Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования

«Белорусско-Российский университет»

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

**СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**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 | 4 |
| Семестр | 8 |
| Лекции, часы | 32 |
| Лабораторные занятия, часы | 10 |
| Зачёт, семестр | 8 |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 42 |
| Самостоятельная работа, часы | 66 |
| Всего часов / зачетных единиц | 108/3 |

Кафедра-разработчик программы: Физические методы контроля

Составитель: ст. преподаватель Прудников А.Н.

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 27.12. 2019 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля»

«10» марта 2020 г., протокол № 5.

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

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом

Белорусско-Российского университета

«17» июня 2020 г., протокол № 7.

Зам. председателя

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

Рецензент:

Генеральный директор ЗАО «ТПМ», к.т.н., доцент Молочков Василий Александрович

Рабочая программа согласована:

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

Начальник учебно-методического

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

**1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**1.1 Цель учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины является обучение вопросам теории и практики мониторинга безопасности опасных промышленных объектов, зданий и сооружений.

**1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

знать:

−основные понятия и терминологию, связанную с диагностикой и мониторингом;

−основные принципы разработки систем мониторинга различного назначения и различных конструктивных схем;

−современные методы и аппаратно-программную базу диагностики и мониторинга;

уметь:

−планировать и организовывать работы по диагностике и мониторингу;

−выбирать методику, состав, порядок и периодичность проведения работ в ходе мониторинга;

−применять различные методы оценки технического состояния объектов.

владеть:

- навыками обоснования сети наблюдений, методов и технических средств мониторинга, программ наблюдений и технических средств мониторинга;

- навыками сбора и обобщения информации для организации мониторинга, использования информационных ресурсов;

- приемами обработки и представления результатов мониторинга.

**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»;

- «Физические основы получения информации»;

- «Технологии и дефекты материалов и изделий»;

- «Методы анализа и обработки сигналов»;

- «Цифровая информационно-измерительная техника».

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики 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-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**

| Номера тем | Наименование тем | Содержание | Коды формируемых компетенций |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Введение. Мониторинг безопасности. | Основные понятия, цели, задачи и технологии, концепции, принципы и методы мониторинга безопасности. Научные и прикладные задачи диагностики и мониторинга. Правовые и организационные основы мониторинга. Постановка задачи. Исходные данные, необходимые для разработки системы мониторинга. Современное состояние диагностики и мониторинга. | ПК-8 |
| 2 | Мониторинг состояния оборудования | Контроль безопасности оборудования. Мониторинг источника опасности. Принципы построения систем мониторинга. Классификация систем мониторинга. Определение класса системы. Применение систем мониторинга разных классов. Технические требования к системам мониторинга | ПК-8 |
| 3 | Обобщенная математическая модель системы мониторинга | Математическая модель детерминированного процесса единого закона динамики старения. Блок-схема обобщенной модели системы мониторинга состояния. Оценка ошибки системы диагностики и мониторинга. Оценки изменения диагностических признаков. Математическая модель системы мониторинга. Связь между приращением сигнала и приращением износа | ПК-8 |
| 4 | Методы оценки технического состояния объекта | Детерминистский метод. Вероятностный метод. Метод распознавания с помощью формулы Байеса. Метод минимального риска. Логический метод решения | ПК-8 |
| 5 | Диагностика напряженно-деформационного состояния | Натурная тензометрия. Тензорезисторы. Тензодатчики струнного типа. Оптоэлектронные измерители перемещений (деформаций). Магнитошумовые датчики. Акустические датчики. Механические тензопреобразователи. Критерии прочности и диагностика напряженно-деформационного состояния. Регламент мониторинга напряженно-деформированного состояния. | ПК-8 |
| 6 | Вибромониторинг | Общие сведения. Обработка вибрационных сигналов. Автоматизированные системы вибродиагностики. Алгоритмы вибродиагностики. Вибрация оборотной частоты. Вибрация с необоротными частотами. Специфика вибродиагностики механизмов и узлов машин | ПК-8 |
| 7 | Мониторинг состояния объектов методом акустической эмиссии | Метод акустической эмиссии как основа прогнозирования ресурса нагруженных технических объектов. Схема и системы АЭ контроля. Информативные параметры акустической эмиссии. Модели источников сигналов АЭ. Акустическая эмиссия при механических испытаниях материалов. Определение координат источников сигналов акустической эмиссии. Критерии оценки состояния объектов по результатам акустико-эмиссионного контроля. Физические основы прогнозирования остаточного ресурса. Метрологические аспекты акустико-эмиссионной оценки АЭ-показателей прочностной надёжности. Средства акустико-эмиссионного контроля. Применение АЭ в области тяжелого и химического машиностроения, в энергетической и нефтегазодобывающей промышленности | ПК-8 |
| 8 | Прочностной мониторинг зданий и сооружений | Задачи мониторинга и диагностики строительных конструкций. Классификация систем мониторинга. Объекты мониторинга. Состав мониторинга. Организационная структура мониторинга. Мониторинг на стадиях строительства и эксплуатации зданий. Непрерывный мониторинг состояния мостовых сооружений. Оценка напряженно - деформированного состояния конструктивных элементов и всего сооружения. МКЭ-расчёты в ходе мониторинга | ПК-8 |

