнитного поля вглубь ферромагнетика при уменьшении электропроводности материала?
1. Увеличивается;
  2. Уменьшается;
  3. Не зависит от электропроводности
40. Остаточная индукция ферромагнетиков измеряется на предельной петле гистерезиса при:
1. нулевом магнитном потоке;
  2. нулевой напряженности магнитного поля;
  3. при максимальной магнитной проницаемости
41. Влияние размагничивающего фактора выражается в том, что:
1. снижается магнитная проницаемость;
  2. снижается коэрцитивная сила материала;
  3. снижается напряженность поля на поверхности контролируемой детали
42. Свойство магнитного материала сохранять и удерживать магнитное поле после снятия намагничивающей силы называется:
1. точкой насыщения;
  2. остаточной намагниченностью;
  3. диамагнетизмом;
  4. биполярным магнетизмом
43. Укажите мешающие факторы при магнитной толщинометрии:
1. шероховатость поверхности;
  2. кривизна поверхности объекта контроля;
  3. локальное изменение магнитных свойств материала объекта контроля
  4. все перечисленные факторы
44. Изменение величины скачков Баркгаузена в деталях из ферромагнитных сплавов происходит:

1. при изменении напряженности магнитного поля;
  2. при механической нагрузке;
  3. при нагреве;
  4. верны все перечисленные ответы
45. Магнитные структуроскопы – это приборы, предназначенные для контроля:
1. напряженного состояния объектов;
  2. механических свойств объектов;
  3. структуры материала объекта;
  4. верны все ответы
46. Согласно ГОСТ 56512-2015 магнитный материал с коэрцитивной силой по индукции не менее 4кА/м это:
1. магнитный порошок;
  2. магнитомягкий материал;
  3. люминесцентный магнитный порошок;
  4. магнитотвердый материал
47. Согласно ГОСТ 56512-2015 объекты с немагнитными покрытиями суммарной толщиной до ... мкм могут быть проконтролированы без существенного уменьшения чувствительности контроля
1. 40-50;
  2. 60;
  3. 90;
  4. 100-120

### Контрольная работа № 2

1. Электропроводность ферромагнитных материалов зависит от:
  - а) напряженности окружающего магнитного поля;
  - б) температуры объекта;
  - в) твердости объекта;
  - г) все ответы верны.
2. Какая кривая соответствует зависимости магнитной проницаемости стали от напряженности магнитного поля (рис. 1)?

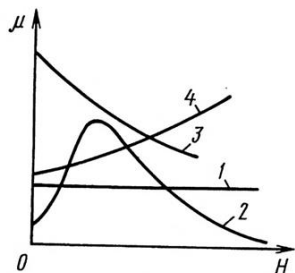


Рис. 1

- а) кривая 1;
- б) кривая 2;
- в) кривая 3;
- г) кривая 4.

3. По типу преобразования параметров объекта контроля в выходной сигнал ВТП подразделяются на:
  - а) абсолютные и дифференциальные;
  - б) параметрические и трансформаторные;
  - в) проходные и накладные;
  - г) погружные и экранные;
  - д) верны ответы 3 и 4.
4. Магнитное поле вне ВТП в виде катушек с переменным током при помещении ее в электропроводящем корпусе:
  - а) усилится;
  - б) ослабится;
  - в) не изменится;
  - г) возможно 1 или 2, в зависимости от частоты тока

5. Вносимое напряжение вихревого преобразователя это приращение напряжения на выводах измерительной обмотки при:
- нахождении его вдали от объекта контроля;
  - внесении в его электромагнитное поле объекта контроля;
  - внесении в его электромагнитное поле дефекта объекта контроля;
  - внесении в его электромагнитное поле эталонного образца.
6. Как надо изменить количество витков плоской катушки, чтобы ее индуктивность уменьшилась в 4 раза:
- увеличить в 2 раза;
  - уменьшить в 4 раза;
  - увеличить в 4 раза;
  - уменьшить в 2 раза.
7. Чему равно напряжение на катушке с активным сопротивлением 3 Ом, индуктивным сопротивлением 4 Ом, если по ней пропустить переменный ток 2 А?
- 14,0 В;
  - 8,0 В;
  - 10,0 В;
  - 5,0 В.
8. Какой из изображенных на рис.3 преобразователей соответствует:

