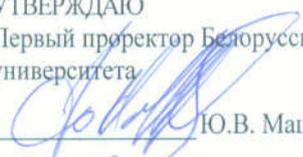


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор Белорусско-Российского
университета


Ю.В. Машин

«17» 06 2022 г.

Регистрационный № УД-120301/Б.1.В.11 /р

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ.

Направленность (профиль) Информационные системы и технологии неразрушающего
контроля и диагностики.

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	6
Лекции, часы	68
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	34
Курсовой проект, семестр	6
Экзамен, семестр	6
Контактная работа по учебным занятиям, часы	118
Самостоятельная работа, часы	98
Всего часов / зачетных единиц	216/6

Кафедра-разработчик программы: «Физические методы контроля»
(название кафедры)

Составитель: В. А. Новиков, д-р техн. наук, профессор.
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение №945 от 19.09. 2017 г., учебным планом рег. № 120301-4 от 30. 08. 2021 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля»
(название кафедры)

« 25 » марта 2022 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  С.С. Сергеев

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

«15» июня 2022 г., протокол № 7

Зам. председателя
Научно-методического совета

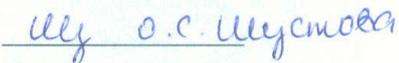
 С.А. Сухоцкий

Рецензент:

В. А. Молочков, генеральный директор ЗАО «ТПМ», к. т. н., доцент.

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является ознакомление студентов с основными положениями физики магнитных, электрических и электромагнитных явлений, физическими принципами основных методов магнитного электрического и вихретокового контроля, с приборной базой и методическими вопросами применения приборов и вспомогательных технических средств для дефектоскопии, измерения геометрических параметров, контроля физико-механических свойств и структуры материалов и изделий.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные закономерности формирования магнитных, электрических и электромагнитных полей;
- характеристики и особенности магнитных, электрических и вихретоковых преобразователей;
- основные методы магнитного, электрического и вихретокового контроля и измерений;
- способы улучшения метрологических характеристик методов и средств контроля;
- принципы действия и структуру универсальных и специальных приборов.

уметь:

- разрабатывать аппаратуру для контроля;
- разрабатывать технологию магнитного, электрического и вихретокового контроля материалов и изделий;
- метрологическое обеспечение технических средств;
- настраивать аппаратуру и проводить контроль материалов и изделий с использованием современных аналоговых и цифровых приборов;
- составлять технологические карты на контроль.

владеть:

- навыками реализации современных технологий магнитного, электрического и вихретокового контроля материалов, изделий, сварных соединений;
- навыками оценки качества контролируемых объектов.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (часть, формируемая участниками образовательных отношений).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика;
- физика;
- теория физических полей;
- информационные технологии;
- материаловедение;
- метрология;
- физические основы получения информации;
- теория электрических цепей;
- технологии и дефекты материалов и изделий;

Перечень учебных дисциплин, которые будут опираться на данную дисциплину:

- приборы и системы медицинской диагностики;

- системы и технологии контроля на АЭС;
- учебно-исследовательская работа студентов.
- экспертные системы в неразрушающем контроле.

Кроме того, результаты изучения дисциплины на лекциях, лабораторных и практических занятиях используются в ходе производственно-технологической практики №2 и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-6	Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики.
ПК-8	Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Введение. Агрегативный комплекс средств неразрушающего контроля. Разрушающий и неразрушающий контроль	Задачи дисциплины. История развития электромагнитных методов контроля. Достижения отечественных ученых в области электромагнитного контроля. Агрегативный комплекс средств неразрушающего контроля. Условные обозначения приборов. Техничко-экономическая эффективность неразрушающего контроля, его связь с разрушающим контролем.	ПК-6
2	Физика магнитных явлений.	Общие сведения о ферромагнетизме. Некоторые сведения из теории кривой намагничивания. Кривая первоначального намагничивания. Нулевая, основная, безгистерезисная кривая намагничивания. Особенности намагничивания монокристалла железа. Петля гистерезиса. Основные магнитные характеристики ферромагнитных материалов. Частные циклы гистерезиса. Магнитная проницаемость (абсолютная, относительная, дифференциальная, возрастания, убывания, обратимая). Влияние температуры на магнитное состояние ферромагнетика. Испытания в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Магнитная проницаемость вещества и тела. Магнитные характеристики конструкционных сталей. Классификация и области применения магнитных методов контроля. Постановка задачи дефектоскопии.	ПК-6
3	Магнитные преобразователи и индикаторы	Магнитные преобразователи и индикаторы магнитных полей. Феррозондовые, индукционные, пондеромоторные преобразователи, магнитные порошки, магнитоносители, преобразователи Холла,	ПК-6

