

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

30.01.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ МАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск
2023 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
16.01.2023, протокол № 4

И.о. зав. кафедрой _____ В.В. Мавринский

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
30.01.2023 г. протокол № 5

Председатель _____ И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Физики, _____ Н.И. Мишенева

Рецензент:

зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук _____ О.С. Логунова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются освоение существующих современных магнитных методов неразрушающего контроля, приобретение навыков анализа исследуемых объектов контроля с целью выбора наиболее эффективного метода, а также разработка концепций комплексных систем неразрушающего контроля.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Приборы и методы магнитного контроля входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Приборы и методы вихретокового контроля

Методы обработки информации

Метрология и средства измерений

Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле

Физика магнитных явлений

Физика твердого тела

Математика

Физика

Теоретические основы электротехники

Физические основы получения информации

Введение в направление

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная – преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Приборы и методы магнитного контроля» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
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

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 85,9 акад. часов;
- аудиторная – 84 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 94,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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	8	4	4		6	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к выполнению лабораторной работе, формирование отчета по лабораторной работе	Семинар 1, контрольная работа №1 Отчёт по лабораторным работам № 1	ПК-3.1, ПК-3.2

1.2	Магнетики в магнитном поле		4	6		8	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе	Семинар №1, контрольная работа №1, отчёт по лабораторной работе № 1, № 2	ПК-3.1, ПК-3.2
1.3	Магнитные поля рассеяния		2	4		6	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе	Семинар № 1, контрольная работа №1, отчёт по лабораторным работам № 1, №2	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу			10	14		20			
2. Первичные преобразователи магнитных полей									
2.1	Индукционные преобразователи	8	1	2		4	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе	Семинар №1, контрольная работа №1	ПК-3.1, ПК-3.2

2.2 Гальваномагнитные преобразователи	1	2		4	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе	Семинар №1, контрольная работа №1	ПК-3.1, ПК-3.2
2.3 Феррозондовые преобразователи	4	2		6	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе	Семинар №1, контрольная работа №1	ПК-3.1, ПК-3.2
2.4 Магниторезисторы	1	1		3	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе	Семинар №1, контрольная работа №1	ПК-3.1, ПК-3.2
2.5 Прочие полупроводниковые преобразователи	1	1		3	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе	Семинар №1, контрольная работа №1	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу	8	8		20			
3. Магнитная дефектоскопия							

3.1 Магнитопорошковая дефектоскопия	8	6	6		12	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе, формирование отчета по лабораторной работе	Семинар № 2, контрольная работа №2, лабораторная работа № 3	ПК-3.1, ПК-3.2
3.2 Магнитографическая дефектоскопия		1	1		3	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе	Семинар №2, контрольная работа №2	ПК-3.1, ПК-3.2
3.3 Феррозондовый метод дефектоскопии		2	6		8	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе, формирование отчета по лабораторной работе	Семинар №2, контрольная работа №2, лабораторная работа № 4	ПК-3.1, ПК-3.2
3.4 Индукционные дефектоскопы		1	1		2	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе	Семинар № 2, контрольная работа № 2	ПК-3.1, ПК-3.2

3.5 Дефектоскопы и магнитные средства технической диагностики специального назначения		1	1		2	Проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка доклада	Семинар №2, контрольная работа №2, доклад	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		11	15		27			
4. Магнитная структуроскопия								
4.1 Классификация ферромагнитных материалов	8	1	1		5	Проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе, формирование отчета по лабораторной работе подготовка доклада	Семинар №3, контрольная работа №3, лабораторная работа № 5, доклад	ПК-3.1, ПК-3.2
4.2 Влияние структурных факторов на процессы намагничивания и перемагничивания материалов		1	2		6	Проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе и формирование отчета, подготовка доклада	Семинар № 3, контрольная работа № 3, лабораторная работа № 5, доклад	ПК-3.1, ПК-3.2

