



ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Курс лекций

Г.О. Рябова

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Научно-исследовательский институт
прикладной математики и механики

Г.О. Рябова

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Курс лекций



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

2013

УДК 519.683
ББК 32.973–018
Р98

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук *В.А. Авдюшев*,
канд. физ.-мат. наук *Т.Ю. Галушина*

Рябова Г.О.

Р 98 Технология программирования: курс лекций. – Томск: Изд-во
Том. ун-та, 2013. – 302 с.

ISBN 978 – 5 – 7511 – 2226 – 3

Книга является учебным пособием начального уровня по программированию. Изложение базируется на языке Pascal, однако среда программирования не принципиальна, ибо рассматриваются базовые конструкции, которые есть практически во всех языках, применяемых для решения естественнонаучных задач. Упор делается на технологию и методику программирования, с учётом современных тенденций. Курс лекций разрабатывался для студентов-геодезистов и студентов-астрономов, которым программирование необходимо в первую очередь для решения задач по вычислительной математике, высшей геодезии, динамике ИСЗ, небесной механике и т. п., поэтому вопросы пользовательского интерфейса или графики в него не входят.

Для студентов, обучающихся программированию.

УДК 519.683
ББК 32.973–018

ISBN 978 – 5 – 7511 – 2226 – 3

© Г.О. Рябова, 2013
© Томский государственный университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Предисловие | 3 |
| Лекция 1 Основные понятия | 4 |
| 1.1 Текст программы. Алфавит языка | 4 |
| 1.2 Лексическая структура языка. Комментарии и пробелы | 4 |
| 1.3 Структура программы | 7 |
| 1.4 Описание переменных | 8 |
| 1.5 Типы данных | 10 |
| 1.6 Стандартные скалярные типы | 11 |
| 1.6.1 Целые типы | 11 |
| 1.6.2 Вещественные типы | 13 |
| 1.6.3 Символьный тип | 14 |
| 1.6.4 Булевский тип | 15 |
| 1.7 Ограниченные типы | 16 |
| 1.8 Присваивание | 16 |
| 1.9 Элементарный ввод-вывод | 17 |
| 1.10 Стандартные процедуры и функции (математические) | 18 |
| Лекция 2 Основные понятия (продолжение) | 19 |
| 2.1 Именованные константы | 19 |
| 2.2 Операторы. Общее описание | 20 |
| 2.3 Оператор перехода (<i>goto</i>) | 21 |
| 2.4 Составной оператор (<i>begin-end</i>) | 21 |
| 2.5 Условный оператор (<i>if-then-else</i>) | 22 |
| 2.6 Оператор варианта (<i>case</i>) | 24 |
| 2.7 Цикл | 25 |
| 2.7.1 Цикл с предусловием (<i>while...do</i>) | 26 |
| 2.7.2 Цикл с постусловием (<i>repeat...until</i>) | 26 |
| 2.7.3 Цикл с параметром (<i>for...do</i>) | 27 |
| 2.7.4 Стандартные процедуры <i>break</i> и <i>continue</i> | 28 |
| 2.7.5 О программировании с использованием циклов | 29 |
| 2.8 Пустой оператор | 31 |
| Лекция 3 Процедуры и функции | 34 |
| 3.1 Для чего они нужны | 34 |
| 3.2 Структура процедуры | 35 |
| 3.3 Переменные глобальные и локальные | 36 |
| 3.4 Механизм параметров | 40 |
| 3.5 Параметры-значения | 42 |
| 3.6 Параметры-переменные | 43 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.7 | Бестиповые параметры | 45 |
| 3.8 | Функции | 47 |
| 3.9 | Системная процедура <i>exit</i> | 48 |
| 3.10 | И ещё раз о механизме вызова параметров | 49 |
| 3.11 | Две самые важные причины для создания подпрограмм | 49 |
| Лекция 4 Массивы. Файловые типы | | 51 |
| 4.1 | Массивы | 51 |
| 4.2 | Ошибки в работе с массивами | 53 |
| 4.3 | Файловые типы | 55 |
| 4.3.1 | Файловые переменные и типы | 55 |
| 4.3.2 | Операции над файлами | 56 |
| 4.3.3 | Установочные и завершающие операции | 56 |
| 4.3.4 | Операции ввода-вывода | 59 |
| 4.3.5 | Перемещения по файлу | 60 |
| 4.4 | Текстовые файлы | 61 |
| 4.5 | Генератор случайных чисел | 63 |
| Лекция 5 Строковые типы | | 65 |
| 5.1 | Стандартные функции <i>Ord</i> и <i>Chr</i> | 65 |
| 5.2 | Строковые типы | 65 |
| 5.3 | Функции и процедуры для работы со строковыми типами | 69 |
| Лекция 6 Типы, типизированные константы, выражения | | 73 |
| 6.1 | Описание типов | 73 |
| 6.2 | Перечислимые типы | 74 |
| 6.3 | Некоторые функции для величин порядкового типа | 76 |
| 6.4 | Типизированные константы | 77 |
| 6.5 | Преобразование типов | 80 |
| 6.5.1 | Неявные преобразования | 80 |
| 6.5.2 | Использование стандартных функций | 80 |
| 6.5.3 | Явные преобразования | 81 |
| 6.6 | Эквивалентность типов | 83 |
| 6.7 | Совместимость типов | 84 |
| 6.8 | Выражения | 86 |
| | Приложение | 87 |
| Лекция 7 Эффективность программ | | 89 |
| 7.1 | Выражения | 90 |
| 7.1.1 | Арифметические операции | 90 |
| 7.1.2 | Повторяющиеся вычисления | 91 |
| 7.2 | Типы данных | 92 |
| 7.2.1 | Смешанные типы данных | 92 |
| 7.2.2 | Тип <i>Extended</i> | 93 |
| 7.3 | Логика | 93 |
| 7.3.1 | Прекращение проверки сразу после получения ответа | 93 |
| 7.3.2 | Упорядочение по вероятности | 94 |
| 7.4 | Циклы | 95 |
| 7.4.1 | Чистка цикла | 95 |
| 7.4.2 | Размыкание цикла | 96 |

| | |
|---|------------|
| 7.4.3 Объединение циклов | 97 |
| 7.4.4 Развёртывание циклов | 97 |
| Лекция 8 Множественные типы | 99 |
| 8.1 Общие сведения | 99 |
| 8.2 Операции над множествами | 101 |
| 8.2.1 Объединение, пересечение и вычитание множеств | 102 |
| 8.2.2 Проверка принадлежности множеству | 103 |
| 8.2.3 Проверки на равенство, неравенство и включение множеств | 104 |
| 8.3 Константы типа множество | 105 |
| 8.4 Механизм внутреннего представления множества | 105 |
| 8.5 Примеры | 106 |
| Лекция 9 Комбинированные типы (записи) | 108 |
| 9.1