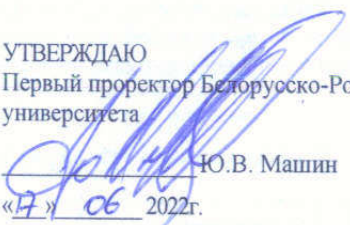


10 1

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор Белорусско-Российского
университета


Ю.В. Машин
«17» 06 2022г.

Регистрационный № УД-120301/6.1.В.21.1/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, 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 30.08.2021г.

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

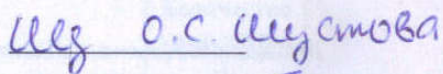
 С. А. Сухоцкий

Рецензент:

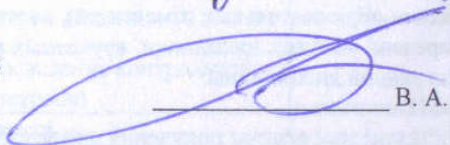
Генеральный директор ЗАО «ТПМ», к.т.н., доцент Молочков Василий Александрович

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь

 О. С. Шустова

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), элективные дисциплины (модули).

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

Но- мера тем	Наименование тем	Содержание	Коды форми- руемых ком- петенций
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

Но- мера тем	Наименование тем	Содержание	Коды форми- руемых ком- петенций
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) за- нятия	Часы	Лабораторные за- нятия	Часы	Самостоятельная работа часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 1. Введение. Мониторинг без- опасности	2					6		
2	Тема 2. Мониторинг состояния оборудо- вания	4			№1. Исследование параметров виб- рации 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 виб- рации 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 объек- тов методом акустической эмиссии.	2	6		
7	Тема 6. Вибромониторинг	2					6		
8	Тема 6. Вибромониторинг .	4			№ 2. Мониторинг состояния объек- тов методом акустической эмиссии.	2	6		
9	Тема 7. Мониторинг состояния объек- тов методом акустической эмиссии	2					6		
10	Тема 7. Мониторинг состояния объек- тов методом акустической эмиссии	4			№ 2. Мониторинг состояния объек- тов методом акустической эмиссии.	2	6	ЗЛР	10
11	Тема 8. Прочностной мониторинг зданий и сооружений	2					6	КР ПКУ ПА (за- чет)	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
Компетенция ПК-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 окончании 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 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	Зацепин А. Ф. Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы : учеб. пособие для вузов / А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков ; под науч. ред. В. Н. Костина. - М. ; Екатеринбург : Юрайт : Изд-во Урал. ун-та, 2018. - 120с.	Рек. метод. советом УрФУ для бакалавров	5
2	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

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	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
2	Основы диагностики технических устройств и сооружений : монография / Г. А. Бигус [и др.]. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - 445с. : ил.	-	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-dagnostika-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-4.508–514/2-21.

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

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	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

1 Цель учебной дисциплины

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

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.

3 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

4 Образовательные технологии

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

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
по учебной дисциплине СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Направление подготовки 12.03.01 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

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

на 2023-2024 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
	Дополнений и изменений нет	

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

(протокол № 7 от «15» марта 2023 г.)

Заведующий кафедрой

Доцент, к.т.н.



С.С. Сергеев

УТВЕРЖДАЮ

Декан электротехнического факультета

Доцент, к.т.н.



С.В. Болотов

«23» мая 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь

Начальник учебно-методического
отдела




О.С. Шустова

О.Е. Печковская

«23» мая 2023 г.