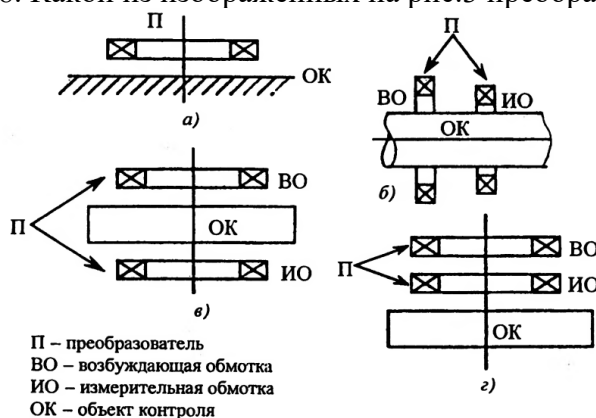


Рис. 3

- проходному;
- трансформаторному накладному;
- экранному накладному;
- параметрическому накладному

9. Значение коэффициента заполнения трансформаторного проходного ВТП с радиусами возбуждающей обмотки  $R_B = 3$  мм и измерительной обмотки  $R_{и} = 4$  мм при контроле проволоки  $R = 1,5$  мм равно:
- 0,75;
  - 0,5;
  - 0,375;
  - 0,25.
10. Если удельная электрическая проводимость объекта контроля уменьшится, то плотность вихревых токов в ОК:
- увеличится;
  - уменьшится;
  - останется неизменной;
  - может увеличиться или уменьшиться.
11. Чему равна глубина проникновения плоской волны электромагнитного поля в медную пластину ( $\sigma = 57$  МСм/м) на частоте 10 кГц:
- 0,1 мм;
  - 0,2 мм;
  - 0,66 мм;
  - 6,6 мм
12. Как изменится напряжение измерительной обмотки накладного абсолютного ВТП, если его приблизить к ферромагнитному электропроводящему листу?

- 1) уменьшится;
- 2) увеличится;
- 3) не изменится;
- 4) может уменьшиться, а может увеличиться

13. Закон электромагнитной индукции определяется формулой:

$$\text{а) } e = -\frac{dB}{dt};$$

$$\text{в) } e = -W \frac{di}{dt};$$

$$\text{б) } e = -W \frac{dB}{dt};$$

$$\text{г) } e = -\frac{d\Phi}{dt};$$

где  $B$  - магнитная индукция;  $W$  - число витков контура;  $I$  - ток в контуре;  $\Phi$  - магнитный поток.

14. Найти комплексные токи соответствующие синусоидальным функциям времени и комплексные действующие значения токов:

- а)  $i = 10 \cdot \sin(100t)$ ,
- б)  $i = 10 \sin(100t + \pi/4)$ ,
- в)  $i = 10 \sin(100t + 3\pi/4)$ ,

15. Приведите классификацию ВТП по расположению относительно объекта контроля (с пояснениями).

2. Наибольшую чувствительность к локальным дефектам имеют ВТП:

- а) внешние проходные;
- б) внутренние проходные;
- в) экранные проходные;
- г) накладные.

16. К каким параметрам трубы внешний проходной ВТП имеет наибольшую чувствительность?

- а) к изменениям удельной электропроводности;
- б) к изменениям внешнего радиуса трубы;
- в) к изменениям внутреннего радиуса трубы;
- г) ко всем перечисленным параметрам чувствительность внешнего проходного ВТП одинакова.

17. Чувствительность проходных ВТП к изменениям диаметра цилиндрических ферромагнитных объектов наибольшая:

- а) на низких частотах;
- б) на средних частотах;
- в) на высоких частотах;
- г) чувствительность ВТП не зависит от частоты.

18. В каком случае целесообразно применять дифференциальные проходные ВТП?

- а) при контроле изменения диаметра цилиндрических изделий;
- б) при контроле изменений толщины стенки трубы;
- в) при контроле удельной электропроводности;
- г) при обнаружении дефектов.

