

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 ВИХРЕТОКОВОГО 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	7

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 (модуля) «Приборы и методы вихретокового контроля» являются: формирование способностей к определению круга задач в рамках вихретокового вида неразрушающего контроля и выбору оптимальных способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, а также способностей к осуществлению подготовки контролируемого объекта и средств контроля к выполнению вихретокового НК.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Приборы и методы вихретокового 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:

Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле

Обработка экспериментальных данных на ЭВМ

Физика магнитных явлений

Физика твердого тела

Математика

Теоретические основы электротехники

Физика

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

Приборы и методы магнитного контроля

Производственная – преддипломная практика

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
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
УК-2.2	Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм
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
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

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 78 акад. часов;
- аудиторная – 76 акад. часов;
- внеаудиторная – 2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 66 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 вихретокового контроля								
1.1 Общая характеристика вихретоковых методов контроля	7	3	3/ИИ		4	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка докладов по заранее обозначенным темам, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе № 1	семинар № 1, контрольная работа № 1, доклад.	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПК-1.1, ПК-1.2
1.2 Основные уравнения, описывающие электромагнитные процессы при контроле вихретоковыми методами		3	3/ИИ		4	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка докладов по заранее обозначенным темам, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе № 1	семинар № 1, контрольная работа № 1, доклад	УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		6	6/2И		8			
2. Контроль с помощью проходных преобразователей								

4.1 Чувствительность преобразователей к дефектам	7	2	2/ИИ		6	<p>проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка докладов по заранее обозначенным темам, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе</p>	<p>лабораторная работа № 3, № 4, семинар № 4, контрольная работа № 3, доклад</p>	<p>УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПК-1.1, ПК-1.2</p>
4.2 Методы выделения полезной информации. Отстройка от мешающих факторов		3	2		6	<p>проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка докладов по заранее обозначенным темам, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе</p>	<p>лабораторная работа № 3, № 4, семинар № 4, контрольная работа № 3, доклад</p>	<p>УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПК-1.1, ПК-1.2</p>

5.1 Основные структурные схемы приборов		3	3/1И		3,4	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка докладов по заранее обозначенным темам, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе	лабораторная работа № 3, № 4, семинар № 5, контрольная работа № 3, доклад УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПК-1.1, ПК-1.2
5.2 Расчет и конструирование первичных преобразователей. Схемы включения преобразователей	7	3	3/2И		3,6	проработка лекций, самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка докладов по заранее обозначенным темам, подготовка к семинару, подготовка к контрольной работе, подготовка к выполнению лабораторной работы, формирование отчета по лабораторной работе	лабораторная работа № 3, № 4, семинар № 5, контрольная работа № 3, доклад УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		6	6/3И		7		
Итого за семестр		38	38/11И		66	зао	
Итого по дисциплине		38	38/11И		66	зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Физика» дают традиционные образовательные технологии, технологии проблемного обучения, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция - последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лабораторно-практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее за-планированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных

технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Семинарское занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

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. 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: 24.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие для вузов / В. В. Носов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-6794-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152451> (дата обращения: 24.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ахмеджанов, Р. А. Неразрушающий контроль колесной пары вагона : учебно-методическое пособие / Р. А. Ахмеджанов, Н. В. Макарошкина. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 2 : Контроль вихретоковый — 2022. — 24 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264317> (дата обращения: 24.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Физические методы контроля. Дефекты продукции. Контроль качества продукции : учебное пособие / [Ю. И. Савченко, И. В. Рыскужина, Н. И. Мишенева и др.] ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2015 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2906.pdf&show=dcatalogues/1/1134421/2906.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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
7Zip	свободно	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
Adobe Reader	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer»	https://www.nature.com/siteindex
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	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Оснащение аудитории:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Электричества и оптики»

Оснащение аудитории:

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.

2. Установка для шунтирования миллиамперметра.

3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.

4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности

5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.

6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.

7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.

8. Источники питания постоянного тока.

9. Магазин емкостей Time Electronics 1071.

10. Магазин емкости P-513.

11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053.

12. Магазины сопротивлений P-33.

13. Мультиметры цифровые MAS-838.

14. Мультиметры APPA 106,203,205.

15. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.

16. Поляриметр CM.