4.3 Магнитные методы и приборы контроля качества поверхностного упрочнения изделий		1	2		4	Проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка доклада	Семинар № 3, контрольная работа № 3, доклад	ПК-3.1, ПК-3.2
4.4 Магнитные методы и приборы фазового анализа. Метод эффекта Баркгаузена и его использование		1	1		2	Проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка доклада	Семинар № 3, контрольная работа № 3, доклад	ПК-3.1, ПК-3.2
4.5 Диагностика механических напряжений по коэрцитивной силе		1	3		6,1	Проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе и формирование отчета, подготовка доклада	Семинар № 3, контрольная работа № 3, лабораторная работа № 5, доклад	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		5	9		23,1			
5. Магнитная толщинометрия								
5.1 Магнитная толщинометрия	8	2	2		4	Проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка доклада	Семинар № 3, контрольная работа № 3, доклад	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		2	2		4			
Итого за семестр		36	48		94,1		зао	

Итого по дисциплине	36	48	94,1	зачет с оценкой
---------------------	----	----	------	-----------------

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Физика» 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 практических 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: 25.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Мартыненко, Е. В. Неразрушающий контроль авиационной техники : учебное пособие / Е. В. Мартыненко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 148 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-012759-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1144464> (дата

обращения: 25.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

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 [и др.] ; 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3840.pdf&show=dcatalogues/1/1530280/3840.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

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. Универсальный шаблон сварщика УШС-3
14. Лупа измерительная ЛИ-(3x10)
15. Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05
16. Набор радиусных шаблонов №1, №3
17. Набор щупов №4 (0,1....1) мм
18. Угольник металлический слесарный 160*100мм
19. Линейка металлическая Л-300(300мм)

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивиду-альных 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 оборудова-ния: Стеллажи для хранения учебно-методической документации, стеллажи и сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта оборудования.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Приборы и методы магнитного контроля» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных работ на занятиях семинарского типа, обработку результатов экспериментальных данных лабораторных работ и представление докладов по заранее обозначенным темам.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР)

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/м²);
- 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. Магнитны поток определяется выражением:

- а) BS ;
- б) $BScos\alpha$;
- в) $Bcos\alpha/S$

1. Укажите несплошности, которые могут быть обнаружены в деталях, бывших в эксплуатации:

1. горячие разрывы;
2. усталостные трещины;
3. трещины и разрывы;
4. усадочные раковины.

2. 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.

3. 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.

4. Намагничивание с помощью соленоида протяженных деталей следует использовать для выявления;

1. продольных трещин;
2. поперечных трещин;
3. трещин различного направления;
4. дефектов сварных швов.

5. 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;

6. Какая группа материалов может контролироваться магнитопорошковым методом?

1. диамагнетики;
2. сплавы;
3. ферромагнетики;
4. сплавы на основе никеля.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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° .

11. Какой из способов магнитопорошкового контроля имеет наибольшую чувствительность?

1. способ приложенного поля;
2. способ остаточной намагниченности.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

Контрольная работа № 3

1. Какие из перечисленных металлов не обладают ферромагнитными свойствами?

1. железо;
2. никель;
3. хром.

2. 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.

3. 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.

4. Информативные параметры, используемые в магнитной структуроскопии:

1. коэрцитивная сила;
2. остаточная намагниченность;
3. магнитная проницаемость;
4. магнитные шумы

5. все перечисленные варианты

5. Как изменяется глубина проникновения электромагнитного поля вглубь ферромагнетика при уменьшении электропроводности материала?

1. Увеличивается;
2. Уменьшается;
3. Не зависит от электропроводности

6. Остаточная индукция ферромагнетиков измеряется на предельной петле гистерезиса при:

1. нулевом магнитном потоке;
2. нулевой напряженности магнитного поля;
3. при максимальной магнитной проницаемости

7. Влияние размагничивающего фактора выражается в том, что:

1. снижается магнитная проницаемость;
2. снижается коэрцитивная сила материала;
3. снижается напряженность поля на поверхности контролируемой детали

8. Свойство магнитного материала сохранять и удерживать магнитное поле после снятия намагничивающей силы называется:

1. точкой насыщения;
2. остаточной намагниченностью;
3. диамагнетизмом;
4. биполярным магнетизмом

