Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования

«Белорусско-Российский университет»

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ |
| Первый проректор Белорусско-Российского университета |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.В. Машин  (подпись) |
| «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г. |
| Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_\_\_\_\_/р |

**\_ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ**

(название учебной дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Направление подготовки:** 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

(код и наименование направления подготовки)

**Профиль подготовки:** Информационные системы и технологии неразрушающего контроля и диагностики

(наименование профиля подготовки)

**Квалификация (степень):** бакалавр

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Форма обучения** |
| **Очная** |
| Курс | **3** |
| Семестр | 6 |
| Лекции | 68 |
| Практические занятия | 16 |
| Лабораторные занятия | 34 |
| Курсовая работа | - |
| Курсовой проект | 6 |
| Зачёт | - |
| Экзамен | 6 |
| Аудиторная (контактная) работа, часов | 118 |
| Самостоятельная работа | 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, 2020

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. № 120301-3 от 30.12. 2019 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля».

(название кафедры)

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № .

Зав. кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. С. Сергеев

(подпись)

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета

Белорусско-Российского университета

«\_\_17\_\_»\_июня 2020 г\_2020 г., протокол № \_7\_.

Зам. председателя

Научно-методического совета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. А. Сухоцкий

(подпись)

Рецензент: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Начальник учебно-методического

отдела \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В. А. Кемова

(подпись)

**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 Задачи учебной дисциплины**

Задачами учебной дисциплины являются систематизация и закрепление теоретических знаний, необходимых инженеру при создании новых эффективных методик магнитного, электрического и вихретокового неразрушающего контроля; выработка умений и навыков по комплексному решению технических задач при разработке методов и приборов неразрушающего контроля.

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 циклу профессиональных дисциплин (вариативная часть).

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

- математика (дифференциальное и интегральное исчисление, теория дифференциальных уравнений);

- физика (динамика, механические колебания, элементы физики твердого тела, физика магнитных, электрических и электромагнитных явлений);

- теория физических полей (магнитные, электрические, электромагнитные поля);

- информационные технологии;

- материаловедение;

- метрология;

- физические основы получения информации;

- теория электрических цепей;

- технологии и дефекты материалов и изделий;

- теория физических полей;

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- приборы и системы медицинской диагностики;

- системы и технологии контроля на АЭС;

- графическая среда и средства программирования для неразрушающего контроля;

- компьютерное проектирование;

- учебно-исследовательская работа студентов.

- экспертные системы в неразрушающем контроле.

**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**

**2.1 Содержание учебной дисциплины**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер  тем | Наименование тем | Содержание | Коды формируемых компетенций |
| 1 | **Введение. Агрегативный комплекс 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. Технико-экономическая эффективность неразрушающего контроля, его связь с разрушающим контролем. | ПК-8 |
| 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-8 |
| 3 | **Магнитные преобразователи и индикаторы магнитных полей** | Магнитные преобразователи и индикаторы магнитных полей. Феррозондовые, индукционные, пондеромоторные преобразователи, магнитные порошки, магнитоносители, преобразователи Холла, магниторезисторы. | ПК-8 |
| 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-8 |
| 5 | **Магнитная структуроскопия. Ядерный магнитный резонанс. ЯМР-интроскопия** | Постановка задачи магнитной структуроскопии. Корреляционные связи физико-механических свойств материалов с их магнитными характеристиками. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Стационарный метод ЯМР. Импульсный метод ЯМР. ЯМР-интроскопия. | ПК-8 |
| 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-8,  ПК-6 |
| 9 | **Магнитографический метод контроля** | Сущность магнитографического метода контроля. Требования к намагничивающим устройствам. Свойства магнитоносителя. 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 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. | ПК-8 |
| 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-8 |
| 11 | **Приборы для контроля качества термообработки, химического состава и механических свойств материалов и изделий** | 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 магистральных трубопроводов в процессе их эксплуатации. Особенности неразрушающего контроля энергетических установок. | ПК-8 |
| 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-8 |
| 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-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.  Связь электрических и магнитных характеристик с их физико-химическими свойствами. Перспективы развития вихретоковых методов контроля. Заключение. | ПК-8  ПК-6 |