17. Мерительный инструмент

3. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория неразрушающего контроля

Оснащение аудитории:

- Мультимедийное оборудование;

- стандартные образцы, фольи.

- дефектоскоп вихретоковый «Константа ВД-1»;

- электромагнит;

- дефектоскоп вихретоковый «ВИТ-4»;

4. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Оснащение:

Интерактивная доска, проектор;

Мультимедийный проектор, экран

5. Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы.

Оснащение:

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронные информационные образовательные ресурсы университета

6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Оснащение:

Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

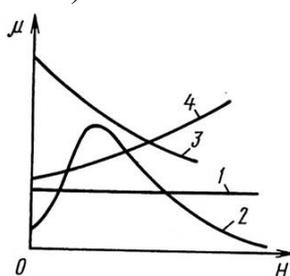
По дисциплине «Приборы и методы вихретокового контроля» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных работ на занятиях семинарского типа и представление докладов по заранее обозначенным в рабочей программе дисциплины темам.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

Контрольная работа № 1 «Физические и электротехнические основы вихретокового контроля»

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)?



- 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 вихретокового преобразователя это приращение напряжения на выводах измерительной обмотки при:
 - а) нахождении его вдали от объекта контроля;
 - б) внесении в его электромагнитное поле объекта контроля;
 - в) внесении в его электромагнитное поле дефекта объекта контроля;
 - г) внесении в его электромагнитное поле эталонного образца.
 6. Как надо изменить количество витков плоской катушки, чтобы ее индуктивность уменьшилась в 4 раза:
 - а) увеличить в 2 раза;
 - б) уменьшить в 4 раза;
 - в) увеличить в 4 раза;
 - г) 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?

- а) 14,0 В;
- б) 8,0 В;
- в) 10,0 В;
- г) 5,0 В.

8. Какой из изображенных на рис.3 преобразователей соответствует:

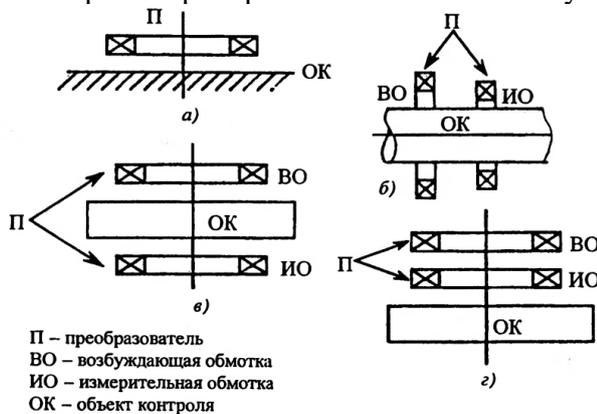


Рис. 3

- а) проходному,;
- б) трансформаторному накладному;
- в) экранному накладному;
- г) параметрическому накладному

9. Какой магнитный поток возбуждается в тороидальном магнитопроводе, изготовленном из электротехнической стали, кривая намагничивания которой приведена на рис. 2, если длина средней линии кольца магнитопровода $l_{cp} = 2,5$ дм, площадь поперечного сечения магнитопровода $S = 8$ см², ток в обмотке $I = 4$ А, а количество витков обмотки $W = 200$?

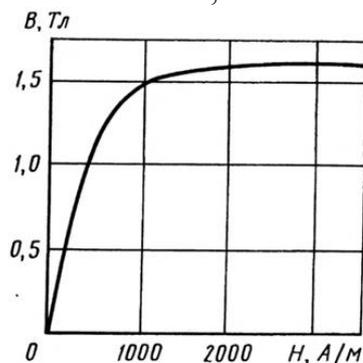


Рис. 2

- а) $1,6 \cdot 10^{-3}$ Вб;
- б) $1,2 \cdot 10^{-3}$ Вб;
- в) 2 Вб;
- г) 1,2 Вб

10. 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:

- а) 0,75;
- б) 0,5;
- в) 0,375;
- г) 0,25.

11. Если удельная электрическая проводимость объекта контроля уменьшится, то плотность вихревых токов в ОК:

- а) увеличится;
- б) уменьшится;
- в) останется неизменной;

г) может увеличиться или уменьшиться.

