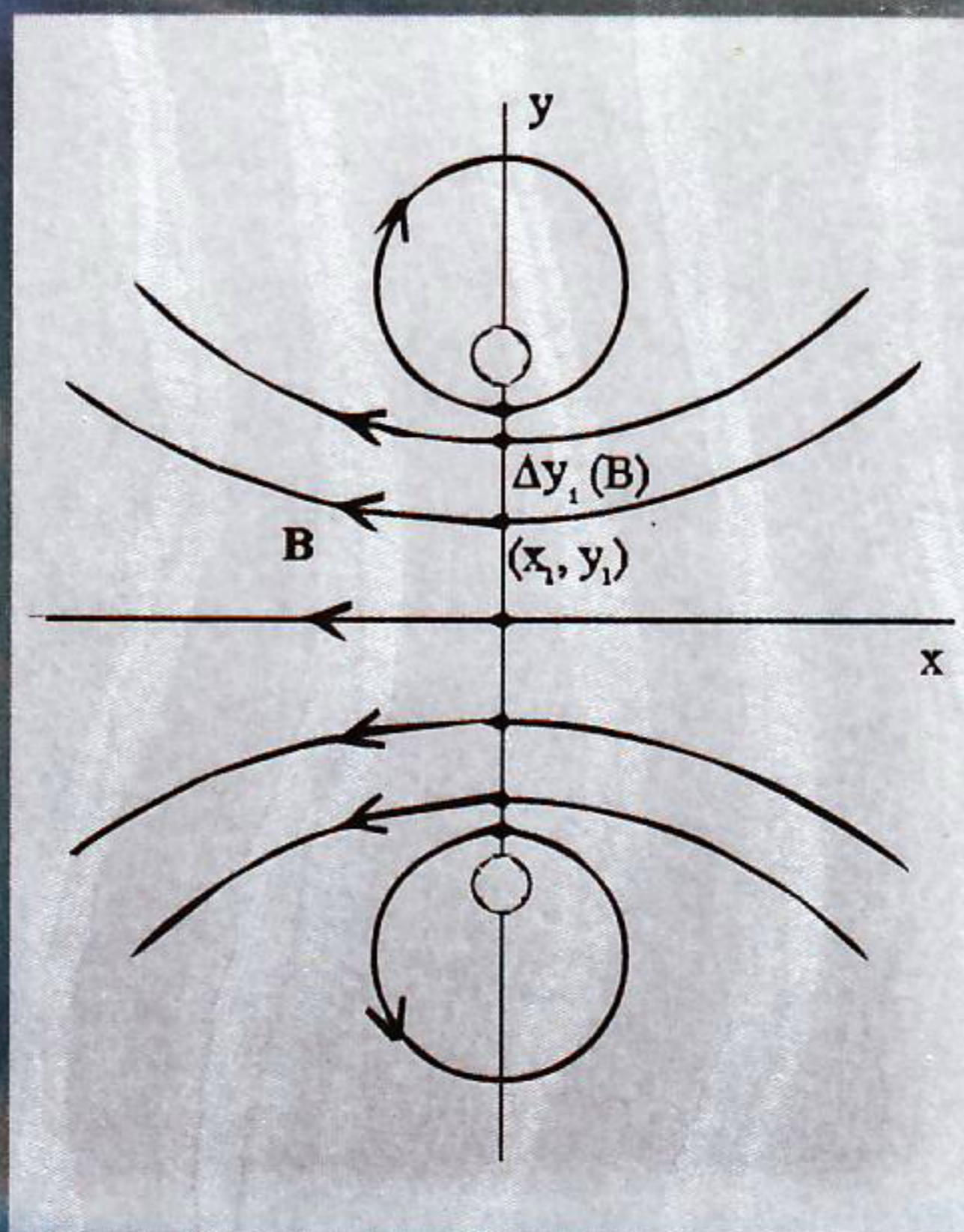


В. И. Красов, И. А.Кринберг, В. Л. Паперный

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ

Часть 1

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО «Иркутский государственный университет»

В. И. Красов, И.А. Кринберг, В. Л. Паперный

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ФИЗИКЕ**

**Часть 1. Компьютерное моделирование
физических процессов**

Учебное пособие

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Рекомендовано УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов физических специальностей университетов

Иркутск 2007

ББК 32.97:53
УДК 53.072

Печатается по решению ученого совета
Иркутского государственного университета

Допущено УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: 010700 – Физика, 010800 – Радиофизика и специальностям: 010701 – Физика, 010801 – Радиофизика и электроника.
Решение УМО №088-4/168-05 от 28 ноября 2005 г.

