

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
и довузовской подготовке

\_\_\_\_\_ А. А. Воронов

09 января 2018 г.

## ПРОГРАММА

по дисциплине: **Вычислительная математика**

по направлению подготовки: 03.03.01 «Прикладная математика и физика»

физтех-школа: **ФФПФ**

факультет: **ФПФЭ**

кафедра: **информатики и вычислительной математики**

курс: 3

семестр: 6

Трудоёмкость: базовая часть – 2 зачет. ед.:

лекции – 30 часов

практические (семинарские)

занятия – нет

лабораторные занятия – 30 часов

Экзамен – нет

Диф. зачёт – 6 семестр

**ВСЕГО АУДИТОРНЫХ ЧАСОВ – 60**

Самостоятельная работа:  
– 12 часов

Программу и задание составил

д.ф.-м.н., проф. Е. Н. Аристова

Программа принята на заседании кафедры  
информатики и вычислительной математики  
13 ноября 2017 г.

Заведующий кафедрой  
чл.-корр. РАН

И. Б. Петров

1. \*Понятие жесткой задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ЖС ОДУ). \*Методы численного решения жестких систем ОДУ: одношаговые ( неявные методы Рунге–Кутты, методы Розенброка) и многошаговые (формулы дифференцирования назад). \*Методы Гира в представлении Нордсика. \*Исследование схем на  $A$ -устойчивость,  $Lp$ -устойчивость и монотонность.
2. Численное решение краевых задач для ОДУ. Методы решения линейных краевых задач (метод численного построения общего решения, конечно-разностный метод для линейного уравнения второго порядка, метод прогонки). Методы решения нелинейных краевых задач (метод стрельбы, метод квазилинеаризации). \*Вариационно-разностные и проекционные методы построения приближенного решения. \*Метод конечных элементов. Задача на собственные значения (Штурма–Лиувилля). \*Метод дополненного вектора. \*Понятие жесткой краевой задачи. \*Методы решения жесткой линейной краевой задачи.
3. Разностные методы решения задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных. Методы построения аппроксимирующих разностных уравнений для уравнений в частных производных. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Приемы исследования разностных задач на устойчивость. Принцип максимума, спектральный признак устойчивости, принцип замороженных коэффициентов. \*Канонический вид двухслойных схем. \*Элементы теории Самарского об исследовании устойчивости двухслойных схем на основе энергетических неравенств.
4. Численные методы решения уравнений в частных производных гиперболического типа на примере уравнения переноса и волнового уравнения. \*Теорема Годунова о связи порядка аппроксимации и монотонности для линейных разностных схем.
5. Корректная постановка краевых условий для системы уравнений с частными производными гиперболического типа. Характеристики, инварианты Римана. Разностные схемы для характеристической формы записи системы. \*Нелинейное уравнение Хопфа. \*Понятие о сильных и слабых разрывах, скорость движения сильного разрыва.
6. Численные методы решения линейных уравнений в частных производных параболического типа. \*Квазилинейное уравнение теплопроводности и его автомодельное решение.

- Разностные схемы для решения многомерных уравнений теплопроводности. Понятие о методах расщепления. Метод переменных направлений.
7. Численные методы решения уравнений в частных производных эллиптического типа. Разностная схема “крест” для численного решения уравнений Лапласа, Пуассона. Итерационные методы для численного решения возникающих систем линейных уравнений. Принцип установления для решения стационарных задач. \*Оценка количества итераций, необходимых для достижения заданной точности при использовании различных методов.
  8. \*Введение в методы решения уравнений газовой динамики.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. *Рябенский В.С.* Введение в вычислительную математику. — М.: Наука–Физматлит, 1994. — 335 с.; 3-е изд. М.: Физматлит, 2008. — 288 с. (Физтеховский учебник).
2. *Федоренко Р.П.* Введение в вычислительную физику. — М.: Изд-во МФТИ, 1994. — 528 с., 2-е изд. /под редакцией А.И. Лобанова. Долгопрудный: Интеллект, 2008. 504 с. (Физтеховский учебник).
3. *Косарев В.И.* 12 лекций по вычислительной математике. 2-е изд. — М.: Изд-во МФТИ, 2000. — 224 с.
4. *Лобанов А.И., Петров И.Б.* Лекции по вычислительной математике. — М.: Интернет–Университет информационных технологий, 2006. — 522 с.
5. *Аристова Е.Н., Лобанов А.И.* Практические занятия по вычислительной математике в МФТИ. Часть II. — М.: МФТИ, 2015. — 310 с.

### Дополнительная литература

1. *Калиткин Н.Н.* Численные методы. — СПб: БХВ-Петербург, 2011. — 592 с.
2. 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.: Изд-во МЗ-пресс, 2003. — 196 с.
3. *Хайрер Э., Ваннер Г.* Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. — М.: Мир, 1999. — 685 с.
4. *Самарский А.А., Гулин А.В.* Численные методы. — М.: Наука, 1989.

## **Аудиторная контрольная работа — вторая декада марта**

### **Задание 1 (срок сдачи - вторая неделя марта)**

Задачи из пособия [5].

IX.7.7, IX.7.11\*, IX.7.15 7), IX.7.18, IX.7.19, IX.7.20,  
X.7.1, X.7.2, X.7.3, X.7.4, X.7.5, X.7.10, X.7.12, X.7.13, X.7.19, X.8.12,  
XI.8.1, XI.8.2 в, XI.8.3, XI.8.4 в, д, XI.8.5, XI.8.10 б, XI.9.1, XI.9.3.

\*Одна задача из раздела X.9 или XI.9 по согласованию с преподавателем

\*Лабораторные работы по курсу «Вычислительная математика»:

1. Жесткая задача Коши для систем ОДУ.
2. Краевая задача для систем ОДУ.

## **Потоковая контрольная работа — первая декада мая**

### **Задание 2 (срок сдачи 20–31 апреля)**

Задачи из пособия [5].

XII.7.1, XII.7.2, XII.7.3, XII.7.4, XII.7.6, XII.7.8, XII.7.15, XII.7.19, XII.7.27,  
XIII.7.3, XIII.8.2, XIII.9.1, XIII.9.2, XIII.9.7, XIII.9.8, XIII.9.9, XIII.9.17,  
XIV.7.3, XIV.8.5, XIV.9.1, XIV.9.2 в,г,ж, XIV.9.6, XIV.9.8 (кабаре),  
XIV.9.11 а, XIV.9.14 б,  
XV.6.3, XV.7.1, XV.7.4

\* Лабораторные работы по курсу «Вычислительная математика»:

1. Уравнение переноса.
2. Уравнение теплопроводности.
- 4.\* Курсовая работа – самостоятельная реализация разностной схемы для нелинейного уравнения в частных производных или системы нелинейных уравнений в частных производных (по согласованию с преподавателем)