12. Чему равна глубина проникновения плоской волны электромагнитного поля в медную пластину ($\sigma = 57 \text{ МСм/м}$) на частоте 10 кГц:

- а) 0,1 мм;
- б) 0,2 мм;
- в) 0,66 мм;
- г) 6,6 мм

13. 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

14. Закон электромагнитной индукции определяется формулой:

- а) $e = -\frac{dB}{dt}$;
- б) $e = -W \frac{dB}{dt}$;
- в) $e = -W \frac{di}{dt}$;
- г) $e = -\frac{d\Phi}{dt}$;

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

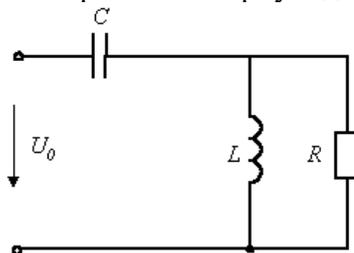
15. Найти комплексные токи соответствующие синусоидальным функциям времени и комплексные действующие значения токов:

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

16. Найти синусоидальные функции, соответствующие комплексным токам и напряжениям, считая, что частота их изменения равна f .

- а) $\underline{I} = 1 + j2, A$,
- б) $\underline{I} = -1 - j2, A$

17. Рассчитать комплексным методом распределение токов и напряжений в цепи (рис.), на входе которой действует источник синусоидального напряжения с действующим значением $U_0 = 220 \text{ В}$ и круговой частотой ω . Сопротивления элементов на этой частоте равны: $R = \omega L = 1/\omega C = 10 \text{ Ом}$. Постройте векторную диаграмму токов



Контрольная работа № 2 «Контроль с помощью проходных и накладных преобразователей»

1. 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.

3. 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.

4. Чувствительность проходных ВТП к изменениям диаметра цилиндрических неферромагнитных объектов наибольшая:

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

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. Как изменяются активное R и индуктивное X сопротивления параметрического проходного ВТП с немагнитным ОК при увеличении коэффициента заполнения?

- а) R уменьшается, X увеличивается;
- б) R увеличивается, X уменьшается;
- в) R и X уменьшаются;
- г) R и X увеличиваются.

9. Как зависит чувствительность к изменению удельной электрической проводимости ОК от частоты возбуждающего тока ВТП:

- а) чем выше частота, тем больше чувствительность;
- б) чем ниже частота, тем больше чувствительность;
- в) чувствительность от частоты не зависит;
- г) чувствительность максимальна при определенной частоте.

10. Если в проходной трансформаторный ВТП поместить немагнитный электропроводящий цилиндр, то напряжение измерительной катушки:

- а) увеличится;
- б) останется неизменным;
- в) уменьшится;
- г) изменится по фазе на 90° .

11. Можно ли использовать вихретоковый метод для дефектоскопии внутренней поверхности труб нефтепроводов, заполненных нефтью?

- а) нельзя из-за изменений удельной электропроводности нефти;
- б) можно если температура нефти не более 15°C ;
- в) можно если скорость перемещения нефти не более 1 м/с ;
- г) можно, если выполнить конструкцию прибора во взрывоопасном исполнении с хорошей герметичностью.

12. Пользуясь годографом относительного вносимого напряжения наружного проходного ВТП при контроле круглого неферромагнитного цилиндра, определить напряжение наружного проходного ВТП, если короткая измерительная катушка радиусом $R_{и} = 10$ мм охватывает длинную возбуждающую катушку ($l_{в} = 40$ мм) радиусом $R_{в} = 6,9$ мм. Радиус контролируемого цилиндра $R = 6$ мм, $\mu_r = 1$, удельная электропроводность $16,3$ МСм/м, ток возбуждения $I_{в} = 0,1$ А, частота тока $f = 1,9$ кГц, количество витков возбуждающей катушки $W_{в} = 500$, измерительной $W_{и} = 200$. Расчет привести полностью.

13. Определить изменение комплексного напряжения $\frac{\Delta U}{U_0}$ накладного ВТП с радиусом $R_{в} = R_{и} = R = 10$ мм и начальным напряжением $U_0 = 1$ В при изменении на 1% удельной электропроводности неферромагнитного листа с номинальной толщиной $T = 2$ мм и $\sigma = 15,5$ МСм/м, если частота тока возбуждения оптимальна. Определить эту частоту.

