

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Упругие волны в слоистых средах Б1.В.ОД.3

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Осипов Е.А.

**Рецензент(ы):**

-

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Плещинский Н. Б.

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

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

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

Регистрационный No 923415

Казань  
2015

## 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) ассистент, б/с Осипов Е.А. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики , Evgenij.Osipov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Курс "Упругие волны в слоистых средах" предназначен для обучения студентов навыкам математического моделирования волновых процессов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина относится к профессиональному циклу дисциплин, предназначена для студентов-магистров 1-го или 2-го года обучения. Базируется на знаниях, полученных в рамках дисциплин "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения", "Уравнения математической физики", "Численные методы".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способность осознать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
ПК-13 (профессиональные компетенции)	способность использования основ защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, основных мер по ликвидации их последствий, способность к общей оценке условий безопасности жизнедеятельности
ПК-14 (профессиональные компетенции)	способность владения методикой преподавания учебных дисциплин

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные законы теории упругости и принципы описания волновых процессов в упругих средах

2. должен уметь:

ориентироваться в основных понятиях волновой теории упругости

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о методах исследования упругих волноводных структур

4. должен демонстрировать способность и готовность:

навыки математического моделирования волновых процессов в упругих средах

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 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. Основные понятия волновой теории	3	1	0	0	2	
2.	Тема 2. Упругие волны	3	2-3	0	0	4	устный опрос контрольная точка
3.	Тема 3. Задачи дифракции упругих волн. Задачи дифракции, задачи сопряжения. Построение программных комплексов для расчета характеристик упругой волны в слоистой среде при заданных краевых или начальных условиях.	3	4-18	0	0	30	творческое задание контрольная точка
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Основные понятия волновой теории

##### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Динамические процессы и их классификация. Система уравнений теории упругости в 2D и 3D пространстве. Стационарные и нестационарные процессы. Понятие упругой волны. Упругие волны в изотропной среде. Поверхностные упругие волны. Волны Рэлея, Лява, Стоунли.

##### Тема 2. Упругие волны

##### *лабораторная работа (4 часа(ов)):*

Задача Коши в полуплоскости. Граничные задачи для упругой полуплоскости. Отражение упругой волны от границы полуплоскости. Дефекты на границе упругой полуплоскости. Задача о скачке на прямой. Дифракция упругой волны на трещине. Ортогональность систем собственных волн плоского и полуоткрытого упругого волновода. Полнота системы собственных волн плоского упругого волновода

**Тема 3. Задачи дифракции упругих волн. Задачи дифракции, задачи сопряжения. Построение программных комплексов для расчета характеристик упругой волны в слоистой среде при заданных краевых или начальных условиях.**

**лабораторная работа (30 часа(ов)):**

Задача Коши в полуплоскости. Граничные задачи для упругой полуплоскости. Отражение упругой волны от границы полуплоскости. Дефекты на границе упругой полуплоскости. Задача о скачке на прямой. Дифракция упругой волны на трещине. Собственные колебания упругой полосы. Метод интегрального преобразования Фурье и метод разделения переменных. Собственные колебания двух сопряженных полос. Собственные колебания полуоткрытого упругого волновода. Дискретный и непрерывный спектр. Сведение задач дифракции к бесконечным системам линейных алгебраических уравнений. Задача сопряжения плоских упругих волноводов. Задача дифракции упругой волны на неоднородности в плоском упругом волноводе. Задача сопряжения полуоткрытых упругих волноводов. Приближение волноводных мод

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

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Упругие волны	3	2-3	подготовка к контрольной точке	8	контрольная точка
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Задачи дифракции упругих волн. Задачи дифракции, задачи сопряжения. Построение программных комплексов для расчета характеристик упругой волны в слоистой среде при заданных краевых или начальных условиях.	3	4-18	подготовка к контрольной точке	12	контрольная точка
				подготовка к творческому заданию	12	творческое задание
Итого					36	

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

Активные и интерактивные форы занятий в сочетании с внеаудиторной работой

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

## **Тема 1. Основные понятия волновой теории**

### **Тема 2. Упругие волны**

контрольная точка , примерные вопросы:

Проверка знаний по теме: Отражение упругой волны от границы полуплоскости.

