

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Наземные транспортно-технологические комплексы»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.5 «МЕТОДЫ МАГНИТНОГО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ»

для направления подготовки
12.03.01 «Приборостроение»
по профилю
«Приборы и методы контроля качества и диагностики»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Наземные транспортно-технологические комплексы»
Протокол № 4 от «16» января 2025 г.

И. о. заведующего кафедрой
«Наземные транспортно-
технологические комплексы»
«16» января 2025 г.

Д. П. Кононов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП
«16» января 2025 г.

В.Н. Коншина

1 Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Методы магнитного и электромагнитного контроля» (Б1.В.5) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. №945, с учетом профессионального стандарта 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции, утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.07.2021 № 480н.

Целью изучения дисциплины «Методы магнитного и электромагнитного контроля» является ознакомление студентов с физическими основами магнитных и электромагнитных методов неразрушающего контроля (далее НК); основными параметрами, определяющими достоверность результатов контроля, принципами их измерения и эталонирования; основными положениями технологий и методиками контроля качества изделий и соединений.

Полученные знания позволяют студентам целенаправленно и детально изучать отдельные методы и соответствующую аппаратуру в дисциплинах, предусмотренных учебным планом

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- классификация методов магнитного и электромагнитного контроля;
- физические основы, классификация, аппаратура и технологии вихревого вида неразрушающего контроля;
- перспективы развития методов магнитного и электромагнитного контроля.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенции) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

В рамках изучения дисциплины осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий	
<p>ПК-1.2.2 Умеет анализировать нормативную, конструкторскую и технологическую документацию; выбирать методы и средства контроля характеристик поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов и комплектующих изделий; использовать средства измерений, методики измерений, контроля, испытаний для проведения контроля поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий; определять соответствие характеристик поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов, комплектующих, изделий нормативным, конструкторским и технологическим документам.</p>	<p>Обучающийся умеет анализировать нормативную, конструкторскую и технологическую документацию. Выбирать методы и средства контроля характеристик поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов и комплектующих изделий. Использовать средства измерений, методики измерений, контроля, испытаний для проведения контроля поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий. Определять соответствие характеристик поступающих материалов, сырья, полуфабрикатов, комплектующих, изделий нормативным, конструкторским и технологическим документам.</p>
ПК-2 Инспекционный контроль производства	
<p>ПК-2.1.2 Знает методики выполнения измерения, контроля и испытаний изготавливаемых изделий.</p>	<p>Обучающийся знает методики выполнения измерения, контроля и испытаний изготавливаемых изделий.</p>
ПК-3 Внедрение новых методов и средств технического контроля	
<p>ПК-3.1.2 Знает физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений; правила и принципы выбора средств измерения, используемых в контрольной оснастке.</p>	<p>Обучающийся знает физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений. Правила и принципы выбора средств измерения, используемых в контрольной оснастке.</p>
<p>ПК-3.1.9 Знает методики контроля и испытаний продукции; порядок оформления и применения операционных карт</p>	<p>Обучающийся знает методики контроля и испытаний продукции; порядок оформления и применения операционных карт технического контроля; методики опробования новых методик измерений, контроля качества и испытаний продукции</p>

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
технического контроля; методики опробования новых методик измерений , контроля качества и испытаний продукции	
ПК-3.2.1 Умеет выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке.	Обучающийся умеет выбирать средства измерения, используемые в контрольной оснастке
ПК-3.3.1 Имеет навыки анализа новых нормативных документов в области технического контроля качества продукции; разработки новых методик контроля и испытаний; внедрения новых методов и средств технического контроля.	Обучающийся имеет навыки анализа новых нормативных документов в области технического контроля качества продукции и разработки новых методик контроля и испытаний, а также внедрения новых методов и средств технического контроля
ПК-4 Проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	
ПК-4.1.2 Знает методики выполнения измерения, контроля и испытаний изготавливаемых изделий; физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств испытаний.	Обучающийся знает методики выполнения измерения, контроля и испытаний изготавливаемых изделий. Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств испытаний.

