

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Суслин А. В.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии в виброакустике и прочности
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

15.03.03 Прикладная механика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ _____
Носов Виктор Владимирович, д.т.н., профессор, преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., проф. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., проф. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-7.4 — способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-7.4

знания:

- знать физические основы возникновения и распространения упругих волн в различных средах;
- иметь общее представление об акустических методах неразрушающего контроля;
- знать основные физические эффекты, используемые для излучения и приема акустических колебаний;
- знать основные элементы конструкции пьезоэлектрических преобразователей и микрофонов;
- иметь представление о построении функциональных схем и устройстве аппаратуры акустического, ультразвукового и акустико-эмиссионного контроля;
- иметь представление о вопросах методологии акустического контроля и его метрологическом обеспечении;
- иметь представление об основных элементах ультразвуковой интроскопии;
- иметь представление о месте акустических методов среди остальных методов неразрушающего контроля;
- знать возможности и границы применимости основных принципов проектирования приборов и систем, предназначенных для получения информации о состоянии различного рода технических объектах различных отраслей промышленности, является формирование знаний о методах и средствах акустико-эмиссионного диагностирования (АЭД), позволяющих обеспечить надёжность объекта контроля на стадии его производства и эксплуатации;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ЭКОЛОГИЯ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
- ПСК-7.5 — способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА
- УК-8 — Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-7.4
3	5	Раздел 1. Введение. Предмет и содержание учебной дисциплины “Физические основы акустического контроля”. Понятие об акустических колебаниях и волнах в газах, жидкостях и твердых телах. Инфразвук, звук, ультразвук. Скорость волны, частота, длина волны. Энергетические характеристики акустических волн. Связь дисциплины со специальными дисциплинами факультетов. Элементы линейной теории упругости. Поле упругих напряжений. Тензоры напряжения и деформации. Основные виды напряжений. Закон Гука. Тензоры модулей упругости и упругой податливости. Константы Ламэ, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Продольные и поперечные волны в изотропном твердом теле. Скорости распространения продольных и поперечных волн, их связь с упругими характеристиками среды. Инженерная акустика.	8	4	2	2	4	11
3	5	Раздел 2. Физические основы распространения акустических волн в средах. Основные типы волн в ограниченных средах: поверхностные волны, волны в пластинах и стержнях, клиновые волны, сдвиговые волны на поверхностях с периодической неровностью, волны в слоистых средах, стоячие волны. Сферические, цилиндрические, плоские волны. Фазовая и групповая скорости, дисперсия скорости звука. Акустические свойства сред: скорость распространения, акустический импеданс, коэффициент затухания, явления поглощения и рассеяния. Влияние структуры материала, величины зерна, упругой анизотропии на затухание акустических волн. Отражение и преломление плоских акустических волн на границах раздела сред. Трансформация волн. Критические углы. Преломление и отражение на границе двух сред, разделенных тонким слоем. Просветление границы. Явление незеркального отражения (принцип Ферма). Энергетические соотношения при преломлении и отражении акустических волн. Коэффициенты отражения и прозрачности. Рассеяние и дифракция акустических волн.	10	6	3	3	4	11
3	5	Раздел 3. Методы акустического контроля. Классификация основных методов акустического контроля: активные и пассивные методы. Методы прохождения, методы отражения, комбинированные методы методов колебаний. Акустический тракт эхо-метода. Отражение от дефектов различной формы. Физические модели дефектов. АРД - диаграмма, АРД – линейки, SKH – диаграмма. Характеристики эхо-метода: понятие чувствительности, разрешающая способность, максимальная глубина прозвучивания. Теневые метод. Акустический тракт теневого метода. Характеристики метода. Зеркально-теневой метод. Виброакустический метод. Метод акустической эмиссии. Физические основы. Основные параметры метода. Форма импульсов, число импульсов, суммарный счет, скорость счета.	10	6	3	3	4	11
3	5	Раздел 4. Излучение и прием акустических колебаний. Генерация и прием акустических волн. Бесконтактные способы излучения и приема ультразвука: воздушно-акустический, термоакустический, электроакустический, электромагнитоакустический. Основные уравнения прямого и обратного пьезоэлектрического эффекта, коэффициент электроакустической связи, эквивалентная схема пьезопластины, электрическая и акустическая добротность, коэффициенты преобразования при излучении и приеме, коэффициент двойного преобразования. Основные характеристики электроакустического тракта.	10	6	3	3	4	11
3	5	Раздел 5. Акустические преобразователи. Микрофоны и пьезоэлектрические преобразователи. Основные элементы и их назначение. Конструктивное исполнение. Чувствительность, полоса пропускания, акустический контакт, шумы преобразователя, согласование с электрическими схемами, износостойкость. Методы обеспечения максимальной чувствительности и широкополосности. Акустическое поле преобразователя. Понятия поля приёма, поля излучения, поля излучения – приёма. Ближняя и дальняя зоны преобразователя. Диаграмма направленности. Кольцеобразный преобразователь, преобразователь с акустической задержкой, раздельно - совмещенный акустический преобразователь, фокусирующие преобразователи. Наклонные преобразователи. Специальные преобразователи.	10	6	3	3	4	11
3	5	Раздел 6. Аппаратура ультразвукового контроля. Структурные схемы обнаружителей дефектов. Структурная схема ультразвукового импульсного дефектоскопа и временные диаграммы работы. Генератор импульсов возбуждения, приемно-усилительный тракт, блок развертки, блок синхронизации, блок автоматической сигнализации дефектов, временная регулировка чувствительности, блок цифрового отсчета. Структурная схема и временные диаграммы работы ультразвукового импульсного толщиномера.	10	6	3	3	4	11
3	5	Раздел 7. Элементы акустической дефектологии. Литье, поковки, штамповки, прокат. Основные типы дефектов. Влияние дефектов на качество. Сварные соединения, трещины, шлаковые включения, непровары, прожоги, кратеры, поры, раковины. Прочность сварного соединения. Рабочее сечение. Неметаллические и композиционные материалы – основные виды дефектов. Методика дефектоскопии изделий. Общие вопросы разработки методики ультразвуковой дефектоскопии. Перебраковка и недобраковка изделий. Ультразвуковой контроль сварных соединений. Критерии и характеристики обнаружения дефектов. Выбор метода и схемы контроля, подготовка изделия к контролю, выбор рабочей частоты, настройка скорости и масштаба развертки, настройка чувствительности, выбор пути, шага и скорости сканирования. Основные и дополнительные измеряемые характеристики при контроле: амплитуда, эквивалентная площадь, условные размеры, форма. Оценка результатов контроля и их оформление. Обнаружение протяженных дефектов. Ультразвуковая толщинометрия. Условия применимости. Средства ультразвуковой толщинометрии. Подготовка изделия к измерению толщины. Проведение измерений. Погрешности измерений.	10	6	3	3	4	11
3	5	Раздел 8. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. Излучение и распространение звука в помещениях. Общие характеристики шума и его воздействия на человека. Основы защиты от шума и вибраций и проектирования защитных конструкций.	10	6	3	3	4	11
3	5	Раздел 9. Физические основы акустической эмиссии как метода технического	30	22	11	11	8	12

