

УТВЕРЖДЕНО  
Проректор по учебной работе  
и довузовской подготовке  
А.А. Воронов  
27 июня 2017 г.

## ПРОГРАММА

по дисциплине: **Вычислительная математика**  
по направлению подготовки: 03.03.01 «Прикладные математика и физика»  
физтех-школа: **ФЭФМ**  
факультет: **ФМХФ**  
кафедра: **информатики и вычислительной математики**  
курс: 3  
семестр: 5  
Трудоемкость: базовая часть – 2 зач. ед.

лекции – 30 часов  
практические (семинарские) занятия – нет  
лабораторные занятия – 30 часов

Экзамен – нет  
Диф. зачет – 5 семестр  
Самостоятельная работа – 12 часов.

**ВСЕГО ЧАСОВ 60**

Программу и задание составил д.ф.-м.н., профессор А. И. Лобанов

Программа принята на заседании кафедры информатики и вычислительной математики 18 апреля 2017 года.

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н., профессор И. Б. Петров

1. Предмет вычислительной математики. Специфика машинных вычислений.
2. Элементарная теория погрешностей.
3. Численное дифференцирование. Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Оптимальный шаг численного дифференцирования.
4. Задача алгебраической интерполяции. Существование и единственность решения. Интерполяционный полином в форме Лагранжа и в форме Ньютона. Оценка погрешности интерполяционных формул, остаточный член интерполяции. Функция Лебега, константа Лебега. Оценка погрешности интерполяции для функций, заданных с ошибками. Оптимальный выбор узлов интерполяции. Полином Чебышёва. Тригонометрическая интерполяция.
5. Сплаины. Интерполяция сплайнами, понятие о сглаживающих сплайнах. В-сплайны.
6. Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, Симпсона) и оценка их погрешности. Квадратурные формулы Гаусса.
7. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента. Обусловленность матрицы линейной системы. Оценка погрешности численных методов решения алгебраических систем.
8. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций, метод Зейделя, метод верхней релаксации. Методы решения, основанные на минимизации функционалов. Метод сопряженных градиентов.
9. Проблема поиска собственных значений матрицы. Метод вращений для поиска собственных значений самосопряженной матрицы.
10. Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений. Принцип сжимающих отображений. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Теорема о квадратичной сходимости метода Ньютона. Понятие о дискретных отображениях, их связь с итерационными методами. Бифуркации в логистическом отображении.
11. Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Простейшие численные методы. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Теорема о связи аппроксимации, устойчивости, сходимости.

12. Методы Рунге–Кутты решения систем ОДУ. Устойчивость методов Рунге–Кутты. Экспоненциальная оценка устойчивости, устойчивость при различных типах поведения решения (на устойчивых и «неустойчивых» траекториях).

Правило Рунге оценки погрешности. Управление длиной шага при численном интегрировании систем ОДУ. Вложенные методы Рунге–Кутты.

## Литература

### Основная

1. *Рябенский В.С.* Введение в вычислительную математику. — М.: Наука–Физматлит, 1994. — 335 с.; 2-е изд. М.: Физматлит, 2000. — 296 с.
2. *Федоренко Р.П.* Введение в вычислительную физику. — М.: Изд-во МФТИ, 1994. — 528 с.
3. *Калиткин Н.Н.* Численные методы. — СПб. БХВ–Петербург, 2011. — 592 с.
4. *Лобанов А.И., Петров И.Б.* Вычислительные методы для анализа моделей сложных динамических систем. Часть 1. — М.: МФТИ, 2000. — 168 с.
5. *Косарев В.И.* 12 лекций по вычислительной математике. — 2-е изд. — М.: Изд-во МФТИ, 2000. — 224 с.
6. *Аристова Е.Н., Завьялова Н.А., Лобанов А.И.* Практические занятия по вычислительной математике в МФТИ. — М.: МФТИ, 2014. — 242 с.

### Дополнительная

1. *Хайрер Э., Нерсетт С., Ваннер Г.* Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. — М.: Мир, 1990. — 512 с.
2. *Хайрер Э., Ваннер Г.* Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. — М.: Мир, 1999. — 685 с.
3. *Калиткин Н.Н., Альшина Е.А.* Численные методы. Книга 1. Численный анализ. — М.: Академия, 2013 — 299 с.
4. *Каханер Д., Моулер К., Нэш С.* Численные методы и программное обеспечение. — М.: Мир, 1998. — 575 с.
5. *Петров И.Б., Лобанов А.И.* Лекции по вычислительной математике — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ, 2009. — 523 с.

6. *Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.Г.* Численные методы. — 8-е изд. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000. — 624 с.
7. Лабораторный практикум «Основы вычислительной математики» — 2-е изд, исправленное и дополненное / *В. Д. Иванов, В. И. Косарев, А. И. Лобанов, И. Б. Петров, В. Б. Пирогов, В. С. Рябенский, Т. К. Старожилова, А. Г. Тормасов, С. В. Утюжников, А. С. Холодов.* — М.: МЗ-пресс, 2003. 196 с.

## **ЗАДАНИЕ 1**

Варианты проведения практических занятий — на усмотрение преподавателя.

Вариант 1. Лабораторные работы 1–5 из пакета компьютерных лабораторных работ по вычислительной математике (темы: погрешности вычислений, интерполяция, численное интегрирование, решение линейных систем уравнений, решение нелинейных уравнений).

Вариант 2

Номера задач даются по задачнику [6]  
I.6.6, I.8.16, I.8.20, I.8.28, I.8.29, I.8.30,  
II.7.2, II.7.32, II.9.7, II.9.14, II.9.28, II.9.29б,  
III.4.1, III.4.2, IV.9.2а, IV.11.8,  
VI.7.6, VI.8.1, VI.8.8, VI.8.16, VI.9.4, VI.9.22  
VII.6.2, VII.8.8, VII.8.22

## **ЗАДАНИЕ 2**

Вариант 1. Лабораторные работы 6–7 из пакета компьютерных лабораторных работ по вычислительной математике (темы: задача Коши для систем ОДУ, краевые задачи).

Вариант 2

Номера задач даются по задачнику [6]  
VIII.7.1, VIII.7.4, VIII.7.8, VIII.9.2, VIII.9.11, VIII.9.7 2), VIII.9.13.  
Одна задача из раздела VIII.11 по указанию преподавателя.

**Срок сдачи задания 1 – с 15 по 25 октября.**

**Срок сдачи задания 2 – с 10 по 15 декабря.**

**Контрольная работа – вторая декада декабря.**