**2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № недели | | Лекции  (наименование тем) | Часы | Практическ  (семинарские) занятия | | Часы | | Лабораторные занятия | | Часы | | Самостоятельная работа, часы | Форма контроля знаний | Баллы(max) |
| Модуль 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Введение. Агрегативный комплекс 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 | | 3 | ЗИЗ  ЗЛР | 1  2 |
| 1-2 | Тема 2. Физика магнитных явлений. | | 6 |  | |  | |  | |  | |  |  |  |
|  | |  | | Л.р. № 2. Размагничивание объектов контроля. Определение качества размагничивания. | | 2 | | 1 | ЗЛР | 2 |
|  | |  | |  | |  | |  |  |  |
| 3 | Тема 3. Магнитные преобразователи и индикаторы магнитных полей | | 2 | 2. Расчет магнитостатических полей дефектов | | 2 | | Л.р. №3. Градуировка ленточного локального магнитоносителя. Исследование топографии тангенциальной составляющей поля в зоне сварного соединения. | | 2 | | 3 | ЗИЗ  ЗЛР | 1  2 |
| 3 | Тема 4. Намагничивание и размагничивание объектов | | 2 |  | |  | |  | |  | |  |  |  |
| 4 | Тема 5. Экспериментальное определение магнитных характеристик образцов с использованием программного обеспечения ANSYS Academic Research. | | 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 | | 3 | ЗИЗ  ЗЛР | 1  2 |
| 5-6 | Тема 8. Магнитопорошковый  контроль. | | 6 |  | |  | |  | |  | |  |  |  |
|  | |  | | Л.р. № 6. Исследование выявляемости дефектов в изделиях из ферромагнитных материалов магнитопорошко-  вым методом. | | 2 | | 1 | ЗЛР | 2 |
|  | |  | |  | |  | |  |  |  |
| 7-8 | Тема 9. Магнитографический метод контроля | | 8 | 4. Методика магнитопорошкового контроля. | | 2 | | Л.р. № 7. Написание технологической карты по результатам магнитопорошко-вого контроля. | | 2 | | 3 | ЗИЗ  ЗЛР | 1  2 |
|  | |  | |  | |  | |  |  |  |
|  | |  | | Л.р. № 8. Исследование магнитографиче-ского метода контроля качества сварных соединений | | 2 | | 1 | КР  ЗЛР  ПКУ | 10  2  30 |
|  |  | |  | |  | |  | |  |  |
| 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 ЕМ. | | 2 | | Л.р. № 9. Исследование эффективности различных способов магнитографиче-  ского контроля сварных соединений. | | 2 | | 3 | 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 электропотенциа-  льным методом | | 2 | | 1 | ЗЛР | 2 |
| 10-11 | Тема 13.Электрические методы контроля. | | 4 |  | |  | |  | |  | |  |  |  |
| 6.Пр.р.№5. | | 2 | | Л.р. № 11. Изучение устройства и принципа работы магнитных толщиномеров. Проведение исследований по определению толщины объектов. | | 2 | | 3 | ЗИЗ  ЗЛР | 1  2 |
| 11-  16 | Тема 14. Вихретоковый вид контроля | | 26 |  | |  | |  | |  | |  |  |  |
|  | |  | | Л.р. № 12. Изучение устройства и принципа работы вихретоковых толщиномеров. Проведение исследований по определению толщины объектов. | | 2 | | 1 | ЗЛР | 2 |
|  | |  | |  | |  | |  |  |  |
| 7. Вопросы и задачи практических занятий  вихретокового контроля | | 2 | | Л.р. № 13. Изучение устройства и принципа работы вихретоковых дефектоскопов. Проведение исследований по выявлению дефектов в объектах. | | 2 | | 3 | ЗИЗ  ЗЛР | 1  2 |
|  | |  | |  | |  | |  |  |  |
|  | |  | | Л.р. № 14. Исследование выявляемости дефектов в реальных изделиях электромагнитны-ми методами. | | 2 | | 1 | ЗЛР | 2 |
|  | |  | |  | |  | |  |  |  |
| 8. Вопросы и задачи практических занятий  вихретокового контроля | | 2 | | Л.р. № 15. Исследование метода контроля с намагничиванием объекта через уложенный на его поверхность магнитоноситель. | | 2 | | 3 | ЗИЗ  ЗЛР | 1  2 |
|  | |  | |  | |  |  |  |
|  | | Л.р. № 16. Составление заключения о результатах контроля. | | 2 | | 1 | КР  ЗЛР  ПКУ | 10  2  30 |
| 17-20 |  | |  |  | |  | |  | |  |  |  |
|  | | Л.р. № 16. Составление заключения о результатах контроля. | | 2 | | 36 | ТА\*  (экзамен) | 40 |
|  | Итого | | 68 |  | | 16 | |  | | 34 | | 68 |  | 100 |

Принятые обозначения:

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторных работ;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ТА – текущая аттестации.

