

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Акустические и сейсмические волны М2.ДВ.2

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Овчинников М.Н. , Марфин Е.А.

**Рецензент(ы):**

Фахрутдинова А.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Марфин Е.А. , EAMarfin@kpfu.ru ; заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Овчинников М.Н. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем , Marat.Ovchinnikov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Акустические и сейсмические волны является получение знаний в области излучения, распространения, и рассеяния акустических и сейсмических волн в природных условиях.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел профессиональных дисциплин (В.2) ФГОС ВПО и ПрООП по направлению подготовки "Радиофизика". Ее освоение предполагает знание содержания курсов по методам математической физики, термодинамики и статистической физики, теории упругости.

Курс предназначен для магистрантов 2 года обучения, 3 семестр

Направление: 010800.68: Радиофизика

Магистратура "Радиофизические методы по областям применения"

М2.В.2, профессиональный цикл

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	Способность оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук
ОК-3 (общекультурные компетенции)	Способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач по исследованиям упругих волн
ПК-3 (профессиональные компетенции)	Способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики по проблемам акустики
ПК-4 (профессиональные компетенции)	Способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики в области акустики

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные методы решения задач акустики.

2. должен уметь:

рассчитывать сечения рассеяния для моделей сферических акустических рассеивателей.

3. должен владеть:

навыками расчетов акустических полей созданных сферическими и цилиндрическими излучателями.

рассчитывать акустические поля модельных источников.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Акустические и сейсмические волны	3	1-14	14	14	0	реферат контрольная работа презентация
	Итого			14	14	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Акустические и сейсмические волны

*лекционное занятие (14 часа(ов)):*

Устное систематическое и последовательное изложение материала в области излучения, распространения и рассеяния акустических и сейсмических волн в природных условиях, сопровождаемое мультимедиа-презентацией во время занятий. Лекции включают нижеуказанные дидактические единицы. Введение в акустику. Звуковые волны. Волновое уравнение. Скорость звука. Интенсивность. Спектры шумов. Поглощение звука. Волны в жидкостях, газах и твердых телах. Математические методы решения задач по акустике волнового уравнения. Фундаментальные решения волновых уравнений. Обобщенные функции в акустических задачах. Решение прямой акустической задачи - волны в пространстве. Излучение звука. Источники звука. Излучатели и приемники. Сферические и цилиндрические волны. Гидродинамическое звукообразование. Отражение и преломление звуковых волн на границе двух поверхностей. Границы жидкость-жидкость и жидкость-твердое тело. Рассеяние акустических волн на различных неоднородностях. Распространение акустических волн в искусственных и естественных волноводах. Активный и пассивный акустический каротаж. Проблема разделения шумов от различных источников. Метод спектральной шумометрии. Упругие волны в земной коре. Строение земной коры. Сейсмоакустические волны. Сейсмика нефтяных и газовых месторождений. Упругие волны в насыщенных пористых средах.

#### **практическое занятие (14 часа(ов)):**

Рассматриваются вопросы организационной структуры различных предприятий в виде индивидуальных докладов-презентаций учащихся с дискуссией по разделам курса. Решение акустических задач и проведение компьютерных расчетов с использованием MatLab, Maple.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Акустические и сейсмические волны	3	1-14	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
				подготовка к презентации	14	презентация
				подготовка к реферату	18	реферат
	Итого				44	

### **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Используются такие интерактивные формы обучения как решение задач и лабораторные работы.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

#### **Тема 1. Акустические и сейсмические волны**

контрольная работа , примерные вопросы:

Билет ♦1 1. Математические методы решения задач по акустике волнового уравнения. Фундаментальные решения волновых уравнений. 2. Найти коэффициенты отражения и преломления на границе жидкость-жидкость для следующих значений плотностей и скоростей звука:  $\rho_1=1000$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_2=825$  кг/м<sup>3</sup>,  $c_1=1480$  м/с,  $c_2=1290$  м/с. Билет ♦2 1. Обобщенные функции в акустических задачах. 2. Найти коэффициенты отражения и преломления на границе жидкость-твердое тело для следующих значений плотностей и скоростей звука:  $\rho_ж=825$  кг/м<sup>3</sup>  $\rho_т=1700$  кг/м<sup>3</sup>,  $c_ж=1290$  м/с  $c_т=3600$  м/с. Билет ♦3 1. Сферические и цилиндрические волны. 2. Рассчитать рассеянное поле на шаре радиуса  $R=0.5$  м и длине волны  $\lambda=2$  м для случая мягкой границы Билет ♦4 1. Рассеяние акустических волн на сфере и цилиндре. 2. Рассчитать рассеянное поле на шаре радиуса  $R=0.5$  м и длине волны  $\lambda=2$  м для случая жесткой границы. Билет ♦5 1. Распространение акустических волн в цилиндрическом волноводе. 2. Рассмотреть сферически-симметричные пульсации сферы, излучающей расходящуюся гармоническую волну. Рассчитать интенсивность звука и мощность источника, полное механическое сопротивление (импеданс), а также присоединенную массу. Билет ♦6 1. Упругие волны в земной коре. 2. Показать, что при распространении звука в узкой трубе наблюдается дисперсия. Найти закон дисперсии и частотную зависимость коэффициента затухания для слабого поглощения. Записать связь скорости и давления в бегущей волне, выражение для текущего импеданса.

презентация , примерные вопросы:

1. Математические методы решения задач по акустике волнового уравнения. Фундаментальные решения волновых уравнений. 2. Обобщенные функции в акустических задачах. 3. Сферические и цилиндрические волны. 4. Отражение и преломление звуковых волн на границе двух поверхностей. 5. Рассеяние акустических волн на сфере и цилиндре 6. Распространение акустических волн в цилиндрическом волноводе 7. Упругие волны в земной коре. 8. Строение земной коры. 9. Сейсмоакустические волны. 10. Сейсмика нефтяных и газовых месторождений. 11. Упругие волны в насыщенных пористых средах

реферат , примерные темы:

1. Математические методы решения задач по акустике волнового уравнения. Фундаментальные решения волновых уравнений. 2. Обобщенные функции в акустических задачах. 3. Сферические и цилиндрические волны. 4. Отражение и преломление звуковых волн на границе двух поверхностей. 5. Рассеяние акустических волн на сфере и цилиндре 6. Распространение акустических волн в цилиндрическом волноводе 7. Упругие волны в земной коре. 8. Строение земной коры. 9. Сейсмоакустические волны. 10. Сейсмика нефтяных и газовых месторождений. 11. Упругие волны в насыщенных пористых средах

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации студентов проводятся контрольная работа и зачет.

На практических занятиях рассматриваются вопросы организационной структуры различных предприятий в виде индивидуальных докладов-презентаций учащихся с дискуссией по разделам курса.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Математические методы решения задач по акустике волнового уравнения. Фундаментальные решения волновых уравнений.
2. Обобщенные функции в акустических задачах.
3. Сферические и цилиндрические волны.
4. Отражение и преломление звуковых волн на границе двух поверхностей.
5. Рассеяние акустических волн на сфере и цилиндре
6. Распространение акустических волн в цилиндрическом волноводе
7. Упругие волны в земной коре.
8. Строение земной коры.
9. Сейсмоакустические волны.
10. Сейсмика нефтяных и газовых месторождений.
11. Упругие волны в насыщенных пористых средах

## ЗАДАЧИ

1. Найти коэффициент преломления на границе жидкость-жидкость для заданных значений плотностей и скоростей звука
2. Найти коэффициент отражения на границе жидкость-жидкость для заданных значений плотностей и скоростей звука
3. Найти коэффициенты преломления на границе жидкость-твердое тело для заданных значений плотностей и скоростей звука
4. Найти коэффициент отражения на границе жидкость-твердое тело для заданных значений плотностей и скоростей звука
5. Рассчитать рассеянное поле на шаре при заданных значениях его радиуса и длины волны, случай мягкой границы
6. Рассчитать рассеянное поле на шаре при заданных значениях его радиуса и длины волны, случай жесткой границы

## ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Скорость звука, поглощение, интенсивность, сжимаемость жидкости, модуль Юнга и коэф. Пуассона, коэф. Ламэ
2. Волновое уравнение и его решения, фундаментальное решение, решение в свертках.
3. Преломление и отражение волн на границе жидкость-жидкость.
4. Преломление и отражение на границе жидкость-твердое тело.
5. Поле осциллирующей сферы.
6. Поле пульсирующей сферы.
7. Поле пульсирующего цилиндра.
8. Рассеяние на сфере.
9. Рассеяние на цилиндре.
10. Распространение звука в волноводах.
11. Метод спектральной шумометрии.
12. Отражение и преломление звуковых волн на границе двух поверхностей (жидкость - жидкость).
13. Отражение и преломление звуковых волн на границе двух поверхностей (жидкость - твердое тело).
14. Рассеяние акустических волн на пузырьках воздуха в жидкости.
15. Распространение акустических волн в искусственных и естественных волноводах.
16. Сейсмоакустические волны.
17. Упругие волны в насыщенных пористых средах.
18. Метод спектральной шумометрии.

### 7.1. Основная литература:

1. Багдоев А.Г., Ерофеев В.И., Шекоян А.В. Линейные и нелинейные волны в диспергирующих сплошных средах. - М.: "Физматлит", 2009. - 320 с. //<http://e.lanbook.com/view/book/2665/page2/>
2. Гурбатов С.Н., Руденко О.В. Акустика в задачах. - М.: Изд-во "Физматлит", 2009. - 336 с. //[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2166](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2166)
3. Гурбатов С.Н., Руденко О.В., Саичев А.И. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. Приложения к нелинейной акустике. - М.: Изд-во "Физматлит", 2011. - 496 с. //[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2171](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2171)
4. Дубнищев Ю.Н. Колебания и волны: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. - СПб.: Изд-во "Лань", 2011. - 384 с. //<http://e.lanbook.com/view/book/683/page5/>

5. Задачи по общей физике [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / И.Е. Иродов. - 9-е изд. (эл.) - М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2012. - 431 с.  
[//http://e.lanbook.com/view/book/4389/page3/](http://e.lanbook.com/view/book/4389/page3/)
6. Кузнецов С.И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика: Учеб. пособие. - М.: Вузовский учебник: Инфра-М, 2014. - 248 с.  
[//http://znanium.com/bookread.php?book=412940](http://znanium.com/bookread.php?book=412940)
7. Мардасов Д.М., Мардасов М.М. Струйно-акустические эффекты в методах неразрушающего контроля веществ. - М.: "Физматлит", 2009. - 112 с.  
[//http://e.lanbook.com/view/book/2266/page6/](http://e.lanbook.com/view/book/2266/page6/)
8. Методы и системы сейсмодеформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов: Том 1 / [В.Н. Опарин и др.]; отв. ред. Н.Н. Мельников. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. - 304 с. [//http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=6814](http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=6814)
9. Методы и системы сейсмодеформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов: Том 2 / [В.Н. Опарин и др.]; отв. ред. Н.Н. Мельников. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. - 261 с. [//http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=6950](http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=6950)
10. Методы решения прямых и обратных задач сейсмологии, электромагнетизма и экспериментальные исследования в проблемах изучения геодинамических процессов в коре и верхней мантии Земли / [А.С. Алексеев и др.]; отв. ред. Б.Г. Михайленко, М.И. Эпов - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. - 310 с.  
[//http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=6816](http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=6816)
11. Павленко О.В. Сейсмические волны в грунтовых слоях: нелинейное поведение грунта при сильных землетрясениях последних лет = Seismic waves in soil layers: nonlinear soil behavior in recent strong earthquakes / О. В. Павленко; Рос. акад. наук, Ин-т физики Земли им. О. Ю. Шмидта - М.: Научный мир, 2009. - 257 с.
12. Перунова М.Н. Колебания и волны: учеб. пособие. - Оренбург: Изд-во Оренб. гос. ун-т, 2012. - 387 с. [//http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=8689](http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=8689)
13. Сорокин А.В. Физика: наблюдение, эксперимент, моделирование. Элективный курс [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Сорокин, Н.Г. Торгашина, Е.А. Ходос, А.С. Чиганов. - 2-е изд. (эл.). - М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2012. - 175 с.  
[//http://e.lanbook.com/view/book/4388/page40/](http://e.lanbook.com/view/book/4388/page40/)
14. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике: Излучение. Волны. Кванты. Т.3. 2012. - 240 с.
15. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике: Кинетика. Теплота. Звук. Т.4. 2012. - 264 с.
16. Численно-аналитические методы решения задач дифракции акустических волн на абсолютно твердых телах и оболочках / С. И. Жаворонок [и др.]. - М.: Физматлит, 2010. - 191 с.
17. Элементарный учебник физики: Учеб. пособие в 3 т. Т.3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика / Под ред. Г.С. Ландсберга. - 13-е изд., - М.: "Физматлит", 2009. - 656 с. [//http://e.lanbook.com/view/book/2239/page4/](http://e.lanbook.com/view/book/2239/page4/)

