

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**

**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АКУСТИКИ**

УТВЕРЖДАЮ

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Ультразвуковые методы в науке и технике

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Акустика

Форма обучения:

Очная

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика», утвержденным приказом МГУ от 21.12.2018 г. № 1780.

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы-составители:

1. Профессор, доктор физико-математических наук Коробов Александр Иванович, кафедра акустики физического факультета МГУ
2. Доцент, кандидат физико-математических наук Одина Наталья Ивановна, кафедра акустики физического факультета МГУ
3. Научный сотрудник, кандидат физико-математических наук Ширгина Наталья Витальевна, кафедра акустики физического факультета МГУ

Заведующий кафедрой акустики
д.ф.-м.н., профессор Руденко О.В.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Курс предназначен для ознакомления студентами с применением ультразвуковых методов в науке и технике. Анализируется распространение ультразвуковых волн в изотропных и анизотропных (в том числе пьезоэлектрических) твердых телах. Изучаются способы излучения и приема ультразвуковых волн в твердых телах. Рассматриваются импульсные и резонансные методы измерения скорости и поглощения акустических волн в твердых телах и факторы, влияющие на точность проводимых измерений. Обсуждаются методы определения линейных и нелинейных упругих констант в твердых телах. Рассматриваются современные экспериментальные методы неразрушающего контроля твердых тел и ультразвуковые измерительные системы для их проведения. Обсуждаются особенности применения ЭВМ при проведении ультразвуковых экспериментов.

Дисциплина реализуется на 4 курсе в 8 семестре специалитета, входит в вариативную часть и является спецкурсом кафедры по выбору для обучающихся по специализации «Акустика».

Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 34 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 38 академических часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет в 8 семестре.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Ультразвуковые методы в науке и технике» входит в вариативную часть программы по специальности «Фундаментальная и прикладная физика» (блок «Профессиональный», вариативная часть) и является спецкурсом кафедры по выбору для обучающихся по специализации «Акустика».

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Предполагается, что слушатели владеют базовыми методами математической физики, знают основы акустики и волновой физики.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
		Знать: основы ультразвуковых методов исследования твердых тел, методы возбуждения и регистрации ультразвуковых волн в задачах диагностики и неразрушающего контроля твердых тел, методы измерения скорости и поглощения ультразвуковых волн, методы определения линейных и нелинейных упругих констант в твердых телах. Уметь: применять полученные знания при проведении исследований физических свойств твердых тел ультразвуковыми методами. Владеть: современными экспериментальными методами для решения основных задач диагностики твердых тел ультразвуковыми методами.

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе: 34 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 38 академических часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции).

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (ак.ч.)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, академические часы	Форма текущего контроля успеваемости, наименование
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, академические часы¹</i>				Всего		
		Занятия лекционного типа (лекции)	Занятия семинарского типа					
Семинары	Лабораторные занятия*		Практические занятия*					
Плоские упругие волны в неограниченных твердых телах. Уравнение Грина - Кристоффеля. Влияние давления и электрического поля на скорость упругих волн.	4	2				2	2	
Экспериментальные методы определения материальных констант второго и третьего порядков в твердых телах ультразвуковыми методами.	8	4				4	4	
Методы возбуждения и регистрации акустических волн. Основные типы преобразователей для возбуждения и приема ультразвуковых волн; их	8	4				4	4	

¹Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий лекционного и(или) семинарского типа.

характеристики.								
Методы измерения скорости и поглощения ультразвуковых волн в твердых телах. Источники ошибок при ультразвуковых измерениях.	8	4				4	4	
Аппаратура и измерительные системы для диагностики твердых тел акустическими методами.	4	2				2	2	
Фотоакустические методы диагностики твердых тел. Особенности оптической генерации акустических волн в различных средах.	4	2				2	2	
Оптические, акустические и термоэлектрические методы детектирования ФА сигнала.	4	2				2	2	
Акустическая эмиссия в твердых телах. Основные параметры акустической эмиссии. Акустическая эмиссия при деформации материалов. Эффект Кайзера.	4	2				2	2	<i>Контрольная работа</i>
Аппаратура и измерительные системы для неразрушающего контроля твердых тел методом акустической эмиссии. Области применения акустической эмиссии.	4	2				2	2	
Линейные акустические методы в неразрушающем контроле материалов и конструкций. Резонансная ультразвуковая спектроскопия и лазерная интерферометрия. Акустическая микроскопия.	8	4				4	4	
Нелинейные акустические методы в неразрушающем контроле материалов и конструкций.	8	4				4	4	

Автоматизация ультразвуковых измерений в физике твердого тела.	4	2				2	2	
Промежуточная аттестация_зачет_____	4						4 ²	<i>Зачет</i>
Итого	72	34					38	

*Лабораторные занятия, практические занятия относятся к практической подготовке обучающихся.