	диагностирования. Физические основы метода акустической эмиссии, микромеханическая модель временных зависимостей потока импульсов акустической эмиссии. Оценка ресурса. Схема и системы АЭ контроля. Информативные параметры акустической эмиссии. Модели источников сигналов АЭ.						
Всего за 5 семестр		108	68	34	34	40	100
Всего по дисциплине		108	68	34	34	40	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Предмет и содержание учебной дисциплины “Физические основы акустического контроля”.	Элементы линейной теории упругости. Основные упругие характеристики. Волновое уравнение. Инженерная акустика	2
2	Раздел 2. Физические основы распространения акустических волн в средах.	Гармонические колебания. Определение амплитуды колебательной скорости, акустического давления и интенсивность волны. Определение коэффициента затухания волны в материале	3
3	Раздел 3. Методы акустического контроля.	Классификация основных методов акустического контроля: активные и пассивные методы. Виброакустика и вибрационная диагностика.	3
4	Раздел 4. Излучение и прием акустических колебаний.	Определение моды волн Лэмба и углов наклона призмы из оргстекла, при которых они будут возбуждаться. Расчет модуля нормальной упругости, модуля сдвига и коэффициента Пуассона для материала по заданным значениям скоростей продольной и поперечной волн и плотности упругой среды их распространения.	3
5	Раздел 5. Акустические преобразователи.	Классификация, конструкции, основные характеристики пьезопреобразователей.	3
6	Раздел 6. Аппаратура ультразвукового контроля.	Ознакомление с конструкцией, основными характеристиками и принципом работы ультразвуковых дефектоскопов. Протоколы А-разверток, полученных дефектоскопом УДЗ –103 при отражении УЗК от ближней, дальней граней и отверстия контролируемого образца соответственно. Связь расположения датчика на образце и изображения сигнала на мониторе дефектоскопа.	3
7	Раздел 7. Элементы акустической дефектологии.	Классификация дефектов в конструкционных материалах и технических объектах. Определение размера акустического отражателя и толщины посредством ультразвуковой толщинометрии. Расчет коэффициентов отражения по модулю для продольной и поперечной волн	3
8	Раздел 8. Инженерная акустика.	Расчёт и конструирование акустических экранов для снижения шума в жилой застройке.	3
9	Раздел 9. Физические основы акустической эмиссии как метода технического диагностирования.	Определение координат источников сигналов АЭ. Определение характеристик прочности и времени до разрушения конструкционных материалов. Определение параметров микромеханической модели временных зависимостей числа импульсов акустической эмиссии конструкционных материалов	11
Всего за 5 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов

1	Раздел 1. Введение. Предмет и содержание учебной дисциплины “Физические основы акустического контроля”.	Анализ лекционного материала.	2
2		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
3	Раздел 2. Физические основы распространения акустических волн в средах.	Анализ лекционного материала.	2
4		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
5	Раздел 3. Методы акустического контроля.	Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
6		Работа над РГР.	2
7		Анализ лекционного материала.	1
8	Раздел 4. Излучение и прием акустических колебаний.	Анализ лекционного материала.	1
9		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
10		Работа над РГР.	2
11	Раздел 5. Акустические преобразователи.	Анализ лекционного материала.	1
12		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
13		Работа над РГР.	2
14	Раздел 6. Аппаратура ультразвукового контроля.	Анализ лекционного материала.	1
15		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
16		Работа над РГР.	2
17	Раздел 7. Элементы акустической дефектологии.	Анализ лекционного материала.	1
18		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
19		Работа над РГР	2
20	Раздел 8. Инженерная акустика.	Анализ лекционного материала.	1
21		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
22		Работа над РГР.	2
23	Раздел 9. Физические основы акустической эмиссии как метода технического диагностирования.	Анализ лекционного материала.	1
24		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
25		Работа над РГР.	6
Всего за 5 семестр			40

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																17
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	РГР, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Носов. . Диагностика машин и оборудования. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
2. В. В. Носов, И. В. Матвиян. . Механика неоднородных материалов. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. М.: Логос, 2015, 20 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://www.biblio-online.ru/> — Электронная библиотека. Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова* кафедрой **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-7.4 способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагрузениях.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с предметом и содержанием учебной дисциплины “Физические основы акустического контроля”. Связь дисциплины со специальными дисциплинами различных факультетов. Рассмотрены физические основы упругих колебаний, их возникновения, отражения, преломления и распространения в упругой среде, типы упругих волн, акустические свойства среды их распространения, способы описания волн и определения их характеристик, связь волн с происходящими в материале процессами перестройки структуры материала, основные принципы получения информации на основе акустического контроля. Приведена классификация и схемы проведения различных методов акустического контроля, рассмотрены вопросы оценки координат источников акустических импульсов и характеристик прочности материала, прогнозирования ресурса и оценки удароопасности горного массива, контрольные задания и методы их выполнения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение. Предмет и содержание учебной дисциплины “Физические основы акустического контроля”.		
Анализ лекционного материала.	В. В. Носов, И. В. Матвиян. . Механика неоднородных материалов: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (1)	2
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Физические основы распространения акустических волн в средах.		
Анализ лекционного материала.	В. В. Носов. . Диагностика машин и оборудования: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (2)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	В. В. Носов, И. В. Матвиян. . Механика неоднородных материалов: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1,6,7)	2
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Методы акустического контроля.		
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	В. В. Носов. . Диагностика машин и оборудования: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3)	1
Работа над РГР.		2
Анализ лекционного материала.		1
Итого по разделу 3		4
Раздел 4. Излучение и прием акустических колебаний.		
Анализ лекционного материала.	В. В. Носов. . Диагностика машин и оборудования: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3)	1
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Работа над РГР.		2
Итого по разделу 4		4
Раздел 5. Акустические преобразователи.		
Анализ лекционного материала.	В. В. Носов. . Диагностика машин и оборудования: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3)	1
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Работа над РГР.		2
Итого по разделу 5		4
Раздел 6. Аппаратура ультразвукового контроля.		
Анализ лекционного материала.	В. В. Носов. . Диагностика машин и оборудования: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3)	1
Изучение рекомендуемых		1

