

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

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

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Методы конечных элементов Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Галимянов А.Ф.

**Рецензент(ы):**

Ожегова А.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Авхадиев Ф. Г.

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

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

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

Регистрационный No

Казань  
2018

## **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) Галимянов А.Ф. Кафедра теории функций и приближений отделение математики , Anis.Galimjanoff@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью является теоретическое и практическое обучение методу конечных элементов как универсальному приближенному методу решения дифференциальных задач

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.01 Математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина является дисциплиной по выбору и опирается на основные математические дисциплины.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2); способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

особенности метода конечных элементов как численного метода решения уравнений в частных производных;

2. должен уметь:

получать математические модели, описывающие поведение полей различной физической природы.

3. должен владеть:

- навыками моделирования полей различной физической природы с применением специального программного обеспечения;
- навыками разработки собственных программ для анализа построенных математических моделей на основе метода конечных элементов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:  
применения метода конечных элементов при решении различных 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 8 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. Общий алгоритм работы МКЭ	8		4	4	0	Научный доклад
2.	Тема 2. Алгоритмы проекционного метода	8		2	2	0	Научный доклад
3.	Тема 3. Метод Ритца	8		2	2	0	Научный доклад
4.	Тема 4. Естественные и главные краевые условия	8		2	2	0	Научный доклад
5.	Тема 5. Метод наименьших квадратов	8		2	2	0	Научный доклад
6.	Тема 6. Обобщенный метод моментов	8		2	2	0	Научный доклад
7.	Тема 7. Проекционный метод в Гильбертовом пространстве	8		2	2	0	Научный доклад

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. Метод Галеркина-Петрова	8		2	2	0	Научный доклад
9.	Тема 9. Проблемы выбора базисных функций	8		4	4	0	Научный доклад
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			22	22	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Общий алгоритм работы МКЭ

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Вариационные методы. Проекционно-сеточные алгоритмы. Фinitные функции. Уравнение Эйлера.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Основные сведения из теории разностных схем.

### Тема 2. Алгоритмы проекционного метода

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Схема алгоритмов. Базисные функции. Обобщенная схема алгоритмов.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Методы построения разностных схем для дифференциальных уравнений

### Тема 3. Метод Рунге

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Классический метод Рунге. Теоремы сходимости. Метод Рунге в энергетических пространствах. Теоремы сходимости. Примеры.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Методы построения разностных схем для дифференциальных уравнений

### Тема 4. Естественные и главные краевые условия

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Определение естественных и главных краевых условий. Частные примеры. Условия сопряжения и их связь с краевыми условиями.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Интерполяция сеточных функций.

### Тема 5. Метод наименьших квадратов

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Метод Бубнова-Галеркина. Обобщенное решение уравнения. Модификации метода Бубнова-Галеркина. Общий случай метода Бубнова-Галеркина. Сходимость. Метод наименьших квадратов . Сходимость. Обобщенный метод наименьших квадратов. Сходимость.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Решение задачи Пуассона. Решение уравнения теплопроводности.

### Тема 6. Обобщенный метод моментов

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Схема обобщенного метода моментов. теорема о сходимости. Частные примеры.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Методы решения стационарных задач математической физики.

### **Тема 7. Проекционный метод в Гильбертовом пространстве**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Общий проекционный метод. Проблема выбора базисных функций. Сходимость.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Методы решения нестационарных задач.

### **Тема 8. Метод Галеркина-Петрова**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Схема метода Галеркина-Петрова. Финитные базисные функции. Теорема сходимости.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Численные методы решения обратных задач.

### **Тема 9. Проблемы выбора базисных функций**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Базисные функции. Плотность. Удовлетворение краевым условиям. Метод штрафов.

Минимизация ошибки аппроксимации. Устойчивость. Выбор базисных функций в методе наименьших квадратов.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

1. Решение задачи колебаний. 2. Решение уравнений движения. 3. Решение уравнений переноса.

