

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ТГПУ)**



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

*30 августа 2011 г.*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ДПП.04 «Основы вычислительной физики»**

Направление подготовки: 050200.62

**профессионально образовательный профиль: физика**

**Степень (квалификация) – бакалавр физико-математического образования(физика)**

### Пояснительная записка.

Курс «Основы вычислительной физики» является одним из вспомогательных разделов физической науки, который посвящен изучению возможности применения основных методов компьютерного программирования для решения физических задач. Программа предназначена для построения лекционных и практических курсов для студентов-бакалавров физико-математического образования. В программу входят следующие темы дисциплины: история применения ЭВМ в физике, объективно-ориентированные языки, вычислительные методы в компьютерной физике, метод Эйлера, метод Монте-Карло, статистический метод.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели преподавания дисциплины.

В основе вычислительной физики лежит виртуальный или компьютерный эксперимент. При выполнении подобных экспериментов обычно изучаются модели физических систем с реалистичными потенциалами взаимодействия. Методы моделирования широко применяются в разных разделах физики: физике твердого тела, жидкости, плазмы; они используются при изучении фазовых переходов, поверхностных явлений, дефектов кристаллического строения твердых тел, распространения упругих и электромагнитных волн ит.д. В настоящее время массовое внедрение компьютеров, развитие машинной графики и мультипликации привело к широкому внедрению методов вычислительной физики в сферу образования, где они применяются для создания разнообразных компьютерных экспериментов: демонстраций, учебных игр, компьютерных лабораторных работ. Именно поэтому знакомство основными методами машинного моделирования необходимо для преподавателя физики и других естественных наук. Целью настоящего курса является знакомство студентов с основными методами компьютерного моделирования и их применения в физической науке.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины.

Задачами курса являются: знакомство студентов с основными методами; обучение студентов применению этих методов для создания простейших учебных компьютерных экспериментов

### 1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых студентам необходимо для изучения данного курса.

«Общая физика», предметы математического цикла и курсы по основам информатики.

## 2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать основные методы вычислительной физики;
- уметь создавать простейшие учебные компьютерные эксперименты;
- научиться использовать виртуальную базу лабораторных работ и физических опытов для построения урока физики в школе.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (4)
Общая трудоемкость дисциплины	100	100
Аудиторные занятия	68	68
Лекции	17	17

Практические занятия (ПЗ)	51	51
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа		
Курсовой проект (работа)		
Реферат		зачет
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)		

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Раздел дисциплины и виды занятий (Тематический план)

№	Раздел дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
1	Введение.	2		
2	Использование компьютерных технологий при решении физических задач.	4	25	
3	Вычислительные методы для решения дифференциальных уравнений.	5	16	
4	Численные методы для нахождения определенных интегралов: одномерных и кратных.	6	10	

##### 4.2 Содержание разделов дисциплины

1. *Введение.* История применения компьютерных технологий в физических исследованиях; предмет вычислительная физика, его цели и задачи; особенности применения приближенных методов в решении физических задач, теория погрешностей. Вводное занятие для ознакомления с языком программирования Паскаль.
2. *Использование компьютерных технологий при решении физических задач.* Пакет программ «XL» и решение простых физических задач с его использованием, построение графиков физических переменных в пакете «XL», исследование поведения физических функций на базе пакета «XL». Компьютерные виртуальные лабораторные работы и опыты, их применение на уроках физики в средней школе.
3. *Вычислительные методы для решения дифференциальных уравнений.* Метод Эйлера и его модификации. Создание элементарных программ для решения дифференциальных уравнений в физических задачах на примере уравнений движения.
4. *Численные методы для нахождения определенных интегралов: одномерных и кратных.* Простейшие численные методы интегрирования и их применение для решения физических задач. Метод Монте-Карло, датчики случайных чисел и его применение в молекулярной физике.

5. Лабораторный практикум – не предусмотрен.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

#### **а) основная литература**

1. Алексеев Д.В. Компьютерное моделирование физических задач в Microsoft Visual Basic. 2004.
2. Вержбицкий В.М. Численные методы. Математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения. 2005.
3. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. 1990.
4. Павлова Т. Ю. Вычислительный эксперимент и подготовка научной публикации. 2009.

#### **б) дополнительная литература**

1. Компьютерное моделирование. Конспект лекции, составитель Скачкова Н.В. 2009.
2. Попов С.Е. Методическая система подготовки учителя в области вычислительной физики. 2005.
3. Разина Г.К. Методы обработки опытных данных. 2002.
4. Разина Г.К. Численные методы: методические указания. 2011.

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины** – аудитория, доска, компьютерный класс.

#### **8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

##### **8.1. Методические указания для преподавателей**

Основное содержание предмета излагается в лекциях, аудиторные практические занятия позволяют закрепить приобретенные знания и проверить степень усвоения материала при решении базовых задач. Дальнейшее закрепление материала происходит при самостоятельной работе.

Преподаватель должен представить список литературы, которая может помочь студентам при усвоении материала и его закреплении. При этом основной акцент стоит делать на одном, двух учебниках или пособиях, которые наиболее близки к содержанию читаемого курса.

В курсе «основы вычислительной физики» студентам предлагается освоить решения стандартных задач по темам, представленным в пункте 4.2 настоящей программы. При проведении практического занятия преподаватель должен разобрать вместе со студентами несколько примеров решения на доске, при этом задачи стоит подобрать таким образом, чтобы рассмотреть всевозможные варианты решений, сделать акцент на «проблемных зонах» тех или иных задач. В процессе совместного решения необходимо обсудить все сложные моменты и разъяснить все возможные проблемы, с которыми может столкнуться студент при самостоятельном решении подобных задач.