источников по теме раздела.		
Работа над РГР.		2
Итого по разделу 6		4
Раздел 7. Элементы акустической дефектологии.		
Анализ лекционного материала.	В. В. Носов. . Диагностика машин и оборудования: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3)	1
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Работа над РГР		2
Итого по разделу 7		4
Раздел 8. Инженерная акустика.		
Анализ лекционного материала.	Н. И. Иванов. . Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: М.: Логос, 2015 (1,2,7-13)	1
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Работа над РГР.		2
Итого по разделу 8		4
Раздел 9. Физические основы акустической эмиссии как метода технического диагностирования.		
Анализ лекционного материала.	В. В. Носов. . Диагностика машин и оборудования: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (4)	1
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Работа над РГР.		6
Итого по разделу 9		8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- расчетно-графическая работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету приведены в УМК дисциплины

Расчетно-графическая работа

Задание на выполнение расчетно-графической работы (РГР) приведено в УМК по дисциплине и представлено в виде результатов регистрации сигналов акустической эмиссии в электронном и графическом вариантах. Каждый вариант задания содержит представленную для анализа методическую литературу или количественные исходные данные по условиям и результатам регистрации сигналов АЭ соответствующих заданию технических объектов.

РГР выполняется в соответствии с методическими указаниями (Объекты и технологии акустико-эмиссионного контроля и диагностики: Учебно-методический комплекс/, Санкт-Петербургский горный университет, Сост. В.В.Носов СПб, 2018, 148 с.).

Порядок выполнения РГР следующий:

- с использованием стенда по номеру варианта задания составить таблицу исходных данных АЭ контроля,
- выполнить работу по анализу методической литературы или данных акустико-эмиссионного контроля соответствующего технического объекта, провести все необходимые расчеты;
- свести данные оценки результатов контроля и диагностирования в таблицу,
- составить отчет о результатах контроля,
- оформить результаты в виде реферата, содержащего все необходимые расчеты и иллюстрации.

Объем реферата определяется необходимыми расчетами и иллюстрациями.

Процедуры защиты реферата не требуется. Оценка выполнения РГР осуществляется в ходе проверки реферата преподавателем (лектором) по 5-бальной системе согласно ниже приведенных критериев.

Критерии оценивания РГР

- наличие таблицы исходных данных, ее соответствие заданию - 1 балл;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию - 1 балл;
- наличие результирующей таблицы с выводами о результатах анализа методической литературы или классов опасности объектов контроля, правильность полученных результатов - 1 балл;
- правильность и обоснованность выводов - 1 балл;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) - 0.5 балла;
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста) - 0.5 балла.

РГР признается выполненной в случае ее оценки не ниже 3 баллов.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проводится в форме письменного ответа на 10 тестовых вопросов.

Дифференцированный зачет признается сданным при правильных ответах на не менее 6 из 10 тестовых вопросов. Оценка сдачи дифференцированного зачета производится по следующим критериям:

- при правильных ответах на 6 из 10 тестовых вопросов: выставляется оценка «зачтено-удовлетворительно»;

- при правильных ответах на 7-8 из 10 тестовых вопросов: выставляется оценка «зачтено-хорошо», при выполнении 100% контрольных мероприятий;
- при правильных ответах на 9-10 из 10 тестовых вопросов: выставляется оценка «зачтено-отлично», при выполнении 100% контрольных мероприятий.