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 Al) и пояснительной записки (35-40 стр. текста). Содержание курсового проекта включает 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 дефектов. 4. Мероприятия по охране труда. Заключение. Список литературы. Приложения.

Графическая часть содержит алгоритмы расчетов и их результаты.

Примерный перечень тем курсовых работ.

* Расчет режима намагничивания и электромагнита для намагничивания пластины толщиной 5 мм из стали Ст3.
* Расчет электромагнита для намагничивания осей диаметром 20 мм из стали 09Г.
* Расчет электромагнита для намагничивания труб диаметром 500 мм с толщиной стенки 12 мм из стали 20.

Выполненная и правильно оформленная курсовая работа сдается руководителю на проверку не позднее, чем за три дня до установленного срока защиты и после проверки может быть представлена к защите. Работа должна быть подписана автором и руководителем.

Защита работы производится перед комиссией в составе 2 преподавателей кафедры.

На выполнение курсовой работы отведено 36 часов самостоятельной работы.

Разбивка этапов курсовой работы, определение количества минимальных и максимальных баллов за каждый из них производится преподавателем. Примерный перечень этапов выполнения курсовой работы 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 курсовой работы** | **36** | **60** |
|  | **Защита курсовой работы** | **15** | **40** |

Итоговая оценка курсовой работы представляет собой сумму баллов за выполнение и защиту курсовой работы и выставляется в соответствии с приведенной 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 инновационных 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 9 – 10 | Зан. 1 – 6, 9 – 11,  16,17 | Лаб. 1 – 7 | 40 |
| 2 | Мультимедиа | Темы 1– 8 |  |  | 30 |
| 3 | Проблемные/ проблемно-ориентированные |  | Зан. 7,8 |  | 4 |
| 4 | Дискуссии, беседы |  |  |  |  |
| 5 | Деловые игры |  |  |  |  |
| 6 | Виртуальные |  |  |  |  |
| 7 | С использованием ЭВМ |  | Зан. 12 – 15 | Лаб. 8,9 | 12 |
| 8 | Расчетные |  |  |  |  |
|  | **ИТОГО** | 34 | 34 | 18 | 86 |

**4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

Оценочные средства контроля знаний студентов входят в состав учебно-методического комплекса дисциплины и хранятся на кафедре. Оценочные средства по дисциплине «Электромагнитные аппараты и системы» включают:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Вид оценочных средств\*** | **Наличие**  **(+ / -)** | **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 | Тестовая (электронная) программа для оценки знаний студентов | + | 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** |
| *Компетенция ПК-9 -* способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники; | | | |
| 1 | Пороговый уровень | Понимает методы сбора и анализа данных для расчета элементов магнитных цепей медицинской техники | Оформление отчета по лабораторной работе  Выполнение обзорной курсовой работы |
| 2 | Продвинутый уровень | Умеет применять методы сбора и анализа данных для расчета и проектирования элементов магнитоэлектрической биотехники | Оформление отчета по лабораторной работе с использованием ПО.  Выполнение отдельных разделов курсовой работы с элементами разработок |
| 3 | Высокий уровень | Умеет отбирать и анализировать собранные данные для дальнейшего их использования в расчетах и проектировании. | Проектирование отдельных узлов магнитоэлектрической аппаратуры с использованием САПР |
| *Компетенция ПК-18 -* способность осуществлять сбор и анализ медико-биологической и научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в сфере биотехнических систем и технологий, проводить анализ патентной литературы. | | | |
| 1 | Пороговый уровень  *…* | Понимает суть и может осуществлять сбор медико-биологической и научно-технической информации | Оформление отчета по обзору известных методик и технических средств магнитоэлектрической терапии |
| 2 | Продвинутый уровень | Умеет применять методы сбора и анализа медико-биологической и научно-технической информации, а также обобщать отечественный и зарубежный опыт в сфере биотехнических систем и технологий | Выполнение раздела курсовой работы по сравнительному анализу технических средств магнитоэлектрической диагностики |
| 3 | Высокий уровень | Умеет оценивать эффективность методов сбора и анализа медико-биологической информации.  Умеет проводить сравнительный анализ методик и технических средств  Умеет проводить патентный поиск. | Оформление отчета по обзору и анализу известных методик и технических средств магнитоэлектрической терапии и диагностики  Оформление отчета по патентному поиску. |
| *Компетенция ПК-28 -* способность проводить проверку, наладку и регулировку оборудования, и настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники. | | | |
| 1 | Пороговый уровень | Умеет проводить проверку, наладку и регулировку магнито электрического оборудования. | Навыки проверки работоспособности и наладки магнитоэлектрических приборов и оборудования. |
| 2 | Продвинутый уровень | Умеет проводить проверку, наладку и регулировку магнитоэлектрического оборудования.  Умеет проводить настройку программных средств. | Навыки регулировки приборов и настройки их на требуемые режимы работы |
| 3 | Высокий уровень | Может оценивать качество проверки, наладки и регулировки магнитоэлектрической биотехники | Способность оценки качества настройки приборов и трактовки полученных изображений |