При самостоятельной работе студента во время практического занятия преподаватель выступает в роли помощника-консультанта.

##### **8.2. Методические указания для студентов**

Студентам предлагается использовать рекомендуемую литературу для прочного усвоения учебного материала, содержащегося в лекциях, а также для самостоятельной работы. Для получения допуска к зачету или экзамену студенту необходимо решить все предложенные в течение семестра задачи.

В курсе «основы вычислительной физики» студентам предлагается освоить решения стандартных задач по темам, представленным в пункте 4.2 настоящей программы.

Студент должен регулярно изучать лекционный материал, готовясь к практическому занятию, поскольку теоретическая неподготовленность вызовет определенные сложности при восприятии излагаемого материала, и как следствие, трудности при решении задач, что приведет к отставанию по данному предмету.

Студент обязан решать вместе с преподавателем предлагаемые задачи, кроме того, решать однотипные задачи, вынесенные на самостоятельную (домашнюю) работу. Частью самостоятельной работы студентов является подготовка к зачету. Перечень вопросов к зачету представлен в настоящей программе

### Перечень заданий для самостоятельной работы

Задание 1.

Написать программу нахождения гипотенузы прямоугольного треугольника по заданным катетам. (использовать теорему Пифагора.)

Задание 2.

Составить программу, при выполнении которой исследуется дискриминант квадратного уравнения  $2x^2 + 3x - 6 = 0$ .

Задание 3.

Имеются данные температуры за неделю: (-31, -27, -28, -30, -28, -25, -27). Составить программу, определяющую самый холодный день, самый теплый день, среднюю температуру за неделю, количество дней с одинаковой температурой.

Задание 4.

Используя метод прямоугольников, оцените численно значение определенного интеграла  $f(x) = \cos x$  на отрезке  $0 \leq x \leq \pi/2$ . Определите значение интеграла для  $n = 10$ ,  $n = 100$ ,  $n = 500$ ,  $n = 800$ ,  $n = 1000$ . Сравните полученные результаты со значением интеграла, найденным аналитически. Как приблизительно зависит относительная погрешность  $\epsilon$  от числа  $n$ .

Задание 5.

Частица, имеющая скорость  $v_0 = 100$  м/с, направленную вдоль оси  $X$ , влетает в однородное электрическое поле с вектором напряженности  $E = 10$  В/м, направленным вертикально вверх. Построить зависимость  $v_x(t)$  и  $v_y(t)$ .

Задание 6.

Частица, имеющая заряд  $q = 4,8 \cdot 10^{-19}$  Кл, массу  $m = 9,98 \cdot 10^{-27}$  кг и скорость  $v_0 = 100$  м/с, направленную вдоль оси  $X$ , влетает в однородное магнитное поле с вектором индукции  $B = 0,1$  Тл, направленным параллельно оси  $Z$ . По какой линии движется частица?

Задание 7.

Изучить траекторию движения частицы в электромагнитном поле, если его скорость направлена вдоль оси  $X$ , вектор напряженности однородного электрического поля - вдоль оси  $Y$ , вектор индукции магнитного поля направлен вдоль оси  $Z$ . Использовать данные предыдущих задач.

Задание 8.

Исследовать зависимость координаты и скорости математического маятника от времени без учета трения; при наличии силы трения ( $b=1$ ); рассмотреть колебания под действием периодической вынуждающей силы. Значения массы шарика, длины нити, а так же  $\omega$  и  $F_0$  задайте самостоятельно.

**Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:**

Интерполяционные полиномы.  
Квадратурные формулы Ньютона.  
Метод Гаусса для решения систем уравнений.  
Метод Рунге-Кутты для решения дифференциальных уравнений.  
Метод наименьших квадратов.  
Информационные модели физики.  
Вычислительные задачи по механике: движение парашютиста, маятник Фуко, построение кривой Ван-дер-Ваальса, построение фигур Лиссажу.

#### Перечень вопросов к зачету:

Предмет и задачи вычислительной физики.  
Основные понятия теории приближенных вычислений (теория погрешностей).  
Основные понятия теории приближенных вычислений (виды ошибок).  
Компьютерное моделирование как новое средство обучения, его возможности.  
Метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений.  
Использование метода Эйлера для решения задачи о движении тела у поверхности Земли.  
Использование метода Эйлера для решения задачи о движении тела в поле тяготения.  
Использование метода Эйлера для решения задачи о движении заряда в электромагнитном поле.  
Использование метода Эйлера для решения задачи о движении маятника.  
Использование метода Эйлера для решения задачи о распространении тепла.  
Классические методы численного интегрирования (метод прямоугольников).  
Классические методы численного интегрирования (метод трапеции).  
Метод Монте-Карло для одномерного интеграла.  
Метод Монте-Карло для интегралов большой кратности.

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 050200.62 – **физико-математического образования (профессионально образовательный профиль: физика)**, степень (квалификация) – **бакалавр физико-математического образования(физика)**

Программу составил:

к. ф.-м. н, доцент кафедры теоретической физики



Т.Г. Митрофанова

Программа дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 6 от «30» августа 2011 г.

Заведующий кафедрой, профессор



И.Л. Бухбиндер

Программа дисциплины одобрена методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ

Председатель

методической комиссии физико-математического факультета



Г.К. Разина