

Рабочая программа дисциплины

1. Название дисциплины: Введение в акустику.

2. Лекторы.

2.1. д.ф.-м.н., профессор Коробов Александр Иванович, кафедра акустики, aikor42@mail.ru, тел. 939-18-21.

3. Аннотация дисциплины.

В курсе даются основные сведения по акустике. Приводятся данные о звуковом поле и характеризующих его величинах. Рассмотрены задачи об отражении и преломлении волн на плоской границе раздела, об акустических волноводах, задачи геометрической акустики, акустики движущейся среды, об излучении звука, рассеянии и поглощении звука. Приводятся основные сведения по акустике твердого тела, нелинейной акустике, физиологической акустике и электроакустике.

4. Цели освоения дисциплины.

Целью дисциплины является овладение базовыми методами и подходами решения задач распространения звука в воздушной, водной и твердотельных среде.

5. Задачи дисциплины.

Задачей курса является (1) ознакомление с основными понятиями акустики воздушной, водной и твердотельных сред, физиологической акустики; (2) решение простейших задач акустики: отражения и преломления волн на плоской границе раздела, волноводном распространение звука, задач геометрической акустики, акустики движущихся сред, задач излучения, рассеяния и поглощения звука.

6. Компетенции.

6.1. Компетенции, необходимые для освоения дисциплины.

ПК-1, ПК-6

6.2. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины.

ПК-3, ПК-4

7. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

знать базовые методы и подходы для решения задач распространения звука в воздушной, водной и твердотельных среде;

уметь решать простейшие задачи отражения и преломления волн на плоской границе раздела двух сред, волноводного распространения звука, геометрической акустики, акустики движущихся сред, излучения, рассеяния и поглощения звука.

8. Содержание и структура дисциплины.

Вид работы	Семестр			Всего
	5			
Общая трудоёмкость, акад. часов	72			72
Аудиторная работа:				
Лекции, акад. часов	36			36
Семинары, акад. часов				
Лабораторные работы, акад. часов				
Самостоятельная работа, акад. часов	36			36
Вид итогового контроля (зачёт, зачёт с оценкой, эк-замен)	зач.			

№ раздела	Наименование раздела	Трудоёмкость (академических часов) и содержание занятий		Форма текущего контроля
		Аудиторная работа	Самостоятельная работа	
		Лекции (36 академ. часов)		
1.	Уравнения гидродинамики	<i>Лекция №1 (2 часа)</i> Акустическое поле. Основные величины, его характеризующие. Волновое уравнение. Плоская, сферическая и цилиндрическая волны. Энергия и импульс звукового поля. Поток энергии.	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	ДЗ, КР
		<i>Лекция №2 (2 часа)</i> Уравнения гидродинамики. Идеальная и вязкая жидкости.	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
		<i>Лекция №3 (2 часа)</i> Волновое уравнение. Плоская, сферическая и цилиндрическая волны. Энергия и импульс звукового поля. Поток энергии.	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
2.	Отражение и преломление акустических волн	<i>Лекция №4 (2 часа)</i> Отражение и преломление плоских волн на плоских границах раздела. Нормальный импеданс границы.	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	ДЗ, КР
		<i>Лекция №5 (2 часа)</i> Акустические волны в волноводах. Нормальные волны	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
		<i>Лекция №6 (2 часа)</i> Геометрическая акустика. Акустические лучи.	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
3.	Излучение звука	<i>Лекция №7 (2 часа)</i> Понятие об акустике движущейся среды. Некоторые сведения из атмосферной акустики и гидроакустики	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	ДЗ, КР
		<i>Лекция №8 (2 часа)</i> Излучение звука. Простейшие излучатели звука: монополь. Диполь. Присоединенная масса.	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
		<i>Лекция №9 (2 часа)</i> Поршневой излучатель. Эффективность и импеданс излучения (активный и реактивный). Ближнее и дальнее поля.	<i>2 часа</i> Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	

4.	Акустические волны в твердых телах	Лекция №10 (2 часа) Рассеяние и поглощение звука.	3 часа Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	ДЗ, КР
		Лекция №11 (2 часа) Акустические волны в твердых телах. Элементы теории упругости Продольные и поперечные волны.	2 часа Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
		Лекция №12 (2 часа) Отражение и преломление акустических плоских волн на плоской границе раздела изотропных твердых тел.	2 часа Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
		Лекция №13 (2 часа) Граничные волны. Рэлеевские поверхностные волны. Волны Лэмба. Клиновые волны.	2 часа Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
		Лекция №14 (2 часа) Краткие сведения об электроакустике. Электромеханические и пьезоэлектрические преобразователи.	3 часа Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
5.	Нелинейная акустика	Лекция №15 (2 часа) Нелинейная акустика жидкостей и газов. Теория Римана. Влияние вязкости. Слабая периодическая ударная волна.	2 часа Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	ДЗ, КР
		Лекция №16 (2 часа) Нелинейная акустика твердых тел. Нелинейный параметр. Условия синхронизма в трехфононных взаимодействиях. Физический механизм поглощения звука за счет взаимодействия звука с тепловыми фонами.	2 часа Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	
6.	Физиологическая акустика	Лекция №17 (2 часа) Физиологическая акустика. Ухо человека. Чувствительность уха. Порог слышимости.	2 часа Работа с лекционным материалом и чтение рекомендованной литературы. Решение трех задач по теме лекции.	ДЗ, КР
		Лекция №18 (2 часа) Закон Вебера-Фехнера. Уровни шума. Бинауральный эффект		

Предусмотрены следующие формы текущего контроля успеваемости.