3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр		
		6	7	8
Контактная работа (по видам учебных занятий)	204	64	80	60
В том числе:				
– лекции (Л)	74	32	32	10
– практические занятия (ПЗ)	66		16	50
– лабораторные работы (ЛР)	64	32	32	
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	148	40	64	44
Контроль	44	4	36	4
Форма контроля знаний	Э, 3, КП	3	Э, КП	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	396/11	108/3	180/5	108/3

5. Содержание и структура дисциплины

5.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
Модуль 1			
1	Методы электро- магнитного кон- троля	Лекция 1 Введение: Предмет курса и его задачи. Общая характеристика электромагнитных методов контроля. Краткая справка о развитии электромагнитных методов контроля. Краткая справка о развитии магнитных методов контроля; ведущая роль отечественных ученых в этом развитии. Структура и содержание курса; его связь с другими дисциплинами учебного плана.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2
		Лекция 2, 3 Классификация и область применения электромагнитных методов контроля Лабораторная работа 1 Способы отстройки от мешающих параметров при исполь-	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
		зовании дефектоскопов с комплексной плоскостью Самостоятельная работа Структурная схема электро- магнитных методов контроля. Классификация и область применения методов. Применение средств магнитного и электромагнитного контроля на железнодорожном транспорте. Примеры применения магнитного и электромагнитного контроля для неферромагнитных материалов (медь, алюминий и их сплавы).	
		Лекция 4-8 Физические основы электромагнитных методов контроля Самостоятельная работа. Характеристики вещества и поля. Основные уравнения электромагнитного поля. Взаимодействие электромагнитного поля с токопроводящей средой. Распределение плотности вихревых токов в металле. Классификация вихретоковых преобразователей. Зависимость параметров поля возбуждающей системы от параметров контролируемого объекта и режима контроля. Годографы вносимого сопротивления и напряжения.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2
		Лекция 9-12. Применение электромагнитных методов контроля для целей дефектоскопии Лабораторная работа. 2 Вихретоковая дефектоскопия деталей подвижного состава.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
		<p>Лабораторная работа 3. Изме- рение глубины и определение угла наклона трещины в об- разцах с различным каче- ством обработки поверхности Самостоятельная работа Формирование поля вихревых токов поверхностными де- фектами. Чувствительность вихретоковых преобразовате- лей (далее ВТП) к дефектам изделий. Формирование поля вихревых токов внутренними дефектами. Формирование поля вихревых токов сквоз- ными дефектами. Основные положения техно- логии контроля изделий с по- мощью проходных, наклад- ных и погружных ВТП.</p>	
		<p>Лекция 13, 14 Применение электромагнитных методов контроля для целей толщи- нометрии Лабораторная работа 4. Изме- рение толщины диэлектриче- ских и электропроводящих покрытий на ферромагнитных основаниях Самостоятельная работа Классификация толщиноме- ров по виду объектов кон- троля и по конструктивному исполнению. Основные по- ложения технологии толщи- нометрии изоляционных по- крытий на электропроводя- щих основаниях. Основные положения толщинометрии электропроводящих нефер- ромагнитных слоев, измере- ния зазоров и диаметров из-</p>	<p>ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
		делий.	
		Лекция 15, 16 Применение электромагнитных методов контроля для целей структуроскопии. Самостоятельная работа Основные положения технологии определения физико-механических характеристик объектов по измерению электропроводности материала объекта. Основные положения технологии определения физико-механических характеристик объектов по измерению относительной магнитной проницаемости материала объекта. Основные положения технологии определения физико-механических характеристик объектов по измерению прочностных характеристик материала объекта.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2
Модуль 2			
2	Методы магнитной дефектоскопии	Лекция 1 Классификация магнитных методов контроля Самостоятельная работа Структурная схема магнитных методов контроля. Классификация методов. Магнитный контроль для целей дефектоскопии, толщинометрии и структуроскопии.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2
		Лекция 2-4 Физические основы магнитных методов контроля Самостоятельная работа Постоянное и переменное магнитное поля. Взаимодействие постоянного магнитного поля с ферромагнитным металлом. Формирование магнитостати-	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
		ческого поля рассеяния де- фекта. Топография магнит- ных полей моделей и реаль- ных дефектов Связь величин поля рассеяния дефекта с параметрами дефекта и ре- жимом контроля.	