	магнитных полей	магниторезисторы.	
4	Намагничивание и размагничивание объектов	Виды, способы и схемы намагничивания. Применение для намагничивания постоянного, переменного, импульсного, выпрямленного одно-, двухполупериодного и трехфазного тока. Необходимость размагничивания контролируемого ферромагнитного объекта. Способы размагничивания. Максимальная скорость перемещения размагничиваемой детали через соленоид. Оценка качества размагничивания. Показатель размагниченности.	ПК-6
5	Магнитная структурокопия. Ядерный магнитный резонанс. ЯМР-интроскопия	Постановка задачи магнитной структурокопии. Корреляционные связи физико-механических свойств материалов с их магнитными характеристиками. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Стационарный метод ЯМР. Импульсный метод ЯМР. ЯМР-интроскопия.	ПК-6
6	Определение магнитных характеристик ферромагнитных материалов с использованием программного обеспечения ANSYS Academic Research.	Изучение интерфейса программного пакета ANSYS Academic Research EM. Использование ANSYS Academic Research EM для расчета магнитных полей электромагнитов.	ПК-6 ПК-8
7	Экспериментальное определение магнитных характеристик образцов с использованием программного обеспечения ANSYS Academic Research.	Использование программного обеспечения ANSYS Academic Research EM для расчетов магнитных полей постоянных магнитов и полей рассеяния дефектов.	ПК-6 ПК-8
8	Магнитопорошковый контроль.	Сущность магнитопорошкового метода контроля. Подготовка детали к контролю. Выбор вида, способа и схемы намагничивания в зависимости от направления распространения дефектов. Определение режима намагничивания. Способы нанесения магнитного порошка на объект контроля. Осмотр деталей. Типичные признаки дефектов по картине осаждения магнитного порошка. Мнимые дефекты. Особенности контроля сварных соединений. Магнитные пасты и суспензии. Составы магнитных суспензий. Сухой, мокрый и магнитогумированный метод. Способы изготовления дефектограмм. Проверка качества порошков и суспензий. Контрольные образцы для проверки качества суспензии. Особенности контроля флуоресцентным порошком. Автоматические и полуавтоматические установки для магнитопорошкового контроля. Техника безопасности.	ПК-6, ПК-8
9	Магнитографический метод контроля	Сущность магнитографического метода контроля. Требования к намагничивающим устройствам. Свойства магнитносителя. Запись магнитного рельефа на ленту (размагниченную и поляризованную). Преобразование магнитного отпечатка в электрический сигнал. Форма выходного сигнала. Частотная коррекция чувствительности к внутренним дефектам. Дефектоскопы для магнитографического контроля. Магнитографический контроль стыковых сварных соединений. Влияние химсостава и структуры металла в зоне сварного соединения. Анализ суперпозиции полей, записываемых на магнитную ленту в процессе магнитографического контроля стыковых сварных соединений. Изменение поля дефекта с увеличением глубины его расположения в шве. Области качественно разной выявляемости дефектов в шве и их анализ. Однозначность и неоднозначность выявления дефектов в шве. Способы отстройки от	ПК-6