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Roberts, A. P., and Garboczi, E. J. Elastic properties of model porous ceramics / J. Amer. Ceramic Society. -2000. - N 83. - pp. 3041-3048.
2. Бреховских Л.М., Годин О.А. Акустика неоднородных сред. В 2 тт. Основы теории отражения и распространения звука. Т.1. 2007. - 443 с.
3. Вуд А. Звуковые волны и их применения. 2008. - 144 с.
4. Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. 2008. - 656 с.
5. Нигматулин. Р. И. Основы механики гетерогенных сред. - М.: Наука, 1978.
6. Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика. - М.: Недрa, 1996 - 447с.
7. Николаевский В.Н., Басниев К.С., Горбунов А.Г. и др. Механика насыщенных пористых сред. - М.: Недрa, 1970.



8. Руденко О.В., Гурбатов С.Н., Хедберг К.М. Нелинейная акустика в задачах и примерах. - М.: Физматлит, 2006. - 176 с.
9. Рябинкин Л. А. Теория упругих волн: учеб. пос. для студ. вузов, обуч. по спец. "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / Л. А. Рябинкин. - Москва: Недра, 1987. - 182с.
10. Саваренский Е. Ф. Сейсмические волны. - М.: Недра, 1972. - 293с.
11. Уайт Дж.Э. Возбуждение и распространение сейсмических волн / редактор пер. Н.Н. Пузырев. - М.: Недра, 1986. - 261 с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

- Волновые процессы. Часть 1. Основные понятия. -  
[http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin\\_files/wp1%2136.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin_files/wp1%2136.pdf)
- Волновые процессы. Часть 7. Распространение упругих волн. -  
[http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin\\_files/wp7%2154.pdf](http://old.kpfu.ru/f6/k10/bin_files/wp7%2154.pdf)
- Волновые процессы. Часть 8. Акустические колебания и волны (учебное пособие) -  
<http://www.ksu.ru/f6/k10/index.php?id=3&idm=7>
- Скважинная шумометрия и виброакустическое воздействие на флюидонасыщенные пласты -  
[http://kpfu.ru/docs/F877714718/UMP\\_Marfin.pdf](http://kpfu.ru/docs/F877714718/UMP_Marfin.pdf)
- Упругие волны в насыщенных пористых средах: Учебно-методическое пособие -  
[http://kpfu.ru/docs/F1890569099/UMP\\_Marfin\\_Ovchinnikov.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1890569099/UMP_Marfin_Ovchinnikov.pdf)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Акустические и сейсмические волны" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проектор, ноутбук).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Радиофизические методы по областям применений .

Автор(ы):

Овчинников М.Н. \_\_\_\_\_

Марфин Е.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Фахрутдинова А.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.