		Лекция 5, 6 Классификация и использование преобразователей в магнитных средствах НК Лабораторная работа 1. Магнитопорошковый метод контроля (подготовка к кон- тролю). Самостоятельная работа Типы преобразователей для магнитных средств неразрушающего контроля, физическая сущность, область применения. Феррозонды-полемеры, феррозонды-градиентомеры, преобразователи Холла: основные характеристики, принцип действия, передаточные функции, методики расчета, конструктивные особенности, типы и разновидности. Поверка преобразователей. Магниторезисторы.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2
		Лекция 7, 8 Магнитопорош- ковый метод контроля Практическое занятие 1, 2. Обоснование режимов намаг- ничивания деталей при кон- троле. Расчет зоны ДН. Лабораторная работа 2. Маг- нитопорошковый метод кон-	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
		<p>троля (проведение контроля). Лабораторная работа 3. Про- верка выявляющей способно- сти магнитных индикаторов при магнитопорошковой де- фектоскопии. Самостоятельная работа Поле рассеяния поверхностной трещины и его взаимодей- ствие с частицами магнитного порошка. Влияние размеров трещины на топографию поля рассеяния дефекта. Виды и способы намагничивания и размагничивания деталей. Магнитные порошки и сус- пензии. Технология контроля магнитопорошковым мето- дом. Аппаратура для кон- троля. Основные параметры метода и их эталонирование. Основные параметры методи- ки магнитного контроля стальных изделий и полуфаб- рикатов.</p>	
		<p>Лекция 9-12 Магнитографи- ческий метод контроля . Практическое занятие 3, 4. Двуслойные магнитные лен- ты. Устройства воспроизве- дения. Лабораторная работа 4 Кон- троль твердости ферромаг- нитных материалов магнит- ным методом неразрушающе- го контроля Самостоятельная работа Тео- ретические основы метода. Намагничивание объектов для магнитографического контроля. Процесс записи по- лей дефектов. Магнитоноси-</p>	<p>ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
		тели для записи полей дефек- тов Монолитные магнитоно- сители. Воспроизведение магнитной записи полей де- фектов. Воспроизводящие магнитные головки. Способы считывания магнитной запи- си. Магнитографические де- фектоскопы. Основные пара- метры метода и их эталони- рование.	
		Лекция 13 Магнитоиндукци- онный метод контроля. Практическое занятие 5,6. Намагничивание рельсов магнитной системой вагона- дефектоскопа. Самостоятельная работа. Намагничивание ферромаг- нитных металлов перемен- ным магнитным полем. Ап- паратура и технология кон- троля магнитодинамическим методом. Основные парамет- ры метода.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2
		Лекция 14-16 Магнитоферро- зондовый метод контроля Практическое занятие 7, 8. Основные параметры метода и способы их эталонирова- ния. Лабораторная работа 5. Тех- нология магнитного контроля деталей вагонов. Самостоятельная работа Теоретические основы мето- да. Намагничивание объектов для магнитоферрозондового метода контроля. Аппаратура и технология контроля маг- нитоферрозондовым методом.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
		Формирование магнитодинамического поля дефектов.	
Модуль 3			
	Магнитная толщи- нометрия и струк- туроскопия	<p>Лекция 1 Задачи, решаемые магнитными методами: измерение толщины немагнитного изделия при двухстороннем доступе, измерение толщины немагнитного покрытия на магнитном изделии, измерение толщины немагнитного покрытия на магнитном изделии со стороны немагнитного покрытия, измерение толщины ферромагнетиков (листов, стенок труб, сосудов и т. д.).</p> <p>Лекция 2 Принципы действия и типы толщиномеров.</p> <p>Практическое занятие 1-5. Основные параметры толщиномеров. Технические характеристики магнитных толщиномеров.</p> <p>Практическое занятие 6-10. измерение толщины немагнитного изделия при двухстороннем доступе.</p> <p>Практическое занятие 11-15. измерение толщины немагнитного покрытия на магнитном изделии.</p> <p>Практическое занятие 16-20. измерение толщины немагнитного покрытия на магнитном изделии со стороны немагнитного покрытия.</p> <p>Практическое занятие 21-25. измерение толщины ферромагнетиков (листов, стенок труб, сосудов).</p> <p>Самостоятельная работа. Способы эталонирования ос-</p>	<p>ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы до- стижения компе- тенций
		новых параметров толщи- номеров.	
		Лекция 3 Разновидности маг- нитной структуроскопии: ко- эрцитиметрия, контроль по остаточной намагниченности, контроль по магнитной про- ницаемости, контроль по магнитным шумам (эффект Баркгаузена), метод высших гармоник. Лекция 4 Принципы действия и типы структуроскопов. Самостоятельная работа Ос- новные параметры структу- роскопов и способы их этало- нирования.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2
		Лекция 5 Эффективная об- ласть и объем применения электромагнитных методов контроля в различных отрас- лях и направления их разви- тия.	ПК-1.2.2 ПК-2.1.2 ПК-3.1.2 ПК-3.1.9 ПК-3.2.1 ПК-3.3.1 ПК-4.1.2