19. В чем заключается достоинство экранных накладных ВТП?

- а) увеличивается чувствительность к толщине листов;
- б) увеличивается чувствительность к удельной электропроводности;
- в) увеличивается чувствительность к толщине диэлектрических покрытий листов;
- г) уменьшается влияние поперечного перемещения контролируемых проводящих листов.

20. Как влияет увеличение зазора между контролируемой пластиной и параметрическим накладным ВТП на его сопротивление:

- а) индуктивное сопротивление возрастает, а активное не изменяется;
- б) индуктивное сопротивление уменьшается, а активное не изменяется;
- в) уменьшаются и активное и индуктивное сопротивления;
- г) индуктивное сопротивление увеличивается, а активное уменьшается.

21. Как изменяются активное  $R$  и индуктивное  $X$  сопротивления параметрического проходного ВТП с немагнитным ОК при увеличении коэффициента заполнения?
- $R$  уменьшается,  $X$  увеличивается;
  - $R$  увеличивается,  $X$  уменьшается;
  - $R$  и  $X$  уменьшаются;
  - $R$  и  $X$  увеличиваются.
22. Как зависит чувствительность к изменению удельной электрической проводимости ОК от частоты возбуждающего тока ВТП:
- чем выше частота, тем больше чувствительность;
  - чем ниже частота, тем больше чувствительность;
  - чувствительность от частоты не зависит;
  - чувствительность максимальна при определенной частоте.
23. Если в проходной трансформаторный ВТП поместить немагнитный электропроводящий цилиндр, то напряжение измерительной катушки:
- увеличится;
  - останется неизменным;
  - уменьшится;
  - изменится по фазе на  $90^\circ$ .
24. Можно ли использовать вихретоковый метод для дефектоскопии внутренней поверхности труб нефтепроводов, заполненных нефтью?
- нельзя из-за изменений удельной электропроводности нефти;
  - можно если температура нефти не более  $15^\circ\text{C}$ ;
  - можно если скорость перемещения нефти не более  $1\text{ м/с}$ ;
  - можно, если выполнить конструкцию прибора во взрывоопасном исполнении с хорошей герметичностью.
25. Пользуясь годографом относительного вносимого напряжения наружного проходного ВТП при контроле круглого неферромагнитного цилиндра, определить напряжение наружного проходного ВТП, если короткая измерительная катушка радиусом  $R_n = 10\text{ мм}$  охватывает длинную возбуждающую катушку ( $l_b = 40\text{ мм}$ ) радиусом  $R_b = 6,9\text{ мм}$ . Радиус контролируемого цилиндра  $R = 6\text{ мм}$ ,  $\mu_r = 1$ , удельная электропроводность  $16,3\text{ МСм/м}$ , ток возбуждения  $I_b = 0,1\text{ А}$ , частота тока  $f = 1,9\text{ кГц}$ , количество витков возбуждающей катушки  $W_b = 500$ , измерительной  $W_n = 200$ . Расчет привести полностью.
26. При амплитудно-фазовом методе отстройки от влияния мешающих параметров используют проекцию вектора сигнала на вектор, совпадающий по фазе:
- с вектором тока возбуждающей катушки;
  - с вектором напряжения возбуждающей катушки;
  - с вектором влияния мешающего фактора;
  - с вектором, перпендикулярным вектору мешающего фактора.
27. Порог срабатывания вихретокового дефектоскопа устанавливают:
- по контрольному образцу с дефектом заданной максимальной глубины;
  - без контрольного образца;
  - по контрольному образцу с дефектом заданной минимальной глубины;
  - глубина дефекта значения не имеет
28. Какой глубины дефект можно выявить в диэлектрической пластине толщиной  $5\text{ мм}$  с помощью накладного ВТП?
- более  $0,1\text{ мм}$ ;
  - любой глубины в пределах толщины пластины;
  - ВТП не пригоден для этой цели;
  - глубиной более половины толщины пластины
29. Металлическая труба, содержащая прорезь, проходящую от одного конца к другому и имеющую одинаковую ширину и глубину, при движении ее вдоль дифференциального проходного ВТП будет создавать:
- одинаковое постоянное напряжение;

- б. изменяющийся во времени сигнал;
- в. переменное напряжение с постоянной амплитудой;
- г. нулевой сигнал.

