

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**  
**Механика сплошной среды М1.ДВ.1**

Направление подготовки: 010400.68 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Бахтиева Л.У.

**Рецензент(ы):**

Плещинский Н.Б.

**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 9116114

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) доцент, к.н. (доцент) Бахтиева Л.У. Кафедра прикладной математики отделение прикладной математики и информатики ,  
Lyalya.Bakhtieva@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина знакомит студентов с методикой построения математических моделей в некоторых задачах теории упругости, а также с численными методами решения этих задач. На самостоятельных занятиях студенты приобретают навыки решения задач теории упругости с помощью системы МАТЛАБ

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 010400.68 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина относится к профессиональному циклу дисциплин. 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
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия изучаемой дисциплины

2. должен уметь:

ориентироваться в способах построения математических моделей

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о численных методах решения краевых задач

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять на практике приобретенные навыки численного решения краевых задач

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 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, константы и переменные теории упругости	1	1	0	0	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Дифференциальные уравнения равновесия	1	2	0	0	2	письменная работа
3.	Тема 3. Основные уравнения теории упругости и способы их решения	1	3	0	0	2	домашнее задание
4.	Тема 4. Плоская задача в полярных координатах	1	4	0	0	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Изгиб прямоугольных пластин	1	5	0	0	2	контрольная работа
6.	Тема 6. Изгиб круглых пластин	1	6	0	0	2	домашнее задание
7.	Тема 7. Вариационные методы решения задач теории упругости	1	7	0	0	2	письменная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Знакомство с основными возможностями системы Matlab	1	8	0	0	2	домашнее задание
9.	Тема 9. Программирование в системе Matlab	1	9	0	0	2	домашнее задание
10.	Тема 10. Работа с матрицами	1	10	0	0	2	домашнее задание
11.	Тема 11. Численное дифференцирование и интегрирование	1	11	0	0	2	контрольная точка
12.	Тема 12. Использование прикладных пакетов	1	12	0	0	2	домашнее задание
13.	Тема 13. Графика в системе Matlab. Графический интерфейс	1	13	0	0	2	домашнее задание
14.	Тема 14. Численные методы решения дифференциальных уравнений	1	14	0	0	2	домашнее задание
15.	Тема 15. Решение задач теории упругости с помощью системы Matlab	1	15	0	0	2	домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	30	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Основные понятия, константы и переменные теории упругости**  
**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Модель идеально упругого тела. Напряжения

**Тема 2. Дифференциальные уравнения равновесия**  
**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Деформации и перемещения в упругом теле, уравнения неразрывности деформаций.  
Обобщенный закон Гука

**Тема 3. Основные уравнения теории упругости и способы их решения**  
**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Плоская задача теории упругости и ее решение в напряжениях. Примеры решения некоторых задач

**Тема 4. Плоская задача в полярных координатах**  
**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Примеры решения некоторых задач

### **Тема 5. Изгиб прямоугольных пластин**

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

Решение задачи изгиба пластины методом коллокаций и методом наименьших квадратов

### **Тема 6. Изгиб круглых пластин**

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

Расчет гибких круглых пластин

### **Тема 7. Вариационные методы решения задач теории упругости**

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

Расчет пластины на изгиб методом Бубнова-Галеркина

### **Тема 8. Знакомство с основными возможностями системы Matlab**

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

Работа в режиме прямых вычислений. Вычисление корней полинома и нулей функции

### **Тема 9. Программирование в системе Matlab**

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

Работа с файлами

### **Тема 10. Работа с матрицами**

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

Системы алгебраических уравнений. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений: метод последовательных приближений, метод упругих решений

### **Тема 11. Численное дифференцирование и интегрирование**

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

Вычисление производных высших порядков и кратных интегралов в системе Матлаб

### **Тема 12. Использование прикладных пакетов**

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

Использование прикладных пакетов PDE Toolbox, Spline Toolbox

### **Тема 13. Графика в системе Matlab. Графический интерфейс**

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

Графика в системе Matlab. Разработка GUI для просмотра созданных графических файлов

### **Тема 14. Численные методы решения дифференциальных уравнений**

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

Численные методы решения дифференциальных уравнений

### **Тема 15. Решение задач теории упругости с помощью системы Matlab**

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

Решение задачи изгиба пластины под действием статической и динамической поперечной нагрузки. Метод графического анализа

## **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. Основные понятия, константы и переменные теории упругости	1	1	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
2.	Тема 2. Дифференциальные уравнения равновесия	1	2	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Основные уравнения теории упругости и способы их решения	1	3	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
4.	Тема 4. Плоская задача в полярных координатах	1	4	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
5.	Тема 5. Изгиб прямоугольных пластин	1	5	подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
6.	Тема 6. Изгиб круглых пластин	1	6	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
7.	Тема 7. Вариационные методы решения задач теории упругости	1	7	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
8.	Тема 8. Знакомство с основными возможностями системы Matlab	1	8	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
9.	Тема 9. Программирование в системе Matlab	1	9	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
10.	Тема 10. Работа с матрицами	1	10	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
11.	Тема 11. Численное дифференцирование и интегрирование	1	11	подготовка к контрольной точке	3	контрольная точка
12.	Тема 12. Использование прикладных пакетов	1	12	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
13.	Тема 13. Графика в системе Matlab. Графический интерфейс	1	13	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
14.	Тема 14. Численные методы решения дифференциальных уравнений	1	14	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
15.	Тема 15. Решение задач теории упругости с помощью системы Matlab	1	15	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
	Итого				42	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения 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, константы и переменные теории упругости**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Устный опрос по основным определениям теории упругости