## **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
1.	Тема 1. Общий алгоритм работы МКЭ	8		подготовка к научному докладу	4	Научный доклад
2.	Тема 2. Алгоритмы проекционного метода	8		подготовка к научному докладу	4	Научный доклад
3.	Тема 3. Метод Ритца	8		подготовка к научному докладу	2	Научный доклад
4.	Тема 4. Естественные и главные краевые условия	8		подготовка к научному докладу	4	Научный доклад
5.	Тема 5. Метод наименьших квадратов	8		подготовка к научному докладу	4	Научный доклад
6.	Тема 6. Обобщенный метод моментов	8		подготовка к научному докладу	2	Научный доклад
7.	Тема 7. Проекционный метод в Гильбертовом пространстве	8		подготовка к научному докладу	2	Научный доклад
8.	Тема 8. Метод Галеркина-Петрова	8		подготовка к научному докладу	2	Научный доклад

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Проблемы выбора базисных функций	8		подготовка к научному докладу	4	Научный доклад
	Итого				28	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс базируется на материале, расположенной в виртуальной аудитории. Зачет проводится в форме теста.

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

### Тема 1. Общий алгоритм работы МКЭ

Научный доклад , примерные вопросы:

Тема доклада: Основные сведения из теории разностных схем.

### Тема 2. Алгоритмы проекционного метода

Научный доклад , примерные вопросы:

Тема доклада: Методы построения разностных схем для дифференциальных уравнений

### Тема 3. Метод Рунге

Научный доклад , примерные вопросы:

Тема доклада: Методы решения стационарных задач математической физики.

### Тема 4. Естественные и главные краевые условия

Научный доклад , примерные вопросы:

Тема доклада: Интерполяция сеточных функций.

### Тема 5. Метод наименьших квадратов

Научный доклад , примерные вопросы:

Тема доклада: Методы решения стационарных задач математической физики.

### Тема 6. Обобщенный метод моментов

Научный доклад , примерные вопросы:

Тема доклада: Методы решения нестационарных задач.

### Тема 7. Проекционный метод в Гильбертовом пространстве

Научный доклад , примерные вопросы:

Тема доклада: Численные методы решения обратных задач.

### Тема 8. Метод Галеркина-Петрова

Научный доклад , примерные вопросы:

Тема доклада: Решение задачи Пуассона.

### Тема 9. Проблемы выбора базисных функций

Научный доклад , примерные вопросы:

Темы докладов: 1. Решение задачи колебаний. 2. Решение уравнений движения. 3. Решение уравнений переноса.

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Зачет проводится в форме теста и решения задач. Вопросы теста:

Примерные вопросы теста:

Задание # 1

Вопрос:

Какую степень имеет интерполяционный многочлен Лагранжа с двумя узлами?

Запишите число:

---

Задание # 2

Вопрос:

Отметьте верные утверждения

Выберите несколько из 3 вариантов ответа:

- 1) Многочлен Лагранжа с тремя узлами имеет степень 2
- 2) Многочлен Ньютона с четырьмя узлами имеет степень 4
- 3) Погрешность приближения интерполяционным полиномом с пятью узлами полинома второго порядка равен нулю

Задание # 3

Вопрос:

Отметьте верные утверждения

Выберите несколько из 3 вариантов ответа:

- 1) Погрешность интерполяционного полинома с увеличением количества узлов уменьшается
- 2) Равноотстоящие узлы являются наилучшими (оптимальными) для интерполяции
- 3) Наилучшими узлами для интерполяции являются узлы Чебышева 1 рода

Задание # 4

Вопрос:

Отметьте верные утверждения

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

- 1) Разделенные разности применяются для построения интерполяционного полинома Лагранжа
- 2) Разделенные разности применяются для построения интерполяционного полинома Ньютона
- 3) Для построения интерполяционного полинома Ньютона можно применять узлы Чебышева 1 рода
- 4) Для построения интерполяционного полинома Ньютона можно применять равноотстоящие узлы
- 5) Для построения интерполяционного полинома Лагранжа можно применять равноотстоящие узлы