устный опрос , примерные вопросы:

Схожесть и различия между теорией электро-магнитных волн и теорией упругости при изучении динамических процессов и представлении математической модели в дифференциальной форме.

### **Тема 3. Задачи дифракции упругих волн. Задачи дифракции, задачи сопряжения. Построение программных комплексов для расчета характеристик упругой волны в слоистой среде при заданных краевых или начальных условиях.**

контрольная точка , примерные вопросы:

Разработка программного комплекса расчета характеристик упругой волны для задачи дифракции с заданными граничными или начальными условиями на границе раздела среды (сред) с различными параметрами сред.

творческое задание , примерные вопросы:

Сформулировать возможные математические виды граничных условий и по возможности дать им физическое описание.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Предусмотрена сдача зачета, вопросы для зачета - Приложение 1:

#### **ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Динамические процессы и их классификация.
2. Стационарные и нестационарные процессы.
3. Упругие волны в изотропной среде.
4. Поверхностные упругие волны.
5. Основные уравнения и граничные условия плоской теории упругости.
6. Задача Коши в полуплоскости.
7. Отражение упругой волны от границы полуплоскости
8. Задача о скачке на прямой.
9. Дифракция упругой волны на трещине.
10. Собственные колебания упругой полосы. Метод интегрального преобразования Фурье.
11. Собственные колебания упругой полосы. Метод разделения переменных.
12. Собственные колебания двух сопряженных полос.
13. Собственные колебания полуоткрытого упругого волновода.
14. Ортогональность системы собственных волн упругого волновода.
15. Полнота системы собственных волн плоского упругого волновода.
16. Энергия плоской волны.
17. Распределение энергии в плоском упругом волноводе.
18. Задача сопряжения плоских упругих волноводов.
19. Задача дифракции упругой волны на неоднородности в плоском упругом волноводе.
20. Задача сопряжения полуоткрытых упругих волноводов.

#### **7.1. Основная литература:**

1. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 9-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 431 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4389](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4389)

2. Кузнецов С. И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика: Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 248 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=412940>

3. Плещинский, Николай Борисович (д-р физ.-мат. наук ; 1955-) .

Модели и методы волноводной электродинамики [Текст: электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Б. Плещинский ; Казан. гос. ун-т .? Электронные данные (1 файл: 0,7 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2013) .? Загл. с экрана .? Для 6-го семестра .? Документ является электронной копией оригинала: Модели и методы волноводной электродинамики: учебное пособие / Н. Б. Плещинский. -- Казань: [Казан. гос. ун-т], 2008. -- Фондодержатель Научная библиотека Казанского федерального университета .? Режим доступа: открытый.

<URL:[http://libweb.ksu.ru/ebooks/09\\_64\\_ds012.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09_64_ds012.pdf)>.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Плещинский Н.Б. Модели и методы волноводной электродинамики: учебное пособие / Н. Б. Плещинский; Казан. гос. ун-т - Казань: [Казан. гос. ун-т], 2008, 103 с

2. Насыров А.М. ВОЛНОВЫЕ процессы. Ч.7, Распространение упругих волн/  
А.М.Насыров,А.В.Христофоров: Учеб.-метод.пособие / А.М.Насыров; Казан.гос.ун-т,Физ.фак. - Казань: Б.и., 1998, 55с.

3. Горшков А.Г., Медведский А.Л., Рабинский Л.Н. Волны в сплошных средах. Физматлит, 2004. 472 с.

4. Ландсберг Г. С. Элементарный учебник физики. Том 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс] : Учеб. пособие в 3 т. / Под ред. Г. С. Ландсберга. - 13-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 656 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2239](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2239)

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Задачи по общей физике - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4389](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4389)

Механика сплошных сред - <http://znanium.com/bookread.php?book=412940>

Распространение упругих волн - <http://bookinist.net/books/bookid-2240.html>

Учебник по физике - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2239](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2239)

Учебное пособие - [http://libweb.ksu.ru/ebooks/09\\_64\\_ds012.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09_64_ds012.pdf)

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

Освоение дисциплины "Упругие волны в слоистых средах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

компьютерный класс

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Математическое моделирование .

Автор(ы):

Осипов Е.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.