Контрольная работа № 3 «Вихретоковая дефектоскопия и контроль физико-механических параметров. Основы конструирования приборов вихретокового контроля»

1. 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.

2. 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

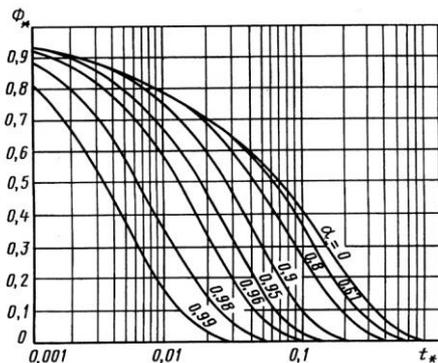
3. Какой глубины дефект можно выявить в диэлектрической пластине толщиной 5 мм с помощью накладного ВТП?

- более 0, 1 мм;
- любой глубины в пределах толщины пластины;
- ВТП не пригоден для этой цели;
- глубиной более половины толщины пластины

4. 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;
- изменяющийся во времени сигнал;
- переменное напряжение с постоянной амплитудой;
- нулевой сигнал.

5. Найти относительный вносимый в наружный проходной ВТП магнитный поток $\Phi_{вн}^*$ при возбуждении магнитного поля прямоугольным импульсом $H(t)$ в трубе с $R_1/R_2 = 0,95$ в момент времени $t^* = 0,01$. Пояснить решение.



6. Определить приращение ΔU измерительной обмотки радиусом $R_n = 10$ 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.

7. Определить приращение напряжения ΔU измерительной обмотки накладного ВТП ($R_v = R_n = 5$ 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

Перечень тем докладов

1. ВТП для исследования многослойных конструкций с переходом «металл-диэлектрик»
2. Многоэлементные ВТП
3. Контроль дефектов в композитных материалах вихретоковым методом
4. Контроль резб вихретоковым методом
5. Проблемы и перспективы сканирующего вихретокового контроля
6. Обнаружение коррозионных процессов вихретоковым методом контроля
7. Контроль сварных соединений вихретоковым методом
8. Вихретоковая толщинометрия непроводящих покрытий
9. Вихретоковый анализ состава дисперсных сред
10. ВТП для контроля геометрических параметров изделий
11. Вихретоковый контроль слабоферромагнитных и ферромагнитных жидких сред
12. Вихретоковый контроль структурного состояния, твердости и износостойкости изделий
13. Интеллектуальные вихретоковые системы
14. Вихретоковая интроскопия

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя: проработку лекционного материала, изучение литературы по соответствующему разделу; подготовку к выполнению лабораторных работ, подготовку к отчету по лабораторным работам, подготовку к семинарам.

Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «Построение годографа относительного вносимого напряжения проходного преобразователя на немагнитном стержне»

Лабораторная работа № 2 «Построение годографа относительного вносимого напряжения накладного преобразователя над немагнитным электропроводящим листом»

Лабораторная работа № 3 «Изучение работы вихретокового дефектоскопа ВИТ-4»

Лабораторная работа № 4 «Изучение работы вихретокового дефектоскопа «Константа ВД-1»»

Перечень вопросов к семинарам

Семинар № 1 «Физические и электротехнические основы вихретокового контроля»

1. Вихревые токи. Основные свойства вихревых токов. Способы возбуждения.
2. Основные уравнения, описывающие электромагнитные процессы при вихретоковом контроле.
3. Распределение плотности вихревых токов в электропроводящем слое, расположенном под витком с током. Магнитный поверхностный эффект. Понятие и физический смысл глубины проникновения.

4. Влияющие факторы. Многопараметровость. Области применения вихретокового контроля.
5. Классификация ВТП
6. Электротехнические параметры ВТП. Электрическая схема замещения ВТП.
7. Способы представления информации при вихретоковом контроле.

Символьный метод

8. Что называется годографом. Принцип построения.