1. Домашнее задание (ДЗ);
2. Контрольная работа (КР);

9. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

1. Дисциплина является обязательной.
2. Вариативная часть, профессиональный блок, дисциплина профиля.
3. Изложение опирается на знания, полученные студентами ранее в дисциплинах по математике и общей физике.
 - 3.1. Перечислить дисциплины и практики, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины.
Математический анализ, общие курсы физики.
 - 3.2. Курс является вводным базисом к дисциплинам: «Физическая акустика», «Теоретические основы акустики», «Теория волн», научно-исследовательская практика, задачи спецпрактикума кафедры акустики: «Измерение скорости звука в жидкостях», «Ультразвуковые волны в твердых телах».

10. Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования. Преподавание ведется в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ. Проводятся дискуссии, круглые столы, мастер-классы экспертов и специалистов.

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в форме контрольной работы с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях.

Примеры задач для самостоятельного решения и контрольных работ.

1. Рассчитать амплитуды колебательной скорости и смещения в плоской акустической волне в воздухе на частоте 1 кГц, амплитуда избыточного давления в которой равна $2 \cdot 10^{-5}$ Па.
2. Выразить колебательную скорость и избыточное давление в плоской акустической волне через потенциал.
3. Получить «акустический закон Ома» для плоской акустической волны в газе.
4. Рассчитать ближнее поле поршневого излучателя, радиус которого равен 10 длинам волн.
5. Рассчитать коэффициент отражения плоской продольной акустической волны от границы двух газов: кислорода и азота.
6. Рассчитать угол полного внутреннего отражения от границы воздух-вода.
7. Нарисовать векторные диаграммы для отражения и прохождения продольной волны на плоской границе двух твердых тел, имеющих различные продольные и сдвиговые скорости.
8. Рассчитать модуль Юнга и коэффициент Пуассона в изотропном алюминии удельная плотность которого равна 2700 kg/m^3 , скорость продольных волн равна 6400 м/с, сдвиговых волн 3130 м/с.
9. Рассчитать параметры Ламе в изотропном железе удельная плотность которого равна 7900 kg/m^3 , скорость продольных волн равна 5930 м/с, сдвиговых волн 3130 м/с.
10. Рассчитать скорость продольных и сдвиговых волн в титане в котором удельная плотность равна 4500 kg/m^3 , модуль Юнга $E=110$ ГПа. Коэффициент сдвига $G= 41,5$ ГПа.

Вопросы к зачету.

1. Основные величины, характеризующие акустическое поле.
2. Волновое уравнение. Плоская, сферическая и цилиндрическая волны.
3. Уравнения гидродинамики. Идеальная и вязкая жидкости.
4. Энергия и импульс звукового поля. Поток энергии.
5. Отражение и преломление плоских волн на плоских границах раздела. Нормальный импеданс границы.
6. Акустические волны в волноводах. Нормальные волны.
7. Геометрическая акустика. Акустические лучи. Понятие об акустике движущейся среды.
8. Излучение звука. Простейшие излучатели звука: монополь. Диполь. Присоединенная масса.
9. Поршневой излучатель. Эффективность и импеданс излучения (активный и реактивный). Ближнее и дальнее поля.
10. Рассеяние и поглощение звука.
11. Акустические волны в твердых телах. Элементы теории упругости Продольные и поперечные волны.
12. Отражение и преломление акустических плоских волн на плоской границе раздела изотропных твердых тел.
13. Граничные волны. Рэлеевские поверхностные волны. Волны Лэмба. Клиновые волны.
14. Нелинейная акустика жидкостей и газов. Теория Римана. Нелинейная акустика твердых тел.
15. Нелинейный параметр. Условия синхронизма в трехфоновых взаимодействиях. Физический механизм поглощения звука за счет взаимодействия звука с тепловыми фонами.
16. Физиологическая акустика. Ухо человека. Чувствительность уха. Порог слышимости. Закон Вебера-Фехнера. Бинауральный эффект

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Красильников В.А. Введение в акустику. - М.: Изд-во МГУ, 1992.
2. Акустика в задачах (под редакцией С.Н. Гурбатова и О.В. Руденко). - М. Наука, 1996.

Дополнительная литература

1. Ржевкин С.Н. Курс лекций по теории звука. - М.: Изд-во МГУ, 1960..
2. Шутилов В.А. Основы физики ультразвука. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1982.

Периодическая литература

1. Программируемый логический контроллер NLcon-CE в серии RealLab. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. №1, с.18-21, 2010.
2. The dynamic error of a multichannel measurement system. // Measurement Techniques. v.52, 1, p.1-4, 2009.
3. Модуль ввода в компьютер потенциальных и токовых сигналов NL-8AI. // Приборы и техника эксперимента. №3, с.152-153, 2009.
4. Динамическая погрешность многоканальных средств измерений. // Измерительная техника. №1, с.3-6, 2009.
5. Аппаратное резервирование в промышленной автоматизации. Часть 1. // Современные технологии автоматизации (СТА). № 2, с.90-99, 2008. Часть 2. №3, с.94-98, 2008. Часть 3. №4, с.92-100, 2008.

Интернет-ресурсы

www.automationlabs.ru

13. Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п.5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика».
Аудитория 5-50.