30. Определить приращение  $\frac{\Delta U}{U_0}$  измерительной обмотки радиусом  $R_{и} = 10$  мм наружного проходного ВТП с однородным полем от узкой продольной поверхностной трещины глубиной  $h = 2$  мм в немагнитном проводящем цилиндре радиусом  $R = 5$  мм с  $\sigma = 25,3$  МСм/м на частоте  $f = 1$  кГц, начальное напряжение ВТП  $U_0 = 0,5$  В.

31. Определить приращение напряжения  $\frac{\Delta U}{U_0}$  измерительной обмотки накладного ВТП ( $R_{в} = R_{и} = 5$  мм) от узкого подповерхностного дефекта глубиной  $h = 3$  мм и глубиной залегания  $\delta = 0,2$  мм в проводящей ( $\sigma = 58,4$  МСм/м) пластине большой толщины (толщина пластины значительно больше глубины проникновения магнитного поля в пластину) при  $f = 2,0$  кГц, если начальное напряжение  $U_0 = 0,5$  В, а зазор между ВТП и ОК  $\zeta = 3,75$  мм



## Приложение 2

### 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-1: Способен осуществлять подготовку контролируемого объекта и средств контроля к выполнению НК</b>		
ПК-1.1:	Оценивает условия контроля, состояние контролируемого объекта и средств контроля согласно требований нормативно-технической документации	<p><i>Перечень практических заданий к зачёту с оценкой и экзамену</i></p> <p>1. Составить технологическую карту магнитопорошкового контроля для контрольного образца. Подготовить образец к проведению контроля. Провести МК согласно технологической карте. Идентифицировать и описать выявленные дефекты. Заполнить заключение по результатам контроля</p>
ПК-1.2	Осуществляет настройку и оценку параметров неразрушающего контроля с соблюдением требований охраны труда	<p>2. Составить технологическую карту феррозондового контроля для контрольного образца. Подготовить образец к проведению контроля. Провести МК согласно технологической карте. Идентифицировать и описать выявленные дефекты. Заполнить заключение по результатам контроля.</p> <p>3. Осуществить подготовку к измерению коэрцитивной силы. По заданию преподавателя провести измерение коэрцитивной силы контрольного образца. Пользуясь справочными данными провести фазово-структурный анализ состояния материала образца. Сделать заключение.</p> <p>4. Дефектоскоп «Константа ВД-1». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах в статическом режиме. Сделать заключение.</p> <p>5. Дефектоскоп «Константа ВД-1». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах в динамическом режиме. Сделать заключение.</p> <p>6. Дефектоскоп «ВИТ-4». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах. Сделать заключение.</p> <p>7. Составить технологическую карту вихретокового контроля для контрольного образца. Подготовить образец к проведению контроля. Провести контроль согласно технологической карте. Идентифицировать и описать выявленные дефекты. Заполнить заключение по результатам контроля.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-3: Способен выполнять магнитный контроль контролируемого объекта</b>		
ПК-3.1	Проводит магнитный контроль согласно составленной технологической карте	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачёту с оценкой</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая характеристика и основы магнитных методов контроля.</li> <li>2. Магнитное поле и его характеристики</li> <li>3. Источники магнитного поля: поле прямого и кругового тока, поле соленоида, поле тока, текущего по трубе.</li> <li>4. Магнитное поле в веществе: уравнения магнитного поля в веществе, магнитная восприимчивость и проницаемость</li> <li>5. Классификация магнетиков. Природа диа- и парамагнетизма.</li> <li>6. Ферромагнетики. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Доменная теория.