9. 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

10. 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

11. Магнитные структуроскопы – это приборы, предназначенные для контроля:

1. напряженного состояния объектов;
2. механических свойств объектов;
3. структуры материала объекта;
4. верны все ответы

12. 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

13. 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

Перечень лабораторных работ

№ 1 «Градуировка электромагнита»

№ 2 «Изучение работы ПМД-70»

№ 3 «Магнитопорошковый контроль изделий из стали»

№ 4 «Изучение работы феррозондового дефектоскопа Ф-205А»

№ 5 «Изучение работы коэрцитиметра ИФМ»

Перечень вопросов к семинарским занятиям

Семинар № 1 «Физические основы магнитных методов контроля»

1. На чём основаны магнитные методы контроля?
2. Какие методы магнитного вида контроля выделяются ГОСТ Р 56542-2019, дать их краткую характеристику.
3. Источники магнитного поля. Характеристики магнитного поля: магнитная индукция, напряженность, магнитный поток.
4. Силы, действующие на магнитную частицу со стороны магнитного поля.
5. Магнитные свойства вещества: намагниченность, уравнения магнитного поля в веществе, магнитная восприимчивость и проницаемость
6. Классификация магнетиков и объяснение их природы
7. Ферромагнетизм. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Доменная теория.
8. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.
9. Краткая характеристика связей магнитных и физико-механических свойств ферромагнетиков
10. Топография магнитного поля. Поля рассеяния. Анализ поля рассеяния над дефектом
11. Обобщенная схема магнитного контроля
12. Способы намагничивания деталей.
13. Преобразователь Холла.
14. Магниторезисторы.
15. Индукционные преобразователи.
16. Феррозондовый преобразователь.

Семинар № 2 «Магнитная дефектоскопия»

1. Виды дефектов выявляемых магнитными методами контроля.
2. Чувствительность магнитной дефектоскопии.
3. Намагничивание объекта контроля.
4. Размагничивающий фактор.
5. Ложные индикации при МПД
6. Феррозондовый контроль. Чувствительность метода.
7. Магнитографический контроль. Чувствительность метода.
8. Магнитопорошковый контроль. Чувствительность метода.

Семинар № 3 «Магнито-структурный фазовый анализ».

1. Коэрцитивная сила. Способы определения коэрцитивной силы.
2. Влияние глубины цементированного слоя на величину коэрцитивной силы.
3. Влияние на величину коэрцитивной силы содержания углерода.
4. Влияние на величину коэрцитивной силы режима термической обработки.
5. Влияние на величину коэрцитивной силы глубины упрочненного слоя.
6. Влияние на величину коэрцитивной силы механических напряжений.
7. Эффект Баркгаузена. Применение эффекта Баркгаузена.

8. Магнитные толщиномеры: устройство и принцип работы

Примерный перечень тем докладов

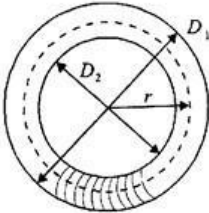
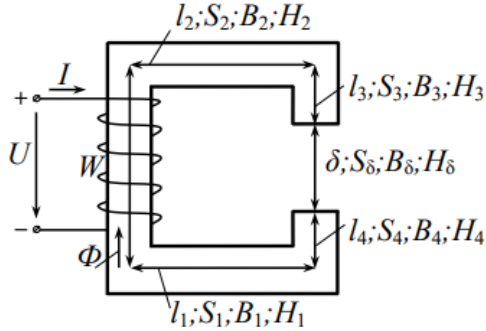
1. Полупроводниковые преобразователи магнитных полей специального назначения
 2. Дефектоскопы для контроля состояния стенок трубопроводов и резервуаров
 3. Магнитные средства технической диагностики магистральных трубопроводов
 4. Дефектоскопия поверхностей сложного профиля
 5. Фазовый состав, структура и магнитные свойства сталей, подвергнутых различной термообработке
 6. Современные приборы контроля структуры и механических характеристик изделий
 7. Диагностика механических напряжений.
- Тема доклада может быть предложены сами обучающимся.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