		мешающих факторов в магнитной дефектоскопии. Способы повышения чувствительности и разрешающей способности магнитного контроля. Особенности контроля на остаточной намагниченности. Применение намагничивающих устройств на основе постоянных магнитов. Влияние параметров валика шва на выбор режима намагничивания и чувствительность метода контроля.	
10	Эталонирование магнитной записи	Испытательный образец по ГОСТ 25225-82. Контрольный образец для магнитной дефектоскопии по авт. свид. №741136. Положения методики магнитографического контроля. Достоинства и недостатки магнитографического метода контроля.	ПК-6
11	Приборы для контроля качества термообработки, химического состава и механических свойств материалов и изделий. Индукционный и феррозондовый методы контроля.	Приборы для контроля качества термообработки, химического состава и механических свойств материалов и изделий. Структурные схемы феррозондовых и индукционных коэрцитиметров. Требования к первичным преобразователям. Контроль свойств материала по индукции и намагниченности. Индукционные и феррозондовые дефектоскопы. Дефектоскопия магистральных трубопроводов в процессе их эксплуатации. Особенности неразрушающего контроля энергетических установок.	ПК-6
12	Магнитные толщиномеры	Структурные схемы и основные характеристики магнитных толщиномеров. Приборы с замкнутой и разомкнутой магнитной цепью. Эталонные образцы. Тенденции в развитии приборов магнитного контроля.	ПК-8
13	Электрические методы контроля	Классификация электрических методов контроля. Емкостный метод. Электростатическая порошковая дефектоскопия. Метод контактной разности потенциалов. Трибоэлектрический метод. Электроискровой метод контроля толщины и дефектов в покрытиях. Термоэлектрический метод.	ПК-6
14	Вихретоковый вид контроля	Физические основы вихретокового контроля. Классификация вихретоковых первичных преобразователей (ВТП). Основные уравнения электромагнитного поля в электропроводящей и нелинейной средах (неподвижной и подвижной). Контроль цилиндрических изделий преобразователями с однородным полем. Краевая задача нахождения распределения напряженности магнитного поля и плотности вихревых токов в цилиндре. Зависимость ЭДС измерительной катушки проходного ВТП от параметров контролируемого изделия (цилиндр). Коэффициент заполнения ВТП. Контроль ферромагнитных цилиндров. Накладной преобразователь (НП) над электропроводящим пространством и листом. Приближенное выражение для векторного потенциала. Годографы вектора напряжения в зависимости от обобщенного параметра и зазора. Особенности контроля с помощью НП. Чувствительность НП к параметрам листа и зазору. Выбор оптимальных условий контроля. Накладные экранные преобразователи. Годографы вектора напряжения для НП в зависимости от параметров листа. Дефектоскопия вихретоковыми методами. Математическая формулировка задач дефектоскопии с использованием проходных преобразователей (ПП). Методы решения этих задач. Чувствительность ПП к дефектам кругового цилиндра, трубы. Особенности работы преобразователей при импульсном возбуждении. Переходные процессы в проходных преобразователях. Влияние скорости движения преобразователя относительно объекта контроля. Контролируемые параметры и «мешающие» факторы. Способы ослабления влияния «мешающих» факторов. Применение специальных конструкций преобразователей. Двухпараметровые способы выделения полезной информации. Способы стабилизации и вариации режима контроля. Спектральный анализ сигналов преобразователей. Основные узлы и блоки приборов. Компенсаторы, фазочувствительные цепи, частотные детекторы. Вихретоковые толщиномеры. Приборы для сортировки объектов из ферромагнитных материалов. Методика контроля физико-	ПК-6

		<p>механических свойств стальных изделий. Сортировка сталей по маркам. Связь химических характеристик объектов с их удельной электрической проводимостью. Сортировка неферромагнитных металлов и сплавов. Измерители удельной электрической проводимости.</p> <p>Связь электрических и магнитных характеристик с их физико-химическими свойствами. Перспективы развития вихретоковых методов контроля. Заключение.</p>	
--	--	--	--

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практическ (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельн ая работа, курсы	Форма контроля знаний	Баллы(max)
Модуль 1									
1	Тема 1. Введение. Достижения отечественных ученых. Агрегативный комплекс средств неразрушающего контроля. Разрушающий и неразрушающий контроль	2	1. Размерности магнитных и электрических величин. Действия над размерностями.	2	Л.р. № 1. Определение кривой намагничивания ферромагнитного материала.	2	1	ЗЛР	2
1	Тема 2. Физика магнитных явлений.	2							
2	Тема 2. Физика магнитных явлений.	2	2. Расчет магнитостатических полей дефектов	2	Л.р. № 2. Размагничивание объектов контроля. Определение качества размагничивания.	2	1	ЗЛР	2
2	Тема 2. Физика магнитных явлений.	2							
3	Тема 3. Магнитные преобразователи и индикаторы магнитных полей	2	3. Определение оптимального режима намагничивания при контроле ферромагнитных изделий.	2	Л.р. №3. Градуировка ленточного локального магнитоносителя. Исследование топографии тангенциальной составляющей поля в зоне сварного соединения.	2	1	ЗЛР ЗИЗ	2 1
3	Тема 4. Намагничивание и размагничивание объектов	2							
4	Тема 5. Магнитная структуроскопия. Ядерный магнитный резонанс. ЯМР-интроскопия	2	3. Определение оптимального режима намагничивания при контроле ферромагнитных изделий.	2	Л.р. № 4. Изучение принципа работы и устройства коэрцитиметра КИФМ-1.	2	1	ЗЛР	2
4	Тема 6. Определение магнитных характеристик ферромагнитных материалов с использованием программного обеспечения ANSYS Academic Research.	2							
5	Тема 7. Экспериментальное определение магнитных характеристик образцов с использованием программного обеспечения ANSYS Academic Research..	2	3. Определение оптимального режима намагничивания при контроле ферромагнитных изделий.	2	Л.р. № 5. Изучение конструкции, принципа работы и возможности применения магнитопорошковых дефектоскопов	2	1	ЗИЗ ЗЛР	1 2
5	Тема 8. Магнитопорошковый контроль.	2							
6	Тема 8. Магнитопорошковый контроль.	2				2	2	ЗЛР ЗИЗ	2 1