Семинар № 2 «Контроль с помощью ПВТП»

1. Общая характеристика проходных ВТП. Устройство и основные схемы.
2. Основные соотношения геометрических размеров катушек возбуждения и измерения для создания однородного магнитного поля
3. Обобщенный параметр контроля ПВТП. Годографы.
4. Относительное вносимое напряжение ВТП. Коэффициент заполнения.
5. Способы включения ПВТП
6. Контроль цилиндрических изделий наружным проходным ВТП с однородным магнитным полем
7. Оптимальный режим контроля
8. Чувствительность ПВТП
9. Способы создания неоднородного магнитного поля. Контроль ПВТП с неоднородным магнитным полем
10. Основные области применения ПВТП. Основные недостатки ПВТП.
11. Импульсное возбуждение ПВТП

Семинар № 3 «Контроль с помощью НВТП»

1. Общая характеристика накладных ВТП
2. Типы НВТП
3. Начальные параметры и расчет вносимого напряжения накладных ВТП
4. Контроль электропроводящих изделий большой толщины.
5. Контроль толщины покрытий
6. Контроль листов накладным трансформаторным и экранным ВТП
7. Особенности расчета НВТП с ферритовым сердечником
8. Импульсное возбуждение НВТП

Семинар № 4 «Вихретоковая дефектоскопия и контроль физико-механических параметров»

1. Чувствительность проходных и накладных ВТП к дефектам
2. Общая характеристика способов выделения полезной информации при вихретоковой дефектоскопии
3. Двухпараметровые способы отстройки от мешающих факторов: амплитудный способ
4. Двухпараметровые способы отстройки от мешающих факторов: фазовый способ.
5. Двухпараметровые способы отстройки от мешающих факторов: способ проекции (амплитудно-фазовый).
6. Двухпараметровый контроль с помощью параметрического ВТП, включенного в колебательный контур.
7. Спектральные способы анализа сигналов
8. Дефектоскопия прутков, проволоки и труб проходными ВТП
9. Дефектоскопия накладными ВТП
10. Вихретоковая толщинометрия
11. Принципы вихретоковой интроскопии

Семинар № 5 «Вихретоковые приборы неразрушающего контроля»

1. Конструкция ВТП
2. Классификация и технические характеристики вихретоковых дефектоскопов
3. Дефектоскопы с работой в статическом режиме
4. Дефектоскопы с работой в динамическом режиме
5. Классификация и технические характеристики вихретоковых толщиномеров
6. Толщиномеры изоляционных покрытий на электропроводящих основаниях
7. Толщиномеры электропроводящих неферромагнитных слоев
8. Приборы для контроля физико-механических характеристик электропроводящих объектов

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 метода. Основные уравнения, описывающие электромагнитные процессы при контроле. 2. Классификация вихретоковых преобразователей. 3. Контроль цилиндрических объектов наружными, внутренними, экранными преобразователями. 4. Сопоставление преобразователей. Контроль цилиндров с эллиптической формой сечения. 5. Контроль преобразователями с неоднородным полем. 6. Накладной преобразователь над проводящим полупространством. Контроль листов. 7. Контроль многослойных объектов. 8. Контроль шаров и сфер. 9. Чувствительность преобразователей к дефектам. Методы выделения полезной информации. 10. Влияние скорости движения преобразователя относительно объекта. 11. Особенности контроля ферромагнитных изделий. 12. Вихретоковые дефектоскопы. 13. Толщинометрия. 14. Основные структурные схемы приборов. 15. Расчет и конструирование первичных преобразователей. 16. Схемы включения преобразователей. 17. Общая характеристика многоэлементных преобразователей. 18. Строчные и матричные преобразователи. Их конструкция и чувствительность. 19. Принципы построения и структурные схемы интроскопов. <p style="text-align: center;"><i>Примерный перечень практических заданий для зачёта</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с $R_v =$
УК-2.2	Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм	
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	