</li> <li>7. Характеристика связей магнитных и физико-механических свойств ферромагнетиков</li> <li>8. Топография магнитного поля. Поле рассеяния дефекта. Анализ поля рассеяния дефекта</li> <li>9. Способы намагничивания деталей: полюсное, циркулярное и комбинированное намагничивание</li> <li>10. Виды намагничивающих токов</li> <li>11. Размагничивающий фактор</li> <li>12. Способы размагничивания деталей</li> <li>13. Первичные преобразователи магнитных полей: магнитные порошки и суспензии</li> <li>14. Первичные преобразователи магнитных полей: индукционные преобразователи</li> <li>15. Первичные преобразователи магнитных полей: гальваномагнитные преобразователи</li> <li>16. Первичные преобразователи магнитных полей: феррозондовые преобразователи</li> <li>17. Первичные преобразователи магнитных полей: преобразователи Холла, магниторезисторы</li> <li>18. Способы магнитного контроля: СПП и СОН.</li> <li>19. Чувствительность магнитной дефектоскопии</li> <li>20. технология магнитопорошкового контроля</li> <li>21. Технология феррозондового контроля</li> <li>22. Технология магнитографического контроля</li> <li>23. Магнитная структуроскопия. Приборы контроля структуры и механических свойств</li> <li>24. Магнитные методы и приборы фазового анализа</li> </ol>
ПК-3.2	Осуществляет оценку качества контролируемого объекта	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>25. Метод эффекта Баркгаузена  26. Магнитные методы диагностики механических напряжений  27. Магнитная толщинометрия.</p> <p><b>Примерный перечень практических заданий для зачёта</b></p> <p>1. Соленоид образован витками гибкого кабеля для намагничивания оси стабилизатора. Сила тока в соленоиде равна 2000 А. Параметры соленоида: длина 400 мм, диаметр 100 мм, число витков 8. Определить напряженность поля в точке Р, расположенной на оси на расстоянии 100 мм до края соленоида. Результат выразить в А/см и округлить до целого</p> <p>2. Виток гибкого кабеля имеет вид окружности, образован для намагничивания радиусного перехода вала. Диаметр витка равен 16 мм. Определить напряженность поля в центре витка, если сила тока в витке 1800 А. Результат выразить в А/м и округлить до целого</p> <p>3. По цилиндрической детали диаметром 50 мм пропускают ток силой 2000 А. Определить напряженность поля непосредственно на поверхности детали. Ответ выразить в А/м, округлить до целого.</p> <p>4. Определите, пользуясь теоремой о циркуляции вектора магнитной индукции, индукцию и напряженность магнитного поля на оси тороида без сердечника. Тороид содержит <math>N=200</math> витков, а по его обмотке протекает ток 2 А. Внешний диаметр тороида равен 60 см, внутренний – 40 см</p> <div data-bbox="1464 1015 1675 1230" data-label="Image"> </div> <p>5. Однослойная катушка диаметром <math>D = 5</math> см помещена в однородное магнитное поле, вектор индукции которой параллелен её оси. Индукция поля равномерно изменяется со скоростью 0,02 Тл/с. Катушка содержит <math>n = 1000</math> витков медной проволоки, площадь поперечного сечения которой <math>S = 0,2</math> мм<sup>2</sup>, удельное сопротивление меди <math>\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}</math> Ом·м). Определить:</p> <p>а) заряд на конденсаторе, подключенного к концам катушки ёмкостью <math>C = 10</math> мкФ;</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>б) мощность, выделяющуюся в катушке, если накоротко замкнуть её концы.</p> <p>6. Определить МДС и ток обмотки, если в воздушном зазоре магнитной цепи на рис. а требуется получить <math>B = 1,4</math> Тл. Число витков обмотки <math>W = 1000</math>, кривая намагничивания стали приведена на рис. б.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="985 526 1456 893"> <p>а)</p> </div> <div data-bbox="1478 526 1948 909"> <p>б)</p> </div> </div> <p>7. Составить технологическую карту магнитопорошкового контроля для контрольного образца. Провести МК согласно технологической карте. Идентифицировать и описать выявленные дефекты. Заполнить заключение по результатам контроля</p> <p>8. Составить технологическую карту феррозондового контроля для контрольного образца. Провести МК согласно технологической карте. Идентифицировать и описать выявленные дефекты. Заполнить заключение по результатам контроля.</p> <p>9. По заданию преподавателя провести измерение коэрцитивной силы контрольного образца. Пользуясь справочными данными провести фазово-структурный анализ состояния материала образца. Сделать заключение.</p>
