

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Распространение и дифракция упругих волн Б1.В.ДВ.12

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Осипов Е.А.

**Рецензент(ы):**

Бахтиева Л.У.

**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

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 "Распространение и дифракция упругих волн" 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.ДВ.12 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина по выбору Б3.ДВ.3 "Распространение и дифракция упругих волн" относится к профессиональному циклу дисциплин, предназначена для студентов 4 курса (7 семестр). 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 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	7	1	0	0	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Упругие волны	7	2-3	0	0	6	домашнее задание
3.	Тема 3. Основные уравнения плоской волновой теории упругости	7	4	0	0	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Отражение, преломление и дифракция двумерных упругих волн	7	5-8	0	0	10	домашнее задание контрольная работа
5.	Тема 5. Собственные колебания упругих волноводов	7	9-12	0	0	10	домашнее задание контрольная точка
6.	Тема 6. Ортогональность и полнота системы собственных волн волноводной структуры	7	13-14	0	0	6	домашнее задание
7.	Тема 7. Энергия упругих волн	7	15-16	0	0	6	домашнее задание
8.	Тема 8. Задачи дифракции упругих волн	7	17-18	0	0	8	контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого			0	0	54	

#### 4.2 Содержание дисциплины

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

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

Динамические процессы и их классификация. Стационарные и нестационарные процессы

##### Тема 2. Упругие волны

###### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Понятие упругой волны. Упругие волны в изотропной среде. Поверхностные упругие волны. Волны Рэлея, Лява, Стоунли

##### Тема 3. Основные уравнения плоской волновой теории упругости

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

Дифференциальные уравнения и граничные условия в задачах плоской теории упругости. Условия сопряжения для слоистых сред

##### Тема 4. Отражение, преломление и дифракция двумерных упругих волн

###### **лабораторная работа (10 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

##### Тема 5. Собственные колебания упругих волноводов

###### **лабораторная работа (10 часа(ов)):**

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

##### Тема 6. Ортогональность и полнота системы собственных волн волноводной структуры

###### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Ортогональность систем собственных волн плоского и полуоткрытого упругого волновода. Полнота системы собственных волн плоского упругого волновода

##### Тема 7. Энергия упругих волн

###### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Одномерный случай. Плоский случай: поперечная и продольная волны. Вектор Умова-Пойтинга. Распределение энергии в плоском упругом волноводе

##### Тема 8. Задачи дифракции упругих волн

###### **лабораторная работа (8 часа(ов)):**

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
	Тема 1. Основные					

понятия волновой теории

домашнего задания

задание



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Упругие волны	7	2-3	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
3.	Тема 3. Основные уравнения плоской волновой теории упругости	7	4	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Отражение, преломление и дифракция двумерных упругих волн	7	5-8	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Собственные колебания упругих волноводов	7	9-12	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к контрольной точке	4	контрольная точка
6.	Тема 6. Ортогональность и полнота системы собственных волн волноводной структуры	7	13-14	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
7.	Тема 7. Энергия упругих волн	7	15-16	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
8.	Тема 8. Задачи дифракции упругих волн	7	17-18	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
	Итого				54	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы 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

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по темам: Динамические процессы и их классификация. Стационарные и нестационарные процессы.

### Тема 2. Упругие волны

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по темам: Понятие упругой волны. Упругие волны в изотропной среде. Поверхностные упругие волны. Волны Рэлея, Лява, Стоунли.

### **Тема 3. Основные уравнения плоской волновой теории упругости**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по темам: Дифференциальные уравнения и граничные условия в задачах плоской теории упругости. Условия сопряжения для слоистых сред.

### **Тема 4. Отражение, преломление и дифракция двумерных упругих волн**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по темам: Задача Коши в полуплоскости. Граничные задачи для упругой полуплоскости. Дефекты на границе упругой полуплоскости. Задача о скачке на прямой. Дифракция упругой волны на трещине.

контрольная работа , примерные вопросы:

Проверка знаний по теме: Отражение упругой волны от границы полуплоскости

### **Тема 5. Собственные колебания упругих волноводов**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по темам: Собственные колебания упругой полосы. Метод интегрального преобразования Фурье и метод разделения переменных. Собственные колебания двух сопряженных полос. Дискретный и непрерывный спектр. Ортогональность систем собственных волн плоского и полуоткрытого упругого волновода. Полнота системы собственных волн плоского упругого волновода.

контрольная точка , примерные вопросы:

Проверка знаний по теме: Собственные колебания полуоткрытого упругого волновода

### **Тема 6. Ортогональность и полнота системы собственных волн волноводной структуры**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по темам: Ортогональность систем собственных волн плоского и полуоткрытого упругого волновода. Полнота системы собственных волн плоского упругого волновода.

### **Тема 7. Энергия упругих волн**

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы по темам: Одномерный случай. Плоский случай: поперечная и продольная волны. Вектор Умова-Пойтинга. Распределение энергии в плоском упругом волноводе.

### **Тема 8. Задачи дифракции упругих волн**

контрольная работа , примерные вопросы:

Проверка знаний по темам: 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.

### **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. 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)
4. 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. 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.
2. Тумаков Д.Н. Собственные колебания упругой полосы. Препринт ПМФ-05-02. Казань: Казанск. матем. об-во, 2005. 26 с.
3. Тумаков Д.Н. Распределение энергии в плоском упругом волноводе. Препринт ПМФ-06-02. Казань: Казанск. матем. об-во, 2007. 30 с.
4. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М.: Наука, 1973. 343 с.

### **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 - <http://znanium.com/bookread.php?book=412940>

Упругие волны - <http://bookinist.net/books/bookid-2240.html>

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

Элементарный учебник физики - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2239](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2239)

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

Освоение дисциплины "Распространение и дифракция упругих волн" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Математическое моделирование .

Автор(ы):

Осипов Е.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.