6	Тема 8. Магнитопорошковый контроль.	2			Л.р. № 6. Исследование выявляемости дефектов в изделиях из ферромагнитных материалов магнитопорошковым методом.					
7	Тема 9. Магнитографический метод контроля	2	4. Методика магнитопорошкового контроля.	2	Л.р. № 7. Написание технологической карты по магнитопорошkovому контролю.	2	1	ЗИЗ ЗЛР	1 2	
7	Тема 9. Магнитографический метод контроля	2								
8	Тема 9. Магнитографический метод контроля	2			Л.р. № 8. Исследование магнитографического метода контроля качества сварных соединений.	2	2	КР ЗЛР ПКУ	10 2 30	
8	Тема 9. Магнитографический метод контроля	2								
Модуль2										
9	Тема 10. Эталонирование магнитной записи	2	5. Расчет электромагнита для намагничивания постоянным полем изделий в процессе магнитного контроля с использованием программного пакета ANSYS Academic Research EM.	2	Л.р. № 9. Исследование эффективности различных способов магнитографического контроля сварных соединений.	2	1	ЗИЗ ЗЛР	1 2	
9	Тема 11. Приборы для контроля качества термообработки, химического состава и механических свойств материалов и изделий. Индукционный и феррозондовый методы контроля.	2								
10	Тема 12. Магнитные толщиномеры.	2			Л.р. № 10. Измерение глубины дефекта электропотенциальным методом	2	1	ЗЛР	2	
10	Тема 13. Электрические методы контроля.	2								
11	Тема 13. Электрические методы контроля.	2	6. Пр.р. №5.	2	Л.р. № 11. Изучение устройства и принципа работы магнитных толщиномеров. Проведение исследований по определению толщины объектов.	2	2	ЗЛР	2	
11	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2								
12	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2			Л.р. № 12. Изучение устройства и принципа работы вихретоковых толщиномеров. Проведение исследований по определению толщины объектов.	2	2	ЗЛР	2	
12	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2								
13	Тема 14. Вихретоковый вид	2	7. Вопросы и задачи	2	Л.р. № 13.	2	2	ЗЛР	2	

	контроля		практических занятий вихретокового контроля		Изучение устройства и принципа работы вихретоковых дефектоскопов. Проведение исследований по выявлению дефектов в объектах.				
13	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2							
14	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2			Л.р. № 14. Исследование выявляемости дефектов в реальных изделиях электромагнитны- ми методами.	2	2	ЗЛР	2
14	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2							
15	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2	8. Вопросы и задачи практических занятий вихретокового контроля	2	Л.р. № 15. Исследование магнитографическ ого метода контроля с намагничиванием объекта через уложенный на его поверхность магнитоноситель.	2	2	ЗЛР	2
15	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2							
16	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2			Л.р. № 16. Составление заключения о результатах контроля.	2	2	ЗИЗ ЗЛР	1 2
16	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2							
17	Тема 14. Вихретоковый вид контроля	2			Л.р. № 16. Составление заключения о результатах контроля.	2	2	КР ЗЛР ПКУ	10 2 30
17	Тема 14. Вихретоковый вид	2							
1-17	Выполнение курсового проекта						36		
18- 20							36	ПА (экза- мен)	40
	Итого	68		16		34	98		100

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторных работ;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПА – промежуточная аттестация.

КР – контрольная работа.

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

Итоговая оценка определяется в соответствии с таблицей:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

2.3 Требования к курсовому проекту

Целью курсового проекта является развитие навыков самостоятельной творческой работы студентов на основе знаний, полученных при прохождении лекционных, практических и лабораторных занятий.

Примерная тематика курсовых работ представлена в приложении и хранится на кафедре. Тематика курсовых проектов связана с вопросами расчета режима намагничивания и электромагнита для технических средств.

Курсовой проект состоит из графической части (3,5 - 4 листа формата А1) и пояснительной записки (35-40 стр. текста). Содержание пояснительной записки может включать следующие разделы.

Введение. 1. Общая часть.1.1 Характеристика объекта контроля. Технология его изготовления. Постановка задачи проектирования 1.2. Дефекты, возникающие в контролируемой зоне объекта. 1.3 Обоснование выбора метода контроля. 1.4. Анализ литературных источников с целью выбора способа контроля. 2. Разработка оборудования для контроля. 2.1. Анализ литературных источников с целью разработки или модернизации оборудования для контроля. 2.2. Компоновка оборудования для контроля. 2.3. Расчет электромагнита намагничивающего устройства. 2.3. Разработка оборудования для контроля. Описание устройств и принципа их действия. 3 Разработка схемы электрической принципиальной для индикации и подсчета недопустимых дефектов. 4. Мероприятия по охране труда. Заключение. Список литературы. Приложения.