<b>ПК-6: Способен выполнять вихретоковый контроль контролируемого объекта</b>		
ПК-6.1:	Проводит вихретоковый контроль согласно составленной технологической карте	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену</b></p> <p>1. Общая характеристика вихретокового метода. Основные уравнения, описывающие электромагнитные процессы при контроле.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-6.2:	Осуществляет оценку качества контролируемого объекта согласно нормативно-технической документации	<p>2. Классификация вихретоковых преобразователей.</p> <p>3. Контроль цилиндрических объектов наружными, внутренними, экранными преобразователями.</p> <p>4. Сопоставление преобразователей. Контроль цилиндров с эллиптической формой сечения.</p> <p>5. Контроль преобразователями с неоднородным полем.</p> <p>6. Накладной преобразователь над проводящим полупространством. Контроль листов.</p> <p>7. Контроль многослойных объектов.</p> <p>8. Контроль шаров и сфер.</p> <p>9. Чувствительность преобразователей к дефектам. Методы выделения полезной информации.</p> <p>10. Влияние скорости движения преобразователя относительно объекта.</p> <p>11. Особенности контроля ферромагнитных изделий.</p> <p>12. Вихретоковые дефектоскопы.</p> <p>13. Толщинометрия.</p> <p>14. Основные структурные схемы приборов.</p> <p>15. Расчет и конструирование первичных преобразователей.</p> <p>16. Схемы включения преобразователей.</p> <p>17. Общая характеристика многоэлементных преобразователей.</p> <p>18. Строчные и матричные преобразователи. Их конструкция и чувствительность.</p> <p>19. Принципы построения и структурные схемы интроскопов.</p> <p><b>Примерный перечень практических заданий к экзамену</b></p> <p>1. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с <math>R_v = R_i = R = 10</math> мм на частоте 1 кГц при контроле немагнитного листа с <math>\sigma = 31</math> МСм/м, толщиной 4 мм, зазор между катушками ВТП и листом <math>h = h_v = h_i \rightarrow 0</math>. Начальное напряжение ВТП <math>U_0 = 1</math> В.</p> <p>2. Пользуясь годографом относительного вносимого напряжения наружного проходного ВТП при контроле круглого неферромагнитного цилиндра, определить напряжение наружного проходного ВТП, если короткая измерительная катушка радиусом <math>R_i = 10</math> мм</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>охватывает длинную возбуждающую катушку (<math>l_b = 40</math> мм) радиусом <math>R_b = 8,5</math> мм. Радиус контролируемого цилиндра <math>R = 6</math> мм, <math>\mu_r = 1</math>, удельная электропроводность <math>15,8</math> МСм/м, ток возбуждения <math>I_b = 0,1</math> А, частота тока <math>f = 2</math> кГц, количество витков возбуждающей катушки <math>W_b = 500</math>, измерительной <math>W_i = 200</math>.</p> <p>3. Определить приращение напряжения <math>\Delta U</math> проходного ВТП с диаметром измерительной обмотки <math>D_i = 28,2</math> мм и начальным напряжением <math>U_0 = 1</math> В при изменении на 1% диаметра неферромагнитного цилиндра с номинальным диаметром <math>D_0 = 20</math> мм и <math>\sigma = 33,6</math> МСм/м, если частота тока возбуждения <math>f = 3</math> кГц</p> <p>4. Определить приращение напряжения <math>\Delta U</math> проходного ВТП с диаметром измерительной обмотки <math>D_i = 28,2</math> мм и начальным напряжением <math>U_0 = 1</math> В при изменении на 1% удельной электропроводности неферромагнитного цилиндра с номинальным диаметром <math>D_0 = 20</math> мм и <math>\sigma = 33,6</math> МСм/м, при контроле на самой оптимальной частоте. Определить эту частоту.</p> <p>5. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с <math>R_b = R_i = R = 10</math> мм на частоте <math>1</math> кГц при контроле немагнитного листа с <math>\sigma = 15,5</math> МСм/м, толщиной <math>2</math> мм, зазор между катушками ВТП и листом <math>h = h_b = h_i \rightarrow 0</math>. Начальное напряжение ВТП <math>U_0 = 1</math> В.