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Все- го
1	Методы электромагнитного контроля	32		32	40	104
2	Методы магнитной дефектоскопии	32	16	32	64	144
3	Магнитная толщинометрия и структуроскопия	10	50		44	104
	Итого	74	66	64	148	352
	Контроль					44
	Всего (общая трудоемкость, час.)					396

6 Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы бакалавриата по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используются лаборатории кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы», укомплектованные следующим оборудованием:

- дефектоскоп УД2-102ВД с вихретоковым каналом – 1 шт.
- дефектоскоп вихретоковый ВД-12НФ – 1 шт.
- магнитный толщиномер МТ-2007 – 1 шт.
- Магнитопорошковый дефектоскоп МД-12ПШ – 2 шт.
- магнитопорошковый дефектоскоп ПМД-70 – 1 шт.
- магнитный дефектоскоп МД-42К – 1 шт.
- СОП для проверки магнитных индикаторов – 1 шт.

- СОП фрагмент оси колесной пары – 1 шт.
- дефектоскоп феррозондовый Ф-205.30А – 1 шт.
- манипулятор МУМ 025 датчик положения для феррозонда Ф-205.30А – 1 шт.
- зарядная станция СЗ-190.21 для феррозонда Ф-205.30А – 1 шт.
- магнитный толщиномер МТ-2007 – 1 шт.
- магнитный толщиномер Константа М1 – 1 шт.
- магнитный толщиномер Константа К5 – 1 шт.
- магнитный анализатор МА412НМ – 2 шт.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: [https:// ibooks.ru /](https://ibooks.ru/) — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Сервер «Неразрушающий контроль в России» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ndt.ru/> - Режим доступа свободный;
- Промышленный портал Complexdoc [Электронный ресурс]. URL: <http://www.complexdoc.ru/> - Режим доступа - свободный.

8.5. Перечень изданий, используемых в образовательном процессе:

Учебная литература:

1. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 576 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63211 — Загл. с экрана.
2. Аполлонский, С.М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 592 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3188> — Загл. с экрана.
3. Давыдкин А.В. Методы магнитного и электромагнитного контроля. Учебное пособие. - СПб, ПГУПС, 2010. 50 с.
4. Лохов В.П. Методы и технологии магнитного контроля. Часть 1. Общие вопросы магнитного контроля: учебное пособие /Изд-во ПГУПС, 2010, 72с.
5. Лохов В.П. Методы и технологии магнитного контроля. Часть 2: учебное пособие / Изд-во ПГУПС, 2014, 86 с.
6. Ахмеджанов, Р.А. Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.А. Ахмеджанов, В.Ф. Криворудченко. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2005. — 436 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59977> — Загл. с экрана.

Нормативно-правовая документация

1. ГОСТ Р ИСО 12718-2009. Контроль неразрушающий. Контроль вихретоковый. Основные термины и определения
2. ГОСТ Р ИСО 3059—2015 Контроль неразрушающий. Роникающий контроль и магнитопорошковый метод. Выбор параметров осмотра.
3. ГОСТ Р ИСО 10893-5-2016 Трубы стальные бесшовные и сварные. Часть 5. Магнитопорошковый контроль труб из ферромагнитной стали для обнаружения поверхностных дефектов.
4. ГОСТ Р ИСО 24497-1-2009 Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Часть 1. Термины и определения.
5. ГОСТ Р ИСО 24497-2-2009 Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Часть 2. Общие требования.

6. ГОСТ Р ИСО 24497-3-2009 Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Часть 3. Контроль сварных соединений.
7. ГОСТ 25225-82 Контроль неразрушающий. Швы сварных соединений трубопроводов. Магнитографический метод.
8. ГОСТ 27750-88 . Контроль неразрушающий. Покрытия восстановительные. Методы контроля толщины покрытий
9. [ГОСТ 30415-96](#) Сталь. Неразрушающий контроль механических свойств и микроструктуры металлопродукции магнитным методом.
10. ГОСТ Р 53700-2009 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Часть 3. Оборудование.
11. ГОСТ Р 53700-2009 (ИСО 9934-3:2002) Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Часть 3. Оборудование.
12. ГОСТ Р 55612-2013 Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения.
13. ГОСТ Р 56097-2014 Системы космические. Контроль неразрушающий. Магнитный пондеромоторный метод контроля толщины гальванических никелевых и никель-хромовых покрытий.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Официальный сайт НИИ мостов и дефектоскопии <http://www.ndt.sp.ru/> - Режим доступа свободный.
- Сервер «Неразрушающий контроль в России» [Электронный ресурс]. URL:<http://www.ndt.ru/> - Режим доступа свободный;
- Акустический журнал URL:<http://www.akzh.ru/> - - Режим доступа свободный.

Разработчик программы

к.т.н., доцент
16.01.2025

А. В. Курков