Графическая часть может содержать:

- 1 Расчет оптимального режима намагничивания.
- 2 Расчет электромагнита намагничивающего устройства.
- 3 Чертеж устройства для обнаружения компактных дефектов в швах объекта.
- 4 Чертеж устройства для обнаружения протяженных дефектов в шве.

Примерный перечень тем курсовых проектов:

Разработка технических средств и методики контроля сварных швов стальных обечаек.

Разработка технических средств и методики магнитного контроля сварных швов магистральных трубопроводов.

Разработка технических средств и методики дефектоскопии дисковых пил.

Разработка технических средств и методики контроля стальных осей.

Выполненный и правильно оформленный курсовой проект сдается руководителю на проверку не позднее, чем за три дня до установленного срока защиты и после проверки может быть представлен к защите. Проект должен быть подписан автором и руководителем.

Защита проекта производится перед комиссией в составе 2 - 3 преподавателей кафедры.

Разбивка этапов курсового проекта, определение количества минимальных и максимальных баллов за каждый из них производится преподавателем. Примерный перечень этапов выполнения курсового проекта и количества баллов за каждый из них представлены в таблице.

№	Этап выполнения	Мин. балл	Макс. балл
	Модуль 1		
1	Анализ состояния вопроса разработки	6	10
2	Выбор методики выполнения расчета	6	10
3	Расчет оптимального режима намагничивания	6	10
	Модуль 2		
4	Выбор расчетной схемы электромагнита намагничивающего устройства	6	10
5	Расчет магнитных напряжений в магнитной цепи	6	10
6	Определение параметров электромагнита	6	10
	Итого за выполнение курсового проекта	36	60
	Защита курсового проекта	15	40

Итоговая оценка курсового проекта представляет собой сумму баллов за его выполнение и защиту и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Темы 1-4, 8, 10-13	Зан. 1,4	1-13, 15,16	66
2	Мультимедиа				
3	Проблемные / проблемно-ориентированные	Тема 9		Лаб. 14	8
4	Дискуссии, беседы				
5	Деловые игры				
6	Виртуальные				
7	С использованием ЭВМ	Темы 5-7, 14	Зан. 5-8		40
8	Расчетные		Зан.2,3		4
	ИТОГО	68	16	34	118

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Контрольные задания для проведения рейтинг-контроля промежуточной и итоговой аттестации	4
4	Тесты для защиты лабораторных работ	6
5	Индивидуальные задания	1
6	Перечень тем курсовых проектов	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
	<i>Компетенция ПК-6. Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики.</i>		
	<i>ПК-6-2. Разрабатывать типовые технологии электромагнитного контроля и составлять первичные нормативные документы на контроль.</i>		
1	Пороговый уровень	Понимать методы сбора и анализа данных для расчета элементов магнитных цепей намагничивающих устройств.	Выполнение анализа литературных источников по курсовому проекту. Оформление отчета по лабораторной работе.

2	Продвинутый уровень	Уметь применять методы сбора и анализа данных для расчета и проектирования элементов магнитоэлектрических устройств.	Выполнение отдельных разделов курсового проекта с элементами разработок. Оформление отчета по лабораторной работе с использованием ПО.
3	Высокий уровень	Уметь отбирать и анализировать собранные данные для дальнейшего их использования в расчетах и при проектировании.	Проектирование отдельных узлов магнитоэлектрической аппаратуры с использованием программного пакета ANSYS Academic Research EM.
<i>Компетенция ПК-8. Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий.</i>			
<i>ПК-8.2. Выбирать и применять наиболее экономичные и производительные методы, приборы и системы электромагнитного неразрушающего контроля материалов и изделий.</i>			
1	Пороговый уровень	Уметь проводить проверку и наладку приборов и систем неразрушающего контроля материалов, изделий.	Навыки проверки наладки и регулировки приборов и систем неразрушающего контроля материалов, изделий.
2	Продвинутый уровень	Уметь проводить регулировку магнитоэлектрического оборудования. Умеет проводить настройку программных средств.	Навыки регулировки приборов и настройки их на требуемые режимы работы.
3	Высокий уровень	Оценивать качество проверки, наладки и регулировки средств неразрушающего контроля.	Способность оценки качества наладки и регулировки средств неразрушающего контроля.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ПК-6. Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики.</i>	
Может оформить результаты лабораторных и практических работ, произвести анализ объекта контроля при курсовом проектировании. Может оформить отчет по сбору и анализу данных для выбора способа неразрушающего контроля, включая патентные материалы. Способен выполнить расчетно-графические работы на практических занятиях, расчет магнитных цепей устройств для намагничивания объектов при курсовом проектировании с использованием программного пакета ANSYS Academic Research EM.	Контрольные работы. Контрольные задания для проведения рейтинг-контроля промежуточной и итоговой аттестации.
Может оформить отчет по сбору и анализу данных для разработки технических средств неразрушающего контроля, выбрать наиболее	Защита курсового проекта. Контрольные задания для проведения рейтинг-контроля промежуточной и итоговой аттестации.

рациональные технические решения, выполнить компоновку устройств. Способен выполнить расчет отдельных элементов и узлов устройств, спроектировать устройства для неразрушающего контроля при курсовом проектировании.	
Может оформить пояснительную записку по курсовому проекту, обобщить результаты и написать заключение, оформить приложения в пояснительной записке. Может оформить технологическую карту по методам электромагнитного контроля. Способен решить вопрос о возможности использования полученных результатов в других разработках.	Защита курсового проекта. Контрольные задания для проведения рейтинг-контроля промежуточной и итоговой аттестации.
<i>Компетенция ПК-8.</i> Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий.	
Может выбрать базу для сравнения и условий сопоставимости вариантов применения средств неразрушающего контроля для конкретного объекта.	Вопросы к экзамену. Индивидуальные задания.
Может выбрать оптимальный вариант новой техники.	Тесты для защиты лабораторных работ. Контрольные задания для проведения рейтинг-контроля, промежуточной и итоговой аттестации.
Может определить экономическую эффективность внедрения новых средств и методов неразрушающего контроля.	Защита курсового проекта.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оценивается в 2 балла. При этом 1 балл начисляется за правильное выполнение работы, 0,5 – за качество оформления и сделанные выводы, 0,5 баллов за защиту. Если по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

5.4 Критерии оценки индивидуальных заданий

Результаты каждого индивидуального задания оцениваются одним баллом. Учитываются правильность выполнения задания, ответы на поставленные вопросы, сделанные выводы.

5.5 Критерии оценки контрольной работы

Контрольная работа включает два объемных теоретических вопроса и четыре мелких вопроса по единицам измерений, действиям над размерностями физических величин, написанию формул, определениям понятий и т. д.

Каждый ответ на теоретический вопрос оценивается по четырехбалльной шкале:

- **4 балла** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос.

- **3 балла** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

- **2 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа.

- **1 балл** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

Если даны правильные ответы на все 4 дополнительных вопроса, то оценка 2, если на два вопроса, то 1, если меньше – то 0.

Таким образом, максимальная оценка по результатам выполнения контрольной работы 10 баллов.

5.6 Критерии оценки практических работ

Большинство практических работ носят индивидуальный характер. Студент, выполнивший расчетную работу, обязан предъявить ее преподавателю и ответить на поставленные вопросы. Учитываются правильность выполнения расчетов, применение ЭВМ, представление результатов, сделанные выводы, ответы на поставленные вопросы. Баллы при этом не начисляются. Работа должна быть зачтена, что является допуском к выполнению следующей работы.

5.7 Критерии оценки курсового проекта

Курсовой проект включает два раздела, которые входят по одному в каждый модуль.

При этом:

- максимальное количество баллов по разделу начисляется в том случае, если студент выполнил раздел в полном объеме и в соответствии с методическими указаниями (МУ), проявил элементы творчества, использовал достаточное количество литературных и нормативных источников, аккуратно и правильно оформил графическую часть и пояснительную записку, вовремя представил материалы раздела руководителю;

- минимальное положительное количество баллов по разделу начисляется в том случае, если студент выполнил раздел в соответствии с МУ, не проявил творчества, использовал явно недостаточное количество источников, допустил ошибки в расчетах или графических материалах, но устранил их, представил материалы раздела с отставанием от графика;

- промежуточные значения положительных баллов начисляются в зависимости от уровня творчества студента, наполнения раздела, качества оформления расчетной и графической частей раздела, сроков представления материалов.

При защите работы количество положительных баллов лежит в диапазоне от 15 до 40. При оценке работы учитывается:

- полнота решения всех задач проекта и качество содержания проекта;
- самостоятельность решения поставленных задач;
- наличие элементов научных исследований (теоретических и экспериментальных);
- наличие элементов творчества студента;
- оформление графической части;
- оформление пояснительной записки;
- четкость и грамотность сообщения;
- качество и глубина ответов на вопросы.

Каждый из приведенных пунктов оценивается максимальным количеством баллов 5.

5.8 Критерии оценки экзамена

Экзаменационный билет включает 4 теоретических вопроса и один практический вопрос. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 3 до 8 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

Теоретические вопросы:

- **8 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснить их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.

- **7 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

- **6 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.

- **5 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

- **4 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.

- **3 балла** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

Ниже 3 баллов – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение материала по учебникам и другим источникам;
- обзор литературы;
- закрепление изученного материала на групповых занятиях;
- работа со справочной литературой;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к сдаче экзамена.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в устной форме.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Источники и первичные преобразователи для приборов неразрушающего контроля: учебное пособие/ В.И. Борисов [и др.]. – Могилев: Беларус.-Рос. Ун-т, 2019. – 320 с.: ил.	Рек. УМО МО РБ в качестве учеб. пособия для студ. вузов..	60

2	Новиков, В. А. Магнитный контроль в вопросах / В. А. Новиков.– Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2020. – 344 с.: ил.	Рек. УМО МО РБ в качестве учеб. пособия для студ. вузов..	25
---	--	---	----

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Методы контроля качества в машиностроении: учеб. пособие / Е. Г. Кравченко [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 132с.	Рек. ФГАУ "ФИРО" в качестве учеб. пособия для студ. вузов	5
2	Новокрещенов, В. В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении : учеб. пособие для академ. бакалавриата / В. В. Новокрещенов, Р. В. Родякина ; под науч. ред. Н. Н. Прохорова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Юрайт, 2017. — 274с.	Рек. УМО ВО; Доп. УМО по образованию в обл. электро- и теплоэнергетики в качестве учеб. пособия для студ. вузов.	35
3	Бакунов, А. С. Магнитный контроль: учеб. пособие для вузов / А. С. Бакунов, Э. С. Горкунов, В. Е. Щербинин; под ред. В. В. Ключева.–М.: Спектр, 2011.– 194 с.: ил.	Рек. НМС по автоматизированным системам и испытаний РАН в качестве учеб. пособ. для студ. вузов	2
4	Шелихов, Г. С. Магнитопорошковый контроль: учеб. пособие для вузов / Г. С. Шелихов, Ю. А., Глазков; под ред. В. В. Ключева.–М.: Спектр, 2011.–183 с.	Рек. НМС по автоматизированным системам и испытаний РАН в качестве учеб. пособ. для студ. вузов	2
5	Федосенко, Ю. К. Вихретоковый контроль: учебное пособие для вузов / Ю. К. Федосенко, П. Н. Шкатов, А. Г. Ефимов; под ред. В. В. Ключева. – Москва: Спектр, 2018. – 224 с.	Рек. НМС по автоматизированным системам и испытаний РАН в качестве учеб. пособ. для студ. вузов	2
6	Герасимов, В. Г. Методы и приборы электромагнитного контроля / В. Г. Герасимов, В. В. Ключев, В. Е. Шатерников.– М.: Спектр, 2010.– 256с.	Нет	1
7	Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 3. Электромагнитный контроль: Практ. пособие/ Под ред. В. В. Сухорукова, – М.: Высш. шк., 1992. – 312 с.).	Рекомендовано Гос. ком. СССР по науке и образованию.	60
8	Шелихов, Г.С. Магнитопорошковая дефектоскопия в рисунках и фотографиях: практическое пособие. - М.: Дефектоскопия, 2002.–324 с.	Нет	5

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

Для проведения патентно-информационного поиска (изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, товарных знаков и др.) по базам данных патентных ведомств стран мира и международных организаций при выполнении заданий может быть использован справочно-поисковый аппарат.

Республика Беларусь, Национальный центр интеллектуальной собственности: <http://belgospatent.org.by>, <http://www.eapo.org> (<http://www.belgospatent.org>).

Межвузовский центр маркетинга научно-исследовательских разработок <http://www.icm.by>.

Национальный центр правовой информации: <http://www.ncpi.gov.by>.

Великобритания: <http://www.ncpi.gov.uk>.

Германия: <http://www.dpma.de/index.htm>.

Польша: <http://www.uprp.pl/English>.

Россия: <http://www.fips.ru>.

США: <http://www.uspto.gov>.

Украина: <http://www.sdip.gov.ua/rus>.
Франция: <http://www.inpi.fr>.
Швейцария: <http://www.ige.ch>.
Япония: <http://www.jpo.go.jp>.
Канада: <http://patents1.ic.gc.ca>.
Австралия: <http://www.ipaustralia.gov.au>.
Китай: http://www.sipo.gov.cn/sipo_English/default.htm.
ВОИС: <http://www.wipo.int>.
ЕАПО: <http://www.eapo.org>.
ЕПО: <http://ep.espacenet.com>.
РСТ: <http://www.wipo.int/ipdl/en/search/pct/search-adv.jsp>.
www.kpg72.ru/obuchenie-i-attestatciia/attestatciia-po-vidam-nerazrushaiushchego-kontrolya.html
<http://ekaterinburg.srostars.ru/attestatsiya/nerazrushayushchiy-kontrol/>
<http://window.edu.ru/resource/916/49916>
<https://xrs.ru/literatura/uchebniki-i-posobiya>.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1 Приборы и системы электромагнитного контроля: методические рекомендации к практическим занятиям / Сост. В. А. Новиков. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2022. – 31 с.

2 Приборы и системы электромагнитного контроля: методические рекомендации к лабораторным работам / Сост. В. А. Новиков. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2022. – 46 с.

3 Приборы и методы электромагнитного контроля: методические рекомендации к курсовому проектированию / Сост. В. А. Новиков. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2019. – 29 с.

4 Кушнер А. В. Приборы и методы электромагнитного контроля. Расчет электромагнита для намагничивания постоянным полем изделий в процессе магнитного контроля с использованием программного продукта пакета ANSYS Academic Research EM. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов специальности 1-54 01 02 - «Методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» / А. В. Кушнер. – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2021.- 16 с (электронная версия).

7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Темы 5, 7, 14 (лекции), темы 5-8 (практические занятия), курсовое проектирование:

Компас 3D v17.0 – программный пакет для создания конструкторской документации (лицензионная).

MathLab 6.0 – программный пакет для моделирования физических процессов (лицензионная).

Программный пакет **ANSYS Academic Research EM** (лицензионная).

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Электромагнитный контроль» (ауд. 507, корп.2), рег. номер ПУЛ-4.508-507/2-21.

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ

(наименование дисциплины)

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ.

Направленность (профиль) Информационные системы и технологии неразрушающего контроля и диагностики.

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	6
Лекции, часы	68
Практические занятия, часы	16
Лабораторные занятия, часы	34
Курсовая работа, семестр	-
Курсовой проект, семестр	6
Зачёт, семестр	-
Экзамен, семестр	6
Контактная работа по учебным занятиям, часы	118
Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр	-
Самостоятельная работа, часы	98
сего часов / зачетных единиц	216/6

1 Цель учебной дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является ознакомление студентов с основными положениями физики магнитных, электрических и электромагнитных явлений, физическими принципами основных методов магнитного электрического и вихретокового контроля, с приборной базой и методическими вопросами применения приборов и вспомогательных технических средств для дефектоскопии, измерения геометрических параметров, контроля физико-механических свойств и структуры материалов и изделий.

2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные закономерности формирования магнитных, электрических и электромагнитных полей;
- характеристики и особенности магнитных, электрических и вихретоковых преобразователей;
- основные методы магнитного, электрического и вихретокового контроля и измерений;
- способы улучшения метрологических характеристик методов и средств контроля;
- принципы действия и структуру универсальных и специальных приборов.

уметь:

- разрабатывать аппаратуру для контроля;
- разрабатывать технологию магнитного, электрического и вихретокового контроля материалов и изделий;
- метрологическое обеспечение технических средств;

- настраивать аппаратуру и проводить контроль материалов и изделий с использованием современных аналоговых и цифровых приборов;
- составлять технологические карты на контроль.

владеть:

- навыками реализации современных технологий магнитного, электрического и вихретокового контроля материалов, изделий, сварных соединений;
- навыками оценки качества контролируемых объектов.

3. Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-6	Способность разрабатывать типовые технические процессы и составлять отдельные виды технической документации в области приборов и методов контроля качества и диагностики.
ПК-8	Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий.

4. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используется модуль-рейтинговая система оценки знаний студентов, а также следующие формы и методы проведения занятий: традиционные, расчетные, с использованием ЭВМ, проблемно-ориентированные.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
по учебной дисциплине «Приборы и системы электромагнитного контроля»
по направлению подготовки 12. 03 01 «ПРИБОРОСТРОЕНИЕ» (год начала
подготовки 2021)
на 2023-2024 учебный год

№№ п.п	Дополнения и изменения		Основание
	В пункт 7.1 «Основная литература» внести дополнения:		
1	Борисов, В. И. Источники и приемники физических полей и излучений: учеб. пособие для вузов / В. И. Борисов, В. А. Новиков, С. С. Сергеев.-Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 368 с.:ил.	Рек. фед. УМО ВО по укрупн. гр. спец. и направл. подготовки в качестве учеб. пособия для студ. вузов	20 Поступление новой литературы в библиотеку

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физические методы контроля»
(протокол № 7 от 15.03.2023 г.)

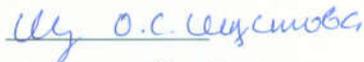
Заведующий кафедрой:
доцент, к.т.н.


С. С. Сергеев

УТВЕРЖДАЮ
Декан электротехнического факультета
доцент, к.т.н.
«23» мал 2023 г.


С. В. Болотов

СОГЛАСОВАНО:
Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела


О.Е. Печковская