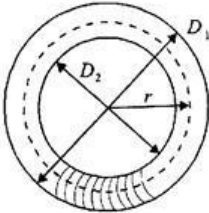
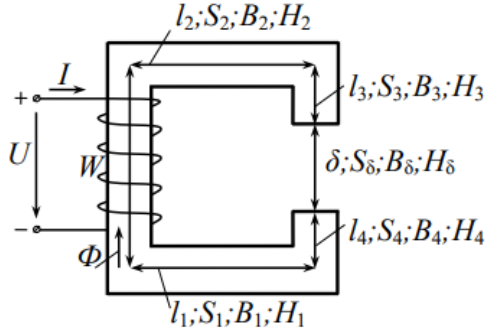
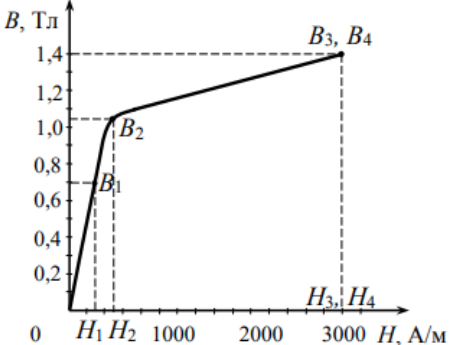
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		
УК-2.1	Определяет круг задач в рамках поставленной цели и предлагает способы их решения и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачёту с оценкой</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая характеристика и основы магнитных методов контроля. 2. Магнитное поле и его характеристики 3. Источники магнитного поля: поле прямого и кругового тока, поле соленоида, поле тока, текущего по трубе.
УК-2.2	Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	<ol style="list-style-type: none"> 4. Магнитное поле в веществе: уравнения магнитного поля в веществе, магнитная восприимчивость и проницаемость 5. Классификация магнетиков. Природа диа- и парамагнетизма. 6. Ферромагнетики. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Доменная теория. 7. Характеристика связей магнитных и физико-механических свойств ферромагнетиков
УК-2.3	Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования	<ol style="list-style-type: none"> 8. Топография магнитного поля. Поле рассеяния дефекта. Анализ поля рассеяния дефекта 9. Способы намагничивания деталей: полюсное, циркулярное и комбинированное намагничивание 10. Виды намагничивающих токов 11. Размагничивающий фактор 12. Способы размагничивания деталей 13. Первичные преобразователи магнитных полей: магнитные порошки и суспензии 14. Первичные преобразователи магнитных полей: индукционные преобразователи 15. Первичные преобразователи магнитных полей: гальваномагнитные преобразователи 16. Первичные преобразователи магнитных полей: феррозондовые преобразователи 17. Первичные преобразователи магнитных полей: преобразователи Холла, магниторезисторы