Рецензенты:

проректор ИрГТУ, проф., д-р физ.-мат. наук *А. Д. Афанасьев*;
проф. кафедры радиоэлектроники ИГУ, д-р физ.-мат. наук *Н. М. Буднев*

Красов В. И.

Компьютерные технологии в физике. Часть 1. Компьютерное моделирование физических процессов. Изд. 2, перераб. и доп. : учеб. пособие / **В. И. Красов, И. А. Кринберг, В. Л. Паперный.** – Иркутск : Иркут. гос. ун-т., 2007. – 126 с.

ISBN 978-59624-0148-5

Основное внимание уделено вычислительной стороне вопроса: составлению алгоритма и схемы расчета, выбору граничных условий, процедуре приведения уравнений к безразмерному виду, оценке точности вычислений. Физическое исследование модели ограничивается наиболее важными вопросами. Пособие может быть также использовано для углубленного изучения отдельных разделов механики, молекулярной физики, электродинамики.

Предназначено для студентов 1-го курса физических специальностей университетов при изучении учебной дисциплины «Информатика». Содержит необходимый минимум справочного материала по программированию в среде Delphi, а также набор задач по созданию математических моделей некоторых физических объектов.

Библиогр. 8 назв.

ISBN 978-59624-0148-5

ББК 32.97:53
УДК 53.072

© В. И. Красов, **И. А. Кринберг**, В. Л. Паперный, 2007
© Иркутский государственный университет, 2007

Оглавление

Введение	6
Глава 1. Элементы языка Object Pascal	7
1.1. Базовые (простые) типы	7
1.2. Структурированные (пользовательские) типы	8
1.3. Классы	11
1.4. Операторы и выражения	13
Арифметические операторы	13
Логические операторы	14
Битовые (поразрядные) операторы	15
Строковый оператор	16
Операторы отношения	16
1.5. Инструкции	17
Простые инструкции	17
Составные инструкции	18
1.6. Структура программы	23
Раздел описаний	24
1.7. Процедуры и функции	25
Объявление процедур и функций	25
Передаваемые параметры	27
1.8. Библиотечные модули	27
1.9. Объектно-ориентированное программирование	29
Краткие выводы	30
Контрольные вопросы	32
Глава 2. Программирование в Windows	33
2.1. Операционная система Windows	33
2.2. Windows-приложения	35
Краткие выводы	37
Контрольные вопросы	38
Глава 3. Программирование в Delphi	39
3.1. Среда программирования	39
3.2. Проект Delphi	41
Основная программа	42
Пользовательские библиотечные модули	42
3.3. Визуальные компоненты	43
Общие свойства компонентов	44
Вызов процедур	46
Ввод и вывод данных	47

Управление программой.....	48
3.4. Графические операции в Delphi.....	49
Графические компоненты.....	50
Инструменты рисования.....	50
Методы рисования.....	52
Краткие выводы.....	53
Задания.....	54
Контрольные вопросы.....	55
Глава 4. Численные методы и алгоритмы.....	56
4.1. Сортировка массива.....	56
Сортировка вставкой.....	57
Сортировка выбором.....	57
Метод всплывающего «пузырька».....	58
4.2. Решение уравнений методом деления отрезка пополам.....	58
Двоичный поиск.....	60
4.3 Численное интегрирование.....	60
Метод прямоугольников.....	60
Метод трапеций.....	61
Метод Симпсона.....	62
Краткие выводы.....	63
Задания.....	63
Контрольные вопросы.....	64
Глава 5. Моделирование движения материальной точки.....	65
5.1. Численное решение уравнений движения.....	65
5.2. Колебательное движение.....	69
Линейные колебания.....	70
Безразмерные переменные.....	71
Алгоритм решения уравнений движения линейного осциллятора.....	72
Нелинейные колебания.....	73
Задания.....	75
5.3. Движение в силовых полях.....	77
Алгоритм построения траектории движения.....	77
Движение частицы в электрическом поле неподвижного центра.....	78
Притягивающий центр.....	79
Отталкивающий центр.....	81
Алгоритм расчета силы.....	81
Задания.....	83
Движение частицы в магнитном поле.....	83
Задания.....	84
Краткие выводы.....	85
Контрольные вопросы.....	86