</p> <p>6. Найти относительный вносимый в наружный проходной ВТП магнитный поток <math>F_{вн}^*</math> при возбуждении магнитного поля прямоугольным импульсом <math>H(t)</math> в трубе с <math>R_1/R_2 = 0,95</math> в момент времени <math>t^* = 0,01</math></p> <p>7. Определите приращение напряжения измерительной обмотки радиусом <math>R_i = 10</math> мм наружного проходного ВТП с однородным полем от узкой продольной поверхностной трещины глубиной <math>h = 2</math> мм в немагнитном проводящем цилиндре радиусом <math>R = 5</math> мм с <math>\sigma = 25,3</math> МСм/м на частоте <math>f = 1</math> кГц, начальной напряжением ВТП <math>U_0 = 0,5</math> В</p> <p>8. Определите приращение напряжения измерительной обмотки накладного ВТП (<math>R_b = R_i = 5</math> мм) от узкого подповерхностного дефекта глубиной <math>h = 3</math> мм и глубиной залегания <math>\delta = 0,2</math> мм в проводящей (<math>\sigma = 58,4</math> МСм/м) пластине большой толщины (толщина пластины значительно больше глубины проникновения магнитного поля в пластину) при <math>f = 2,0</math> кГц, если начальное напряжение <math>U_0 = 0,5</math> В, а зазор между ВТП и ОК равен <math>3,75</math> мм.</p> <p>9. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><math>R_v = R_i = R = 10</math> мм на частоте 1 кГц при контроле немагнитного листа с <math>\sigma = 62</math> МСм/м, толщиной 2 мм, зазор между катушками ВТП и листом <math>h = h_v = h_i \rightarrow 0</math>. Начальное напряжение ВТП <math>U_0 = 1</math> В</p> <p>10. Какой магнитный поток возбуждается в тороидальном магнитопроводе, изготовленном из электротехнической стали, кривая намагничивания которой приведена на рисунке, если длина средней линии кольца магнитопровода <math>l_{cp} = 2</math> дм, площадь поперечного сечения магнитопровода <math>S = 10</math> см<sup>2</sup>, ток в обмотке <math>I = 5</math> А, а количество витков обмотки <math>W = 100</math>?</p> <p>11. Чему равна глубина проникновения плоской волны электромагнитного поля в медную пластину (<math>\sigma = 57</math> МСм/м) на частоте <math>f = 10</math> кГц?</p> <p>12. Определить относительный вносимый векторный потенциал поля <math>A_{вн}^*</math> накладного ВТП с прямоугольным импульсом тока <math>i_v(t)</math> при возбуждении магнитного поля в листе толщиной <math>T^* = 0,2</math> в момент времени <math>t^* = 0,1</math></p> <p>13. Рассчитать комплексным методом распределение токов и напряжений в цепи (рис.). Закон изменения ЭДС <math>e = 141 \sin^* \omega t</math>. Сопротивления <math>R_1 = 3</math> Ом, <math>R_2 = 2</math> Ом, индуктивность <math>L = 38,22</math> мГн, емкость <math>C = 1061,6</math> мкФ. Частота <math>f = 50</math> Гц. Постройте векторную диаграмму напряжений</p> <p><b>Перечень для проверки практических навыков</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дефектоскоп «Константа ВД-1». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах в статическом режиме. Сделать заключение.</li> <li>2. Дефектоскоп «Константа ВД-1». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах в динамическом режиме. Сделать заключение.</li> <li>3. Дефектоскоп «ВИТ-4». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах. Сделать заключение.</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Магнитный и вихретоковый контроль» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков, проводится в форме зачёта с оценкой (6 семестр) и экзамена (7 семестр)

**Зачёт с оценкой** обучающиеся получают в результате выполнения всех видов работ, предусмотренных в семестре изучения дисциплины, и собеседования по вопросам и заданиям согласно перечню вопросов и практических заданий к зачёту с оценкой.

**Экзамен:** устный, по билетам. В билете два теоретических вопроса и один практический (задача или практическое задание).

***Показатели и критерии оценивания экзамена:***

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.