**2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № недели | Лекции  (наименование тем) | Часы | Практические  (семинарские) занятия | Часы | Лабораторные занятия | Часы | Самостоятельная работа, часы | Форма контроля знаний | Баллы (max) |
| Модуль 1 | | | | | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Введение. Мониторинг безопасности | 2 |  |  |  |  | 6 |  |  |
| 2 | Тема 2. Мониторинг состояния оборудования | 4 |  |  | №1. Исследование параметров вибрации вращающихся механизмов | 2 | 6 |  |  |
| 3 | Тема 3. Обобщенная математическая модель системы мониторинга | 2 |  |  |  |  | 6 |  |  |
| 4 | Тема 4. Методы оценки технического состояния объекта | 4 |  |  | №1. Исследование параметров вибрации вращающихся механизмов | 2 | 6 | ЗЛР | 10 |
| 5 | Тема 5. Диагностика напряженно-деформационного состояния | 2 |  |  |  |  | 6 | КР  ПКУ | 20  30 |
| Модуль 2 | | | | | | | | | | |
| 6 | Тема 5. Диагностика напряженно-деформационного состояния | 4 |  |  | № 2. Мониторинг состояния объектов методом акустической эмиссии. | 2 | 6 |  |  |
| 7 | Тема 6. Вибромониторинг | 2 |  |  |  |  | 6 |  |  |
| 8 | Тема 6. Вибромониторинг . | 4 |  |  | № 2. Мониторинг состояния объектов методом акустической эмиссии. | 2 | 6 |  |  |
| 9 | Тема 7. Мониторинг состояния объектов методом акустической эмиссии | 2 |  |  |  |  | 6 |  |  |
| 10 | Тема 7. Мониторинг состояния объектов методом акустической эмиссии | 4 |  |  | № 2. Мониторинг состояния объектов методом акустической эмиссии. | 2 | 6 | ЗЛР | 10 |
| 11 | Тема 8. Прочностной мониторинг зданий и сооружений | 2 |  |  |  |  | 6 | КР  ПКУ  ПА (зачет) | 20  30  40 |
|  | Итого | 32 |  |  |  | 10 | 66 |  | 100 |

Принятые обозначения

Текущий контроль:

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторных работ;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка | Зачтено | Не зачтено |
| Баллы | 51-100 | 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 1-8 |  | Зан. 1 | 36 |
| 2 | Мультимедиа |  |  |  |  |
| 3 | Проблемные / проблемно-ориентированные |  |  |  |  |
| 4 | Дискуссии, беседы |  |  |  |  |
| 5 | Деловые игры |  |  |  |  |
| 6 | Виртуальные |  |  |  |  |
| 7 | С использованием ЭВМ |  |  | Зан. 2 | 6 |
| 8 | Расчетные |  |  |  |  |
| 9 | … |  |  |  |  |
|  | **ИТОГО** | 32 |  | 10 | 42 |

**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 зачету | 1 |
| 2 | Билеты для зачета | 1 |
| 3 | Контрольные задания для проведения контрольной работы (промежуточного контроля) | 1 |
| 4 | Контрольные задания для зачета | 2 |
| 5 | Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ | 2 |