Приложение. Метод Рунге – Кутты третьего порядка для одномерного движения.....	85
Глава 6. Моделирование векторных полей.....	87
6.1. Силовые линии поля.....	87
Алгоритм построения силовой линии.....	89
6.2. Силовые линии электрического поля.....	90
Выбор начальных точек для карты силовых линий.....	93
Задания.....	94
6.3. Силовые линии магнитного поля.....	95
Построение карты силовых линий.....	98
Задания.....	99
6.4. Построение изолиний.....	100
Изолинии потенциала.....	100
Метод "цветового" кодирования.....	102
Задания.....	102
Силовые линии электрического поля как изолинии потока вектора напряженности.....	103
Силовые линии магнитного поля как изолинии магнитного потока.....	108
Силовые линии соленоида конечной ширины.....	109
Краткие выводы.....	112
Контрольные вопросы.....	113
Глава 7. Моделирование случайных процессов.....	113
7.1. Случайные процессы и величины.....	114
7.2. Краткие сведения из теории вероятностей.....	114
Основные понятия.....	114
Разыгрывание непрерывной случайной величины.....	116
7.3. Определение площади по методу Монте-Карло.....	118
Задания.....	119
7.4. Случайные столкновения.....	119
Задания.....	121
7.5. Движение частиц в силовом поле при наличии столкновений.....	123
Задания.....	125
Краткие выводы.....	125
Контрольные вопросы.....	126
Библиографический список.....	126

Введение

Данное пособие является первой частью цикла «Компьютерные технологии в физике» и предназначено для поддержки учебного курса «Информатика», изучаемого на физическом факультете в течение первого и второго семестров. Пособие может быть также использовано для углубленного изучения различных разделов механики, молекулярной физики и электродинамики.

Основной задачей данного курса является обучение студентов методам построения и исследования математических моделей физических явлений, причем изучение модели проводится методом численного эксперимента с помощью компьютера. В рамках этой задачи студенту предлагается самостоятельно разработать программу, описывающую модель физического явления, а затем по системе заданий изучить само физическое явление. Параметры модели легко изменяются в процессе изучения и представляются в наглядном виде. Такое исследование дополняет реальный эксперимент и позволяет получить более полное представление о свойствах физического объекта.

Второе издание данного пособия переработано и расширено. В нем учтены замечания рецензента, исправлены ошибки, внесены пояснения в некоторые пункты. Кроме того, добавлены Глава 2, в которой дано краткое описание особенностей операционной системы Windows, и Глава 4 с кратким изложением численных методов и алгоритмов, используемых при вычислениях. Кроме того, в конце каждой главы приведены контрольные вопросы, облегчающие самостоятельное изучение материала.

Первая часть пособия (Главы 1–4) содержит справочные сведения по программированию на языке Object Pascal в среде Delphi, необходимые для составления программ и выполнения учебных заданий. В последующих главах (Главы 5–7), рассмотрены физические задачи, исследуемые с помощью составленных программ. Выбор задач носит субъективный характер и охватывает небольшой круг достаточно интересных, на наш взгляд, проблем. Основное внимание уделялось вычислительной стороне вопроса: составлению алгоритма и схемы расчета, выбору граничных условий, процедуре приведения уравнений к безразмерному виду, оценке точности вычислений. Физическое исследование ограничивалось простейшими, наиболее важными, вопросами.