Задание # 5

Вопрос:

Сплайн первого порядка является

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) непрерывной функцией
- 2) непрерывно дифференцируемой функцией
- 3) ломаной линией на координатной плоскости
- 4) гладкой линией на координатной плоскости

Задание # 6

Вопрос:



Отметьте верные утверждения

Выберите несколько из 3 вариантов ответа:

- 1) Интерполяционный сплайн первого порядка проходит через точки интерполяции
- 2) Интерполяционный сплайн третьего порядка может не проходить через точки интерполяции
- 3) Интерполяционный сплайн первого порядка с тремя узлами приближает три раза дифференцируемые функции лучше, чем интерполяционный полином Лагранжа с тремя узлами

Задание # 7

Вопрос:

Отметьте верные утверждения

Выберите несколько из 3 вариантов ответа:

- 1) Краевые условия ставятся при построении сплайна третьего порядка для единственности построенного сплайна
- 2) При построении интерполяционных полиномов краевые условия необходимы
- 3) При построении сплайнов первого порядка краевые условия необходимы

Задание # 8

Вопрос:

Отметьте верные утверждения

Выберите несколько из 3 вариантов ответа:

- 1) Полином, построенный методом наименьших квадратов, никогда не будет совпадать с интерполяционным полиномом
- 2) Полином, построенный методом наименьших квадратов, будет совпадать с интерполяционным полиномом, когда степень полинома меньше количества узлов на 1
- 3) Полином, построенный методом наименьших квадратов, будет совпадать с интерполяционным полиномом, когда степень полинома больше количества узлов на 1

Задание # 9

Вопрос:

Отметьте верные утверждения

Выберите несколько из 3 вариантов ответа:

- 1) Полином, построенный методом наименьших квадратов, никогда не может проходить через заданные точки
- 2) Полином, построенный методом наименьших квадратов может проходить через заданные точки
- 3) Полином, построенный методом наименьших квадратов, всегда проходит через заданные точки

Задание # 10

Вопрос:

Отметьте верные утверждения

Выберите несколько из 3 вариантов ответа:

- 1) Малая квадратурная формула левых прямоугольников является интерполяционной квадратурной формулой
- 2) Малая квадратурная формула трапеций является интерполяционной квадратурной формулой
- 3) Большая квадратурная формула левых прямоугольников является интерполяционной квадратурной формулой

Задание # 11

Вопрос:

Вычисляется интеграл с помощью малой формулы левых прямоугольников. Какой будет результат?

Запишите число:

---

Задание # 12

Вопрос:

Вычисляется интеграл с помощью квадратурной формулы правых прямоугольников. Какой будет результат?

Запишите число:

---

Задание # 13

Вопрос:

Вычисляется интеграл с помощью малой квадратурной формулы трапеций. Какой будет результат?

Запишите число:

---

Задание # 14

Вопрос:

Вычисляется интеграл с помощью малой квадратурной формулы средних прямоугольников. Какой будет результат?

Запишите число:

---

Задание # 15

Вопрос:

Решается система линейных алгебраических уравнений методом простой итерации. Начальное приближение (0,0). На первом шаге чему равно  $x$ ?

Запишите число:

---

Задание # 16

Вопрос:

Решается система линейных алгебраических уравнений методом простой итерации. Начальное приближение (1,1). На первом шаге чему равно  $y$ ?

Запишите число:

---

Задание # 17

Вопрос:

Решается система линейных алгебраических уравнений методом Зейделя. Начальное приближение (0,0). На первом шаге чему равно  $y$ ?

Запишите число:

---

Задание # 18

Вопрос:

Решается система линейных алгебраических уравнений методом Зейделя. Начальное приближение (1,1). На первом шаге чему равно  $y$ ?

Запишите число:

---

---

### Задание # 19

Вопрос:

На отрезке даны 3 равноотстоящих узла. Вычисляется первая производная функции с помощью разностного отношения с шагом назад в точке . Что получится?