**5 Методика и критерии оценки компетенций студентов**

**5.1 Уровни сформированности компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Уровни сформированности компетенции** | **Содержательное описание уровня** | **Результаты обучения** |
| ПК-8. Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий | | | |
| ПК-8.7. Выбирает и применяет эффективные методы и структуру систем мониторинга промышленных объектов | | | |
| 1 | Пороговый уровень | Знать и понимать сущность и возможности современных методов и средств мониторинга объектов | Представляет физическую сущность и возможности технологий мониторинга объектов |
| 2 | Продвинутый уровень | Уметь выбирать и применять современные методы и средства мониторинга объектов | Практические навыки реализации мониторинга реального объекта |
| 3 | Высокий уровень | Способен оценивать эффективность и производительность методов и средств мониторинга объектов | Способность выбрать и применить наиболее эффективную технологию мониторинга объектов |

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

|  |  |
| --- | --- |
| Результаты обучения | Оценочные средства |
| КомпетенцияПК-8. Способность применять с наибольшим технико-экономическим эффектом физические методы, приборы и системы неразрушающего контроля материалов, изделий | |
| Представляет физическую сущность и возможности технологий мониторинга объектов | Вопросы к зачету. |
| Практические навыки реализации мониторинга реального объекта | Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ |
| Способность выбрать и применить наиболее эффективную технологию мониторинга объектов | Контрольные задания к контрольным работам. |

**5.3 Критерии оценки контрольной работы**

Контрольные работы выполняются по двум модулям. Каждая работа включает один теоретический и один практический вопрос и оценивается положительной оценкой в диапазоне до 20 баллов. Теоретический вопрос оценивается в 10 баллов, практический в 10 баллов. При этом 10 баллов за практический вопрос начисляется в том случае, если студент получает правильный результат и дает пояснения к используемым формулам; 4 балла в случае приведения только формулы и получения правильного результата

**5.4 Критерии оценки лабораторных работ**

Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оцениваются в диапазоне от 3 до 10 баллов. При этом 3 балла начисляется за выполнение работы и 1-7 балла за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если по окончанию модуля лабораторная работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

**5.5 Критерии оценки экзамена / зачета**

Билет включает 4 теоретических вопроса из каждой дидактической единицы. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 4 до 10 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

* **10 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную и техническую 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;
* **9 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;
* **8 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера;
* **7 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера, не может ответить на некоторые дополнительные вопросы;
* **6 баллов** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на некоторые дополнительные вопросы;
* **5 баллов** – в ответе студента имеются недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки, не может ответить на большую часть дополнительных вопросов, но в целом формулирует ответ на вопрос;
* **4 балла –** в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», не может ответить на дополнительные вопросы;

**Ниже 4 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 учебныезанятия 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 | Диагностика и мониторинг состояния сложных технических систем : учебное пособие / [Махутов Н. А., Пермяков В. Н., Ахметханов Р. С. и др.] . - Тюмень : ТИУ, 2017. - 630 с. : ил. | Гриф МО РФ | 5 |
| 2 | Темнова, Е. Б. Мониторинг безопасности: учебное пособие / Е. Б. Темнова . - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 63 с. : ил. | Гриф МО РФ | 5 |

**7.2 Дополнительная литература**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Библиографическое описание | Гриф | Количество экземпляров |
| 1 | Бахметьев, А. М. Исследование и мониторинг безопасности ядерных установок с использованием вероятностных методов: учебное пособие / А. М. Бахметьев, И. А. Былов, Л. В. Абрамов. - Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 220 с. : ил. | Гриф МО РФ | 5 |
| 2 | Наумова, Л. Н. Коррозионный мониторинг оборудования химических производств: учебное пособие / Л. Н. Наумова, Р. Г. Шевцова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2017. - 86 с. : ил. | Гриф МО РФ | 5 |
| 3 | Епифанцев Ю.А. Мониторинг и диагностика механических объектов : учеб. пособие / Ю.А. Епифанцев, С.В. Полищук ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2009. - 59 с. | Гриф МО РФ | 10 |
| 4 | Герике, Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов : Учеб. пособие / Б.Л. Герике. - Кемерово : Кузбас. гос. техн. ун-т, Ч. 1: Мониторинг технического состояния по параметрам вибрационных процессов. - 1999. - 188 с. : ил. | Гриф МО РФ | 5 |

**7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине**

1. <http://federalbook.ru/files/FS/Soderjanie/FS-26/VI/Mahutov.pdf>
2. <https://avtprom.ru/obsuzhdaem-temu-diagnostika-i-monitoring>
3. <http://vibropoint.ru/vibromonitoring-vibrodiagnostika/>

**8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Оптический, тепловой и радиоволновой контроль» (ауд. 514, корп.2), рег. номер ПУЛ-4.508–514/2-19.