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>18. Способы магнитного контроля: СПП и СОН.</p> <p>19. Чувствительность магнитной дефектоскопии</p> <p>20. технология магнитопорошкового контроля</p> <p>21. Технология феррозондового контроля</p> <p>22. Технология магнитографического контроля</p> <p>23. Магнитная структуроскопия. Приборы контроля структуры и механических свойств</p> <p>24. Магнитные методы и приборы фазового анализа</p> <p>25. Метод эффекта Баркгаузена</p> <p>26. Магнитные методы диагностики механических напряжений</p> <p>27. Магнитная толщинометрия.</p> <p><i>Примерный перечень практических заданий для зачёта</i></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 N=200 витков, а по его обмотке протекает ток 2 А. Внешний диаметр тороида равен 60 см, внутренний – 40 см</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;">  </div> <p>5. Однослойная катушка диаметром $D = 5$ см помещена в однородное магнитное поле, вектор индукции которой параллелен её оси. Индукция поля равномерно изменяется со скоростью $0,02$ Тл/с. Катушка содержит $n = 1000$ витков медной проволоки, площадь поперечного сечения которой $S = 0,2$ мм², удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м). Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) заряд на конденсаторе, подключенного к концам катушки ёмкостью $C = 10$ мкФ; б) мощность, выделяющуюся в катушке, если накоротко замкнуть её концы. <p>6. Определить МДС и ток обмотки, если в воздушном зазоре магнитной цепи на рис. а требуется получить $B = 1,4$ Тл. Число витков обмотки $W = 1000$, кривая намагничивания стали приведена на рис. б.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>а)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <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>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<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>
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 требованиям нормативно-технической документации	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачёту с оценкой</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая характеристика и основы магнитных методов контроля. 2. Магнитное поле и его характеристики 3. Источники магнитного поля: поле прямого и кругового тока, поле соленоида, поле тока, текущего по трубе.
ПК-1.2	Осуществляет настройку и оценку параметров неразрушающего контроля с соблюдением требований охраны труда	<ol style="list-style-type: none"> 4. Магнитное поле в веществе: уравнения магнитного поля в веществе, магнитная восприимчивость и проницаемость 5. Классификация магнетиков. Природа диа- и парамагнетизма. 6. Ферромагнетики. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Доменная теория. 7. Характеристика связей магнитных и физико-механических свойств ферромагнетиков 8. Топография магнитного поля. Поле рассеяния дефекта. Анализ поля рассеяния дефекта 9. Способы намагничивания деталей: полюсное, циркулярное и комбинированное намагничивание 10. Виды намагничивающих токов 11. Размагничивающий фактор 12. Способы размагничивания деталей 13. Первичные преобразователи магнитных полей: магнитные порошки и суспензии 14. Первичные преобразователи магнитных полей: индукционные преобразователи 15. Первичные преобразователи магнитных полей: гальваномагнитные преобразователи 16. Первичные преобразователи магнитных полей: феррозондовые преобразователи

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>17. Первичные преобразователи магнитных полей: преобразователи Холла, магниторезисторы</p> <p>18. Способы магнитного контроля: СПП и СОН.</p> <p>19. Чувствительность магнитной дефектоскопии</p> <p>20. технология магнитопорошкового контроля</p> <p>21. Технология феррозондового контроля</p> <p>22. Технология магнитографического контроля</p> <p>23. Магнитная структуроскопия. Приборы контроля структуры и механических свойств</p> <p>24. Магнитные методы и приборы фазового анализа</p> <p>25. Метод эффекта Баркгаузена</p> <p>26. Магнитные методы диагностики механических напряжений</p> <p>27. Магнитная толщинометрия.</p> <p><i>Примерный перечень практических заданий для зачёта</i></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 N=200 витков, а по его обмотке протекает ток 2 А. Внешний диаметр тороида равен 60 см, внутренний – 40 см</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;">  </div> <p>5. Однослойная катушка диаметром $D = 5$ см помещена в однородное магнитное поле, вектор индукции которой параллелен её оси. Индукция поля равномерно изменяется со скоростью $0,02$ Тл/с. Катушка содержит $n = 1000$ витков медной проволоки, площадь поперечного сечения которой $S = 0,2$ мм², удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м). Определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) заряд на конденсаторе, подключенного к концам катушки ёмкостью $C = 10$ мкФ; б) мощность, выделяющуюся в катушке, если накоротко замкнуть её концы. <p>6. Определить МДС и ток обмотки, если в воздушном зазоре магнитной цепи на рис. а требуется получить $B = 1,4$ Тл. Число витков обмотки $W = 1000$, кривая намагничивания стали приведена на рис. б.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>а)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <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>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<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>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Приборы и методы магнитного контроля» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков, проводится в форме зачёта с оценкой (8 семестр).

Зачёт с оценкой обучающиеся получают в результате выполнения всех видов работ, предусмотренных в семестре изучения дисциплины. Все виды работ оцениваются преподавателем, согласно установленной рейтинговой шкале. В случае невыполнения обучающимся 20% - 30% от общего числа предусмотренных видов работ или при возникновении спорных ситуаций, зачет проводится в форме собеседования по вопросам и заданиям согласно перечню вопросов и практических заданий к зачёту с оценкой.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– 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.