### **Тема 2. Дифференциальные уравнения равновесия**

домашнее задание , примерные вопросы:

4 балла Письменная работа - самостоятельный вывод дифференциальных уравнений равновесия

### **Тема 3. Основные уравнения теории упругости и способы их решения**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Устный опрос о способах решения уравнений теории упругости

### **Тема 4. Плоская задача в полярных координатах**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Самостоятельный вывод уравнений для плоской задачи в полярных координатах

### **Тема 5. Изгиб прямоугольных пластин**

контрольная работа , примерные вопросы:

7 баллов Решение задачи изгиба прямоугольной пластины с конкретными физическими и геометрическими параметрами при различных краевых условиях

### **Тема 6. Изгиб круглых пластин**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Вывод уравнений изгиба круглых пласти

### **Тема 7. Вариационные методы решения задач теории упругости**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Письменная работа - решение краевой задачи одним из вариационных методов

### **Тема 8. Знакомство с основными возможностями системы Matlab**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Выполнение заданий 1-2 по методическому пособию

### **Тема 9. Программирование в системе Matlab**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Выполнение заданий 3-4 по методическому пособию

### **Тема 10. Работа с матрицами**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Выполнение заданий 5-6 по методическому пособию

### **Тема 11. Численное дифференцирование и интегрирование**

контрольная точка , примерные вопросы:

6 баллов Проверка выполненных заданий

### **Тема 12. Использование прикладных пакетов**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Самостоятельная работа ♦6 (методическое пособие)

### **Тема 13. Графика в системе Matlab. Графический интерфейс**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Выполнение заданий 7-8 по методическому пособию

### **Тема 14. Численные методы решения дифференциальных уравнений**

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Выполнение задания 10 по методическому пособию



## Тема 15. Решение задач теории упругости с помощью системы Matlab

домашнее задание , примерные вопросы:

2 балла Выполнение заданий 11 по методическому пособию

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Предусмотрена сдача зачета.

#### ЗАДАНИЕ К ЗАЧЕТУ

Рассчитать на динамическую устойчивость прямоугольную пластину под действием всестороннего сжатия. Процесс потери устойчивости изобразить на экране дисплея, методом графического анализа определить момент потери устойчивости.

Указание. Расчет и графический анализ производить в системе MATLAB с использованием изученных методов.

Вопросы для зачета - Приложение 1

#### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Классификация внешних сил
2. Внутренние усилия и моменты
3. Вывод уравнений равновесия
4. Дифференциальные уравнения равновесия (одномерная задача)
5. Зависимость деформации от нагрузки, закон Гука
6. Механические свойства материала, коэффициент Пуассона
7. Перемещения при осевой деформации стержня
8. Зависимость между компонентами тензора деформаций и составляющими перемещения. Уравнения Коши
9. Условия совместности деформаций
10. Основные уравнения теории упругости
11. Прямая и обратная задачи теории упругости, пути их решения
12. Примеры плоских задач теории упругости
13. Работа в режиме прямых вычислений
14. Программирование в системе Matlab, работа с файлами

### 7.1. Основная литература:

1. Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: учебное пособие: [для студентов вузов, обучающихся по специальностям Математика, Информатика, Физика] / С. В. Поршнев. ?Издание 2-е, исправленное. ?Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011.-736 с.
2. Варданян Г. С. Соппротивление материалов с основами теории упругости и пластичности: Уч. / В.И.Андреев и др.; Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М.Атарова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 638 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=448729>
3. Волосухин В. А. Соппротивление материалов: Учебник / В.А. Волосухин, В.Б. Логвинов, С.И. Евтушенко. - 5-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=390023>
4. Балдин К. В. Математическое программирование [Электронный ресурс] : Учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукосуев; Под общ. ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2013. - 220 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=415097>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Шемякин Е.И. Введение в теорию упругости / Е.И.Шемякин. М.: Изд-во МГУ, 1993. 95с.
2. Михайловский Е.И Математические модели теории упругости / Е. И. Михайловский. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкар.ун-та, 1995. 251 с.
3. Саргсян А.Е. Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности. Основы теории с примерами расчетов: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по техн. спец. / А.Е.Саргсян. 2-е изд., испр. и доп.. М.: Высш. шк., 2000. 286 с.
4. Ландау Л.Д. Теория упругости: учеб. пособие для студ.ун-тов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. 5-е изд., стереотип.. М.: Физматлит, 2003. 264 с.
5. Бахтиева Л.У. Самостоятельные работы по специальному курсу "Математические модели теории упругости" [Текст: электронный ресурс]: методическое пособие / Л. У. Бахтиева; Казан. федер. ун-т. Электронные данные (1 файл: 0,74 Мб). Б.м.: Б.и., Б.г.? Загл. с экрана. Режим доступа: открытый .? URL:[http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_64\\_2012\\_000089.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_64_2012_000089.pdf)

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- Компьютерное моделирование - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=650](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=650)  
Математические модели теории упругости - <http://znanium.com/bookread.php?book=390023>  
Математическое программирование - <http://znanium.com/bookread.php?book=415097>  
Самостоятельные работы - [http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_64\\_2012\\_000089.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_64_2012_000089.pdf)  
Сопротивление материалов - <http://znanium.com/bookread.php?book=448729>

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

Освоение дисциплины "Механика сплошной среды" 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 "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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

компьютерный класс с доской (маркерами) и проекционным оборудованием

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.68 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Математическое моделирование .

Автор(ы):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Плещинский Н.Б. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.