

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**  
Механика сплошной среды Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 01.04.02 - 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

Казань  
2016

## 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 " Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.04.02 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

применять на практике приобретенные навыки численного решения краевых задач

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 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	15-18	0	0	8	домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	36	

#### 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 (8 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	4	домашнее задание

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

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
15.	Тема 15. Решение задач теории упругости с помощью системы Matlab	1	15-18	подготовка домашнего задания	16	домашнее задание
	Итого				72	

## 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:

Изучение литературы и решение задач по темам: Определения и гипотезы теории упругости  
Понятие идеально упругого тела Напряжения и деформации в упругом теле

### Тема 2. Дифференциальные уравнения равновесия

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы и решение задач по темам: Связь напряжений и деформаций. Закон Гука Зависимость деформаций от перемещений Уравнения неразрывности деформаций  
письменная работа , примерные вопросы:

Проверка знаний по темам: Вывод дифференциальных уравнений равновесия Краевые условия

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы и решение задач по темам: Решения уравнений теории упругости в напряжениях Решения уравнений теории упругости в перемещениях Обратные задачи теории упругости

### Тема 4. Плоская задача в полярных координатах

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы и решение задач по темам: Вывод уравнений и постановка краевых условий для плоской задачи теории упругости в полярных координатах Примеры задач, приводящих к уравнениям в полярных координатах

### Тема 5. Изгиб прямоугольных пластин

контрольная работа , примерные вопросы:

Проверка знаний по теме: Решение задачи изгиба прямоугольной пластины с конкретными физическими и геометрическими параметрами при различных краевых условиях

### Тема 6. Изгиб круглых пластин

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы и решение задач по темам: Вывод уравнений изгиба круглых пластин Методы решения уравнений изгиба круглых пластин Краевые условия для круглых пластин

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучение литературы и решение задач по темам: Принцип возможных перемещений Метод Ритца Метод Бубнова-Галеркина



письменная работа , примерные вопросы:

Проверка знаний по теме: Решение краевой задачи одним из вариационных методов

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнить задания: 1. Вычислить гамма-функцию  $\Gamma(x)$  для  $x = 0.1, 0.2, \dots, 10$ . 2. Вычислить все значения корня  $n$ -й степени из комплексного числа  $z = r e^{i\varphi}$ , используя формулу:  $z^{1/n} = r^{1/n} [\cos((\varphi + 2k\pi)/n) + i \sin((\varphi + 2k\pi)/n)]$ , где  $k = 0, \dots, n-1$ ;  $r, \varphi$  - модуль и аргумент числа  $z$ . Сравнить полученный результат с результатом выполнения команды  $x = z^{1/n}$ .

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнить задания: 1. Написать программу, считывающую из некоторого текстового файла заданное число строк и выводящую эти данные в командное окно. 2. Написать программу - сценарий, преобразующую массив чисел из десятичной системы счисления в двоичную (использовать функцию `dec2bin()`). 3. Написать программу - функцию, вычисляющую направляющие косинусы заданного трехмерного вектора. 4. Составить программу для решения алгебраического уравнения  $f(x) = 0$  методом Ньютона (итерационная процедура по формуле:  $x_{k+1} = x_k - f(x_k) / f'(x_k)$ , начальное значение  $x_0$ , функция  $f$  и ее производная  $f'$  задаются в командном окне).

### **Тема 10. Работа с матрицами**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнить задания: 1. Решить систему с помощью формул Крамера. 2. Решить систему нелинейных уравнений:  $2x + y + z = 1, y + z = 0, x + 2y + 3z = 1$ , для решения применить метод последовательных приближений (итерационная процедура  $x_{k+1} = B \setminus A(x_k)$ ).

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

контрольная точка , примерные вопросы:

Выполнить задания: 1. Вычислить приближенное значение второй производной функции, результат сравнить с точным значением. 2. Вычислить интегралы различными способами: а) методом повторного интегрирования; б) с помощью функции `dblquad()`; в) с помощью приближенной формулы

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучить по справочной системе Matlab приемы работы с пакетом программ для решения систем дифференциальных уравнений в частных производных Partial Differential Toolbox, выполнить самостоятельное задание: решить задачу Дирихле в заданной области (область и условия на границе выбрать по своему усмотрению).

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнить задания: 1. Изобразить циферблат часов с движущимися стрелками. 2. Построить график поверхности  $z = 1 - x^2 - y^2$  при  $0 < x < 1, 0 < y < 1$  с использованием функций `shading interp`, `diffuse`, `colormap()` и вычислить объем, заключенный между указанной поверхностью и плоскостью  $z = 0$ . 3. Разработать GUI для просмотра нескольких графических окон. Указание: создать объект `PopupMenu`, перечислить несколько характерных примеров (график функции одной переменной, эффект `comet`, график поверхности и пр.). Для вывода графического окна создать объект типа `axes`. В программе воспользоваться оператором выбора `switch`.

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнить задание: Решить краевую задачу двумя способами: 1) с помощью стандартной функции `bvp4c()`; 2) с помощью метода начальных параметров, т.е. сведением краевой задачи  $V'(x) = A(x)V(x) + B(x), V = [y(x), y'(x)]$ ;  $y(a) = y_1, y(b) = y_2$ , к решению трех задач Коши. Решение ищется в виде суммы  $V(x) = V_0(x) + c_1 * V_1(x) + c_2 * V_2(x)$ , где  $V_0$  - решение уравнения  $V' = AV + B$  с нулевыми начальными условиями  $V_0(0) = [0, 0]$ ;  $V_1$  и  $V_2$  - решения уравнения  $V' = AV, V_1(0) = [1, 0], V_2(0) = [0, 1]$ . Коэффициенты  $c_1, c_2$  определяются из граничных условий.

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

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнить задание: Методом коллокаций определить приближенное выражение для упругой поверхности жестко заделанной на опорном контуре квадратной изотропной пластины постоянной толщины, нагруженной постоянной по поверхности пластины поперечной нагрузкой. Провести решение той же задачи методом наименьших квадратов, сравнить результаты.

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

Примерные вопросы к зачету:

#### **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
15. Работа с матрицами
16. Численное дифференцирование и интегрирование
17. Использование прикладных пакетов
18. Графика в системе Matlab
19. Графический интерфейс
20. Численные методы решения дифференциальных уравнений
21. Решение задач теории упругости с помощью системы Matlab

#### **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. Сопrotивление 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. Сопrotивление 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. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах - Т. 7: Теория упругости / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц .- Издание 4-е, исправленное и дополненное .- Москва : Наука, 1987 .- 248 с.
2. Тимошенко С.П. Теория упругости. - М. : Наука, 1975 .- 575 с.
3. 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)  
Сопrotвление 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 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе Математическое моделирование .

Автор(ы):

Бахтиева Л.У. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Плещинский Н.Б. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.