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>$R_i = R = 10$ мм на частоте 1 кГц при контроле немагнитного листа с $\sigma = 31$ МСм/м, толщиной 4 мм, зазор между катушками ВТП и листом $h = h_v = h_i \rightarrow 0$. Начальное напряжение ВТП $U_0 = 1$ 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 $R_i = 10$ мм охватывает длинную возбуждающую катушку ($l_v = 40$ мм) радиусом $R_v = 8,5$ мм. Радиус контролируемого цилиндра $R = 6$ мм, $\mu_r = 1$, удельная электропроводность 15,8 МСм/м, ток возбуждения $I_v = 0,1$ А, частота тока $f = 2$ кГц, количество витков возбуждающей катушки $W_v = 500$, измерительной $W_i = 200$.</p> <p>3. Определить приращение напряжения ΔU проходного ВТП с диаметром измерительной обмотки $D_i = 28,2$ мм и начальным напряжением $U_0 = 1$ В при изменении на 1% диаметра неферромагнитного цилиндра с номинальным диаметром $D_0 = 20$ мм и $\sigma = 33,6$ МСм/м, если частота тока возбуждения $f = 3$ кГц</p> <p>4. Определить приращение напряжения ΔU проходного ВТП с диаметром измерительной обмотки $D_i = 28,2$ мм и начальным напряжением $U_0 = 1$ В при изменении на 1% удельной электропроводности неферромагнитного цилиндра с номинальным диаметром $D_0 = 20$ мм и $\sigma = 33,6$ МСм/м, при контроле на самой оптимальной частоте. Определить эту частоту.</p> <p>5. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с $R_v = R_i = R = 10$ мм на частоте 1 кГц при контроле немагнитного листа с $\sigma = 15,5$ МСм/м, толщиной 2 мм, зазор между катушками ВТП и листом $h = h_v = h_i \rightarrow 0$. Начальное напряжение ВТП $U_0 = 1$ В.</p> <p>6. Найти относительный вносимый в наружный проходной ВТП магнитный поток $F_{вн}^*$ при возбуждении магнитного поля прямоугольным импульсом $H(t)$ в трубе с $R_1/R_2 = 0,95$ в момент времени $t^* = 0,01$</p> <p>7. Определите приращение напряжения измерительной обмотки радиусом $R_i = 10$ 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, начальной напряжением ВТП $U_0 = 0,5$ В</p> <p>8. Определите приращение напряжения измерительной обмотки накладного ВТП ($R_v = R_i = 5$ 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</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>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 равен 3,75 мм.</p> <p>9. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с $R_v = R_i = R = 10$ мм на частоте 1 кГц при контроле немагнитного листа с $\sigma = 62$ МСм/м, толщиной 2 мм, зазор между катушками ВТП и листом $h = h_v = h_i \rightarrow 0$. Начальное напряжение ВТП $U_0 = 1$ 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 $l_{cp} = 2$ дм, площадь поперечного сечения магнитопровода $S = 10$ см², ток в обмотке $I = 5$ А, а количество витков обмотки $W = 100$?</p> <p>11. Чему равна глубина проникновения плоской волны электромагнитного поля в медную пластину ($\sigma = 57$ МСм/м) на частоте $f = 10$ кГц?</p> <p>12. Определить относительный вносимый векторный потенциал поля $A_{вн}^*$ накладного ВТП с прямоугольным импульсом тока $i_v(t)$ при возбуждении магнитного поля в листе толщиной $T^* = 0,2$ в момент времени $t^* = 0,1$</p> <p>13. Рассчитать комплексным методом распределение токов и напряжений в цепи (рис.). Закон изменения ЭДС $e = 141 \sin^* \omega t$. Сопротивления $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, индуктивность $L = 38,22$ мГн, емкость $C = 1061,6$ мкФ. Частота $f = 50$ Гц. Постройте векторную диаграмму напряжений</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 требований нормативно-технической документации	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачёту</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая характеристика метода. Основные уравнения, описывающие электромагнитные процессы при контроле. 2. Классификация вихретоковых преобразователей.