Запишите число:

---

### Задание # 20

Вопрос:

На отрезке даны 3 равноотстоящих узла. Вычисляется первая производная функции с помощью разностного отношения с шагом вперед в точке . Что получится?

Запишите число:

---

### Задание # 21

Вопрос:

На отрезке даны 3 равноотстоящих узла. Вычисляется первая производная функции с помощью среднего разностного отношения в точке . Что получится?

Запишите число:

---

### Задание # 22

Вопрос:

Укажите порядок решения краевой задачи для дифференциального уравнения.

Укажите порядок следования всех 3 вариантов ответа:

- ☐ Приравнивание левых и правых частей в узлах сетки.
- ☐ Построение сетки
- ☐ Замена производных разностными отношениями

### Задание # 23

Вопрос:

Прямыми методами называются методы,

Выберите несколько из 3 вариантов ответа:

- 1) позволяющие найти аналитическое решение
- 2) приводящие к решению системы линейных алгебраических уравнений
- 3) позволяющие найти численное решение любым способом

### Задание # 24

Вопрос:

В методе коллокации

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) Решение приближается линейной комбинацией базисных функций
- 2) Левые и правые части уравнения приравниваются в узлах коллокации
- 3) Система базисных функций должна быть полна
- 4) Левая часть уравнения должна быть ортогональна базисным функциям

### Задание # 25

Вопрос:

В методе Галеркина

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) Решение приближается линейной комбинацией базисных функций
- 2) Левые и правые части уравнения приравниваются в узлах колокации
- 3) Система базисных функций должна быть полна
- 4) Невязка должна быть ортогональна первым  $n$  базисным функциям

Задачи находятся по адресу:

[https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F852667385/zadachi.pdf?p\\_random=853699](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F852667385/zadachi.pdf?p_random=853699)

### 7.1. Основная литература:

1. Трушин С.И. Строительная механика: метод конечных элементов : учеб. пособие / С.И. Трушин. ? М. : ИНФРА-М, 2017. ? 305 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; режим доступа <http://www.znanium.com>]. ? (Высшее образование: Бакалавриат). ? [www.dx.doi.org/10.12737/17500](http://www.dx.doi.org/10.12737/17500). <http://znanium.com/catalog/product/761208>
2. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференц.и алгебр.уравнений в САЕ-системах САПР: Уч.пос. / Маничев В.Б., Глазкова В.В., Кузьмина И.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с.: 60x90 1/16. - (ВО:Бакалавр.) (o) ISBN 978-5-16-010366-2 <http://znanium.com/catalog/product/423817>
3. Численные методы и программирование: Учебное пособие / Колдаев В.Д.; Под ред. Гагариной Л.Г. - М.:ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-8199-0333-9

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. ? М. : ИНФРА-М, 2017. ? 512 с. ? (Высшее образование: Бакалавриат). <http://znanium.com/catalog/product/652316>
2. Численные методы в математическом моделировании : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. ? 2-е изд., испр. и доп. ? М. : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2017. ? 176 с. ? (Прикладная математика, информатика, информационные технологии). <http://znanium.com/catalog/product/774278>
3. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. ? М. : ИНФРА-М, 2017. ? 368 с. ? (Высшее образование: Бакалавриат). <http://znanium.com/catalog/product/883943>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Алгоритмическое обеспечение МКЭ - <http://cnit.ssau.ru/TechFEM/AlgorithmFEM.htm>

Базисные функции для конечных элементов -

<http://www.exponenta.ru/soft/Mathemat/pinega/a1/a1.asp>

Метод конечных элементов - <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/b/BGA/bio/bachelors/Tab/MKE.pdf>

Метод конечных элементов для уравнений с частными производными -

<http://bookfi.org/book/533040>

Программирование метода конечных элементов - <https://habr.com/post/344564/>

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

Освоение дисциплины "Методы конечных элементов" 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.

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.

Практические занятия проводятся в форме заслушивания и обсуждения научных докладов, предварительно обсужденных с преподавателем.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Галимянов А.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Ожегова А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.