**5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов**

|  |  |
| --- | --- |
| Результаты обучения | Оценочные средства |
| *Компетенция ПК-9* способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники; | |
| Оформление отчета по лабораторной работе  Выполнение обзорной курсовой работы.  Оформление отчета по лабораторной работе с использованием ПО.  Выполнение отдельных разделов курсовой работы с элементами разработок.  Проектирование отдельных узлов магнитоэлектрической аппаратуры с использованием САПР. | Вопросы к контрольным и лабораторным работам и к экзамену.  Защита лабораторных работ по тестам.  Защита курсовой работы.  Контрольные работы. |
| *Компетенция ПК-18* способность осуществлять сбор и анализ медико-биологической и научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в сфере биотехнических систем и технологий, проводить анализ патентной литературы; | |
| Оформление отчета по обзору известных методик и технических средств магнитоэлектрической терапии.  Выполнение раздела курсовой работы по сравнительному анализу технических средств магнитоэлектрической диагностики.  Оформление отчета по обзору и анализу известных методик и технических средств магнитоэлектрической терапии и диагностики.  Оформление отчета по патентному поиску. | Вопросы к контрольным и лабораторным работам и к экзамену.  Защита курсовой работы.  Контрольные работы.  Защита лабораторных работ по тестам.  Защита тематических презентаций по дисциплине |
| *Компетенция ПК-28* способность проводить проверку, наладку и регулировку оборудования, и настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки биомедицинской и экологической техники. | |
| Навыки проверки работоспособности и наладки магнитоэлектрических приборов и оборудования.  Навыки регулировки магнитоэлектрических приборов и настройки их на требуемые режимы работы.  Способность оценки качества настройки приборов и трактовки полученных результатов. | Вопросы к контрольным и лабораторным работам и к экзамену.  Защита курсовой работы.  Контрольные работы.  Защита лабораторных работ.  Защита тематических презентаций по дисциплине |

**5.3 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов**

Общая оценка знаний, умений и навыков студентов заключается в анализе их работы при выполнении различных видов занятий. Так, при кратком опросе студентов перед началом лекции, по результатам предыдущей лекции, оцениваются их знания в понимании ранее изложенного материала. При проведении студентами измерений во время лабораторных работ оценивается, насколько глубоко они овладели навыками работы с измерительными приборами, а при выполнении ими расчетных заданий, при вызове к доске или при выполнении самостоятельных работ, – оцениваются глубина, точность знаний, строгость математического мышления.

**5.4 Критерии оценки контрольных работ.** Контрольные работы выполняются по всем дидактическим единицам. Каждая работа включает три теоретических вопроса и оценивается положительной оценкой в диапазоне от 5 до 9 баллов. Каждый теоретический вопрос оценивается в 3 балла.

При использовании системы тестирования для каждого студента устанавливается случайная выборка из 18 вопросов из каждой дидактической единицы. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 0,5 баллов. В итоге на положительную оценку студент должен дать правильные ответы на 10 и более вопросов. Итоговая оценка получается простым суммированием с округлением до целого числа баллов в пользу студента.

**5.5 Критерии оценки лабораторных работ.** Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оцениваются в диапазоне от 2 до 4 баллов. При этом 1 балл начисляется за выполнение работы и 1 или 2 балла за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если по окончании модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

**5.6 Критерии оценки курсового проекта.** Курсовой проект включает два раздела, которые входят по одному в каждый модуль. Каждый раздел оценивается количеством баллов от 18 до 30.

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:

1. Полнота решения всех задач проекта и качество содержания проекта;
2. Самостоятельность решения поставленных задач;
3. Наличие элементов научных исследований (теоретических и экспериментальных);
4. Наличие элементов творчества студента;
5. Оформление графической части;
6. Оформление пояснительной записки;
7. Четкость и грамотность сообщения;
8. Качество и глубина ответов на вопросы.

Каждый из приведенных пунктов оценивается максимальным количеством баллов 5.

**5.7 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 разъяснять 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**

Самостоятельное изучение дисциплины складывается из:

- конспектирования лекций преподавателя;

- посещения консультаций преподавателя;

- самостоятельного изучения материала по учебникам и другим источникам;

- тестирования по предмету и выполнения контрольных работ;

- закрепления изученного материала на групповых занятиях;

- выполнения курсовой работы;

- подготовки к сдаче экзамена.

Подготовка к тестированию и написанию контрольной работы по соответствующему модулю дисциплины подразумевает изучение лекционного материала и выполнение практических работ, относящихся к соответствующему модулю.

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

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень усвоения учебного материала;

- полнота общеучебных представлений, знаний и умений по изучаемой теме;

- обоснованность и четкость изложения ответа.

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

**7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**7.1 Основная литература:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы | Гриф | Количество экземпляров |
|  |  |  |  |
| 1 | **Кореневский, Н.А.** Биотехнические системы медицинского назначения: учебник /Н.А. Кореневский, Е.П.Попечителев. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. - 688 е.: ил. | Гриф УМО РФ | 5 |
| 2 | **Кореневский, Н.А.** Узлы и элементы биотехнических систем: учебник /Н.А. Кореневский, Е.П. Попечителев. – Старый Оскол.: ТНТ, 2013. - 448 е.: ил. | Гриф УМО РФ | 5 |
| 3 | **Кореневский, Н.А.** Эксплуатация и ремонт биотехнических систем медицинского назначения: учеб. пособие /Н.А. Кореневский, Е.П. Попечителев. – Старый Оскол.: ТНТ, 2013. - 432 е.: ил. | Гриф УМО РФ | 5 |
| 4 | **Лещенко, В.Г.** Медицинская и биологическая физика: учеб. пособие /В.Г. Лещенко, Г.К.Ильич. – Мн..: Новое знание, 2014. - 552 е.: ил. | Гриф МО РБ | 5 |

**7.2 Дополнительная литература:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы | Гриф | Количество экземпляров |
| 1 | Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 5, Кн.2: Электрический контроль / / Ф.Р. Подмастерьев, С.Ф.Соснин и др.. – М.: Машиностроение, 2006. – 688 с.: ил. | нет | 10 |
| 2 | Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 6, Кн. 1: Магнитные методы контроля / / В. В. Клюев, В. Ф. Мужицкий и др. – М.: Машиностроение, 2006. – 848 с.: ил. | нет | 10 |
| 3 | Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 2, Кн.2: Вихретоковый контроль / / Ю. К. Федосенко, В. Г. Герасимов и др.. – М. : Машиностроение, 2006. – 688 с.: ил. | нет | 10 |

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

**7.3.1 Методические рекомендации**

1. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Методические указания к курсовой работе / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2008.- 28с (87 экз.).

2. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 20 01 02 - «Приборы и методы контроля качества и диагностики» / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2008.- 40 с (87 экз.).

3. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Методические указания к самостоятельной работе для студентов дневного отделения. Часть 1 / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2005.- 28с (87 экз.).

4. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Методические указания к самостоятельной работе для студентов дневного отделения. Часть 2 / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2006.- 30с (87 экз.).

5. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Методические указания к самостоятельной работе для студентов дневного отделения. Часть 3 / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2006.- 25с (87 экз.).

6. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Методические указания к самостоятельной работе для студентов дневного отделения. Часть 4 / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2006.- 37с (87 экз).

7. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Магнитопорошковый метод контроля реальных объектов. Методические указания к самостоятельной работе для студентов дневного отделения. Часть 5 / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2006.- 7с (87 экз.).

8. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Методические указания к практическим занятиям. Часть 1 / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2013.- 7с (87 экз.).

9. Новиков В.А. Приборы и методы электромагнитного контроля. Методические указания к практическим занятиям. Часть 2. Вихретоковый контроль / В.А. Новиков. – Могилев: ГУВПО «Белорусско-Российский университет», 2013.- 7с (87 экз.).

**7.3.2 Плакаты, мультимедийные презентации**

Мультимедийные презентации по лекционному курсу:

Тема 1. Основные графики зависимостей и закономерностей.

Тема 2. Изображения магнитных преобразователей.

Тема 3.Виды, способы и схемы намагничивания.

Тема 4. Сканирование и распознавание образов при ЯМР-томографии.

Тема 5. Основные графики зависимостей.

Тема 6. Основные зависимости и изображения электрических преобразователей.

Тема 7.Изображение вихретоковых преобразователей. Годографы. К пояснению двухпараметровых способов выделения информации.

Тема 8. Электромагнитная стимуляция и терапия.

**7.3.3 Кинофильмы, видеоролики, видеофильмы**

Сканирование и распознавание образов при ЯМР-томографии (тема 4).

**7.3.4 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе (по видам занятий)**

**АUTOCAD 2008 -** программный пакет для конструкторского проектирования.

**Компас 8.0** - программный пакет для создания конструкторской документации.

**MathLab 6.0 –** программный пакет для моделирования физических процессов.

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Электромагнитный контроль» (ауд. 507, корп.2), рег. номер ПУЛ-4.508-507/2-15.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

по учебной дисциплине «Приборы и системы электромагнитного контроля»:

направление подготовки 12. 03. 01 «ПРИБОРОСТРОЕНИЕ» (год начала подготовки 2020)

на 2022-2023 учебный год

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №№  п.п | Дополнения и изменения | | | Основание |
| Пункт 7.1 «Основная литература»считать в новой редакции: | | |  |
| 1 | 1. Источники и первичные преобразователи для приборов неразрушающего контроля: учебное пособие/ В.И. Борисов [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. Ун-т, 2019. – 320 с.: ил. | Рек. УМО МО РБ в качестве учеб. пособия для студ. вузов.. | 60 | Поступление новой литературы в библиотеку |
| 2. Новиков, В. А. Магнитный контроль в вопросах и ответах/ В. А. Новиков.– Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2020. – 344 с.: ил. | Рек. УМО МО РБ в качестве учеб. пособия для студ. вузов.. | 25 | Поступление новой литературы в библиотеку |
| №№  п.п | Пункт 7.2 «Дополнительная литература»считать в новой редакции: | | |  |
| 2 | 1. Методы контроля качества в машиностроении: учеб. пособие / Е. Г. Кравченко [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 132 с. | Рек. ФГАУ "ФИРО" в качестве учеб. пособия для студ. вузов | 5 | Наличие в библиотеке. |
| **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. – 274 с.** | Рек. УМО ВО; Доп. УМО по образованию в обл. электро- и теплоэнергетики в качестве учеб. пособия для студ. вузов. | 35 | Наличие в библиотеке. |
| №№  п.п | Пункт 7.4.1 «Методические рекомендации» считать в новой редакции | | |  |
| 3 | 1 Приборы и системы электромагнитного контроля: методические рекомендации к практическим занятиям / Сост. В. А. Новиков. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – 31 с. | | | Издание методических рекомендаций |
| 2 Приборы и системы электромагнитного контроля: методические рекомендации к лабораторным работам / Сост. В. А. Новиков. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – 46 с. | | | Издание методических рекомендаций |
| 3 Приборы и методы электромагнитного контроля: методические рекомендации к курсовому проектированию / Сост. В. А. Новиков. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – 29 с. | | | Издание методических рекомендаций |
| 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). | | | Наличие методических рекомендаций. |
| №№  п.п | Пункт 8 «Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины» считать в новой редакции: | | |  |
| 4 | Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Электромагнитный контроль» (ауд. 507, корп.2), рег. номер ПУЛ-4.508-507/2-21. | | | Изменение нормативного документа. |

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физические методы контроля»

(протокол № 6 от «25» марта 2022 г.)

Заведующий кафедрой:

Доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. С. Сергеев

УТВЕРЖДАЮ

Декан электротехнического факультета

Доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С. В. Болотов

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Начальник учебно-методического

отдела \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В. А. Кемова