Паспорт фонда оценочных средств

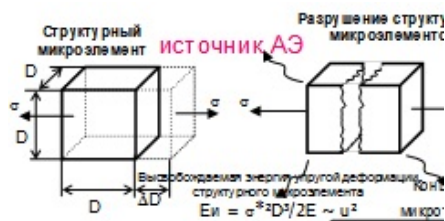
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-7.4	
3	5	Раздел 1. Введение. Предмет и содержание учебной дисциплины “Физические основы акустического контроля”.	8	4	2	2	4	11	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 2. Физические основы распространения акустических волн в средах.	10	6	3	3	4	11	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 3. Методы акустического контроля.	10	6	3	3	4	11	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 4. Излучение и прием акустических колебаний.	10	6	3	3	4	11	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 5. Акустические преобразователи.	10	6	3	3	4	11	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 6. Аппаратура ультразвукового контроля.	10	6	3	3	4	11	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 7. Элементы акустической дефектологии.	10	6	3	3	4	11	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 8. Инженерная акустика.	10	6	3	3	4	11	Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 9. Физические основы акустической эмиссии как метода технического диагностирования.	30	22	11	11	8	12	Вопросы к дифференцированному зачету, Расчетно-графическая работа
Всего за 5 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	

Критерии оценивания

ПСК-7.4

Вопросы открытого типа:

- № 1 Структура автоматизированных систем АЭ контроля включает ...(ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)
- № 2 Акустическая эмиссия – это... (ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)
- № 3 Упругие колебания с частотами, большими 20000 Гц называются...(ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)
- № 4 Размеры микротрещин на первой стадии разрушения ...
- № 5 Преобразование упругой волны в электрический сигнал осуществляется за счет... (ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)
- № 6 Параметр P_f , в формуле $A_{ЭК} = V P_{\Delta t} P_f P_U$ означает...(ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)
- № 7 Эффект Кайзера состоит в... (ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)
- № 8 Отбраковка акустических помех по признаку «сигнал/шум» ведётся с помощью... фильтрации сигналов. (ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)
- № 9 Что изображено на рисунке? (ОТМЕТЬТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ)



1. Преобразование АЭ в электрический сигнал;

2. Тракта сигнала АЭ;

3. Модель источника сигнала АЭ;

4. Всё перечисленное.

- № 10 С увеличением расстояния источника сигнала АЭ до преобразователя АЭ амплитуда и количество регистрируемых сигналов...(ЗАПОЛНИТЕ ПРОПУЩЕННОЕ)

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Что означает параметр λ в формуле

$$N_{\Sigma} = \pi^2 \Delta a b \lambda \delta (K_1^4 - K_0^4) / (16 \sigma_T^4)?$$

ВЫБЕРИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ, УКАЗАВ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

1. плотность источников АЭ или среднее количество импульсов АЭ, излучаемых единицей объема материала при его разрушении;

2. плотность источников АЭ или среднее количество импульсов АЭ, излучаемых единицей объема материала при его пластическом деформировании;

3. коэффициент пропорциональности между числом импульсов АЭ и коэффициентом интенсивности АЭ;

4. размер области пластической деформации, излучающей сигналы АЭ.

- № 2 Что описывает формула ?

$$\frac{dC(t)}{dt} = \frac{C_0 - C(t)}{\Theta_{CF}(t)}$$

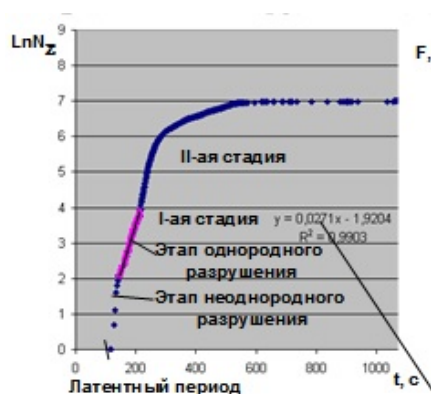
ВЫБЕРИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ, УКАЗАВ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

1. скорость роста трещины на второй стадии разрушения
2. скорость роста концентрации микротрещин на первой стадии разрушения
3. скорость счёта сигналов АЭ

№ 3 скорость роста повреждаемости материала на второй стадии разрушения
Каким образом оценивается информативность диагностических параметров АЭ?

ВЫБЕРИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ, УКАЗАВ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

1. Количеством получаемой информации по результатам диагностирования
 2. Величиной абсолютной погрешности параметра состояния
 3. Величиной коэффициента представительности их значений со значениями параметра состояния;
 4. Величиной ресурса, определённого при диагностировании
 5. Всем перечисленным
- № 4 Что изображено на рисунке?



ВЫБЕРИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ, УКАЗАВ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

1. Временная зависимость логарифма числа импульсов АЭ образцов сварных соединений с идентификацией этапов разрушения;
2. Используемая для оценки АЭ показателей прочности временная зависимость логарифма числа импульсов АЭ образцов сварных соединений с идентификацией этапов разрушения;
3. Используемая для оценки АЭ показателей прочности временная зависимость логарифма числа импульсов АЭ образцов сварных соединений, получаемая при их равномерном нагружении, с идентификацией этапов разрушения;
4. Ничего из приведённого выше.

№ 5 Как определяется параметр NB формулы по оценке ресурса?

$$N_{ост} = N_s / \exp(Y_{AE} \sigma) - N_{пр}$$

ВЫБЕРИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ, УКАЗАВ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

1. По кривой усталости посредством экстраполяции линейного участка полулогарифмированной зависимости на логарифмированную ось количества разрушающих циклов;

2. По формуле $NB = \omega N C \cdot t_0 / C_0 \exp(U_0 / K T)$,

где ωN – частота циклического нагружения.

3. По формуле

$NB = \exp(\ln N G + s R Y R)$,

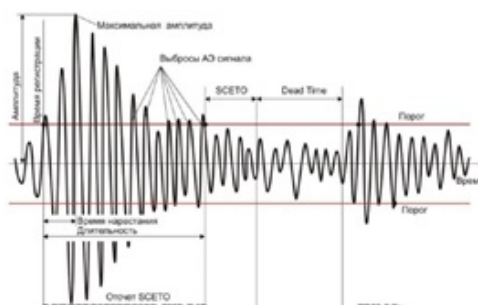
где $NG = 2 \cdot 10^6$ – число циклов, соответствующих перегибу кривой усталости, m – показатель степени кривой усталости.

4. Любым из перечисленных способов
 № 6 Какой из первичных параметров сигнала АЭ является основным для долгосрочного прогнозирования разрушения?

ВЫБЕРИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ, УКАЗАВ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

1. Амплитуда
2. Выбросы
3. Время регистрации
4. Длительность

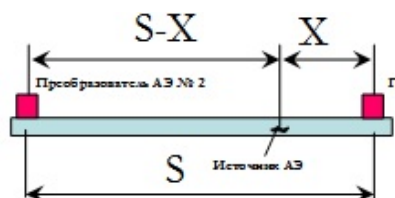
- № 7 Что изображено на рисунке? (ОТМЕТЬТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ)



1. Переменный электрический ток
2. Сигнал АЭ
3. Первичные параметры АЭ
4. Акустический сигнал

Временная зависимость электрического сигнала после пьезопреобразования в него упругой волны

- № 8 Что изображено на рисунке? (ОТМЕТЬТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ)



1. Схема определения координаты источника АЭ
2. Схема для определения коэффициента затухания сигнала АЭ
3. Схема для определения скорости упругой волны в материале;
4. Схема определения любого из перечисленных параметров

- № 9 Чем объясняется рост амплитуды сигнала АЭ, наблюдаемый при повышении скорости нагружения или деформирования объекта контроля? ? (ОТМЕТЬТЕ

ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ)

1. Повышением предела прочности структурных элементов материала;
2. Повышением значений акустико-эмиссионного коэффициента;
3. Понижением порога чувствительности аппаратуры;
- 4.Повышением контролируемого объёма материала.

№ 10

Чем объясняется рост числа импульсов АЭ, наблюдаемый при увеличении размера структурного элемента объекта контроля? *(ОТМЕТЬТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ)*

1. Повышением значений амплитуд сигналов АЭ;
2. Повышением значений длительности импульсов АЭ, происходящим при перекрытии сигналов;
- 3.Понижением порога чувствительности аппаратуры АЭ;
4. Повышением контролируемого объёма материала.