ПК-1.2	Осуществляет настройку и оценку параметров неразрушающего контроля с соблюдением требований охраны труда	<ol style="list-style-type: none"> 3. Контроль цилиндрических объектов наружными, внутренними, экранными преобразователями. 4. Сопоставление преобразователей. Контроль цилиндров с эллиптической формой сечения. 5. Контроль преобразователями с неоднородным полем. 6. Накладной преобразователь над проводящим полупространством. Контроль листов. 7. Контроль многослойных объектов. 8. Контроль шаров и сфер.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<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>Примерный перечень практических заданий</p> <p>1. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с $R_v = R_i = R = 10$ мм на частоте 1 кГц при контроле немагнитного листа с $\sigma = 31$ МСм/м, толщиной 4 мм, зазор между катушками ВТП и листом $h = h_v = h_i \rightarrow 0$. Начальное напряжение ВТП $U_0 = 1$ 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 $R_i = 10$ мм охватывает длинную возбуждающую катушку ($l_v = 40$ мм) радиусом $R_v = 8,5$ мм. Радиус контролируемого цилиндра $R = 6$ мм, $\mu_r = 1$, удельная электропроводность 15,8 МСм/м, ток возбуждения $I_v = 0,1$ А, частота тока $f = 2$ кГц, количество витков возбуждающей катушки $W_v = 500$, измерительной $W_i = 200$.</p> <p>3. Определить приращение напряжения ΔU проходного ВТП с диаметром измерительной обмотки $D_i = 28,2$ мм и начальным напряжением $U_0 = 1$ В при изменении на 1% диаметра неферромагнитного цилиндра с номинальным диаметром $D_0 = 20$ мм и $\sigma = 33,6$ МСм/м, если частота тока возбуждения $f = 3$ кГц</p> <p>4. Определить приращение напряжения ΔU проходного ВТП с диаметром измерительной обмотки $D_i = 28,2$ мм и начальным напряжением $U_0 = 1$ В при изменении на 1% удельной электропроводности неферромагнитного цилиндра с номинальным диаметром $D_0 = 20$ мм и $\sigma =$</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>33,6 МСм/м, при контроле на самой оптимальной частоте. Определить эту частоту.</p> <p>5. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с $R_v = R_i = R = 10$ мм на частоте 1 кГц при контроле немагнитного листа с $\sigma = 15,5$ МСм/м, толщиной 2 мм, зазор между катушками ВТП и листом $h = h_v = h_i \rightarrow 0$. Начальное напряжение ВТП $U_0 = 1$ В.</p> <p>6. Найти относительный вносимый в наружный проходной ВТП магнитный поток $\Phi_{вн}^*$ при возбуждении магнитного поля прямоугольным импульсом $H(t)$ в трубе с $R_1/R_2 = 0,95$ в момент времени $t^* = 0,01$</p> <p>7. Определите приращение напряжения измерительной обмотки радиусом $R_i = 10$ 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</p> <p>8. Определите приращение напряжения измерительной обмотки накладного ВТП ($R_v = R_i = 5$ 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 равен 3,75 мм.</p> <p>9. Определить комплексное напряжение измерительной обмотки накладного ВТП с $R_v = R_i = R = 10$ мм на частоте 1 кГц при контроле немагнитного листа с $\sigma = 62$ МСм/м, толщиной 2 мм, зазор между катушками ВТП и листом $h = h_v = h_i \rightarrow 0$. Начальное напряжение ВТП $U_0 = 1$ 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 $l_{cp} = 2$ дм, площадь поперечного сечения магнитопровода $S = 10$ см², ток в обмотке $I = 5$ А, а количество витков обмотки $W = 100$?</p> <p>11. Чему равна глубина проникновения плоской волны электромагнитного поля в медную пластину ($\sigma = 57$ МСм/м) на частоте $f = 10$ кГц?</p> <p>12. Определить относительный вносимый векторный потенциал поля $A_{вн}^*$ накладного ВТП с прямоугольным импульсом тока $i_v(t)$ при возбуждении магнитного поля в листе толщиной $T^* = 0,2$ в момент времени $t^* = 0,1$</p> <p>13. Рассчитать комплексным методом распределение токов и напряжений в цепи (рис.). Закон изменения ЭДС $e = 141 \sin^* \omega t$. Сопротивления $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, индуктивность $L = 38,22$</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>мГн, емкость $C = 1061,6$ мкФ. Частота $f = 50$ Гц. Постройте векторную диаграмму напряжений</p> <p><i>Перечень вопросов и заданий</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конструкции ВТП. Структурные схемы 2. Классификация и технические характеристики дефектоскопов 3. Статические дефектоскопы 4. Динамические дефектоскопы 5. Вихретоковые толщиномеры 6. Приборы для контроля физико-механических параметров электропроводящих объектов 7. Дефектоскоп «Константа ВД-1». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах в статическом режиме 8. Дефектоскоп «Константа ВД-1». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах в динамическом режиме 9. Дефектоскоп «ВИТ-4». Проверить работоспособность. Осуществить проведение контроля на стандартных образцах

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Приборы и методы вихретокового контроля» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачёта с оценкой (7 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 зачёта 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.