²Часы на проведение промежуточной аттестации выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

Вопросы к зачету по дисциплине «Ультразвуковые методы в науке и технике»:

Уравнения состояния для анизотропной линейно-упругой среды.

Соотношения между смещением, деформацией и напряжением.

Упругие константы второго и третьего порядков.

Упругие волны в изотропных и анизотропных твердых телах. Тензор Грина-Кристоффеля.

Влияние давления и электрического поля на скорость упругих волн.

Определение упругих констант в твердых телах из ультразвуковых измерений на примере кубического кристалла без пьезоэффекта.

Упругие волны в пьезоэлектрических кристаллах.

Коэффициент электромеханической связи.

Методы возбуждения и приема упругих волн.

Импульсный метод измерения скорости и поглощения упругих волн в твердых телах.

Резонансный метод измерения скорости и поглощения акустических волн.

Факторы, влияющие на точность измерений скорости и поглощения акустических волн.

Акустические методы неразрушающего контроля твердых тел.

Исследования нелинейных упругих свойств твердых тел спектральным методом (генерация высших упругих гармоник).

Методы абсолютных измерений амплитуды смещения в акустической волне.

Электрические методы измерения неэлектрических физических величин.

Автоматизация акустических измерений с использованием персонального компьютера.

Емкостной метод абсолютного измерения амплитуды смещения в акустической волне.

Принцип действия электромагнитного акустического преобразователя.

Лазерное возбуждение ультразвуковых волн в твердых телах.

Пьезоэлектрические преобразователи для излучения и регистрации упругих волн в твердых телах.

Методы электрического и акустического согласования электроакустических преобразователей.

Влияние дифракции на точность измерения скорости и поглощения упругих волн в твердотельных образцах конечных размеров.

Влияние не параллельности торцов образца на точность измерения скорости и поглощения упругих волн.

6.2. Шкала и критерии оценивания

7. Ресурсное обеспечение

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

1. Дьелесан Э., Руайе Д. Упругие волны в твердых телах. М.: Наука, 1982.
2. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. М.: Наука, 1984.
3. Труэлл Р., Эльбаум Ч., Чик Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела. М.: Мир, 1972.
4. Такер Д., Рэмpton В. Гиперзвук в физике твердого тела. М.: Мир, 1975.

5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Мир, 1993, т. 1,2,3.
6. Кайно Г. Акустические волны. М.: Мир, 1993.
7. Балдев Радж, В. Раджеран, П. Паланичами. Применение ультразвука. М. Техносфера. 2006.
8. Акустика в задачах (под редакцией С.Н. Гурбатова и О.В. Руденко). М. Наука, 1996.
9. Акустические кристаллы. Справочник. М.: Наука, 1982. 632 с.
10. Гусев В.Э., Карабутов А.А. Лазерная оптоакустика. М.: Наука, 1991. 304 с.
11. Ермолов И.Н., Алешин Н.П., Потапов А.И. Неразрушающий контроль. Акустические методы контроля (под редакцией проф. В.В. Сухорукова). М.: Высшая школа, 1991.
12. Грешников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. М.: Изд-во стандартов, 1976.

Дополнительная:

1. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1980.
2. Физическая акустика /под ред. У. Мэзона Т. 1-7. М.: Мир, 1966-1978.
3. Лямов В.Е. Поляризационные эффекты и анизотропия взаимодействия акустических волн в кристаллах. М.: Изд-во МГУ, 1983.

Периодическая литература

1. Руденко О.В. Гигантские нелинейности структурно-неоднородных сред и основы методов нелинейной акустической диагностики. УФН, 2006 Т.176 с.77
2. Акустический журнал.
2. Journal of the Acoustical Society of America.

Описание материально-технической базы
Учебная аудитория физического факультета.
Проектор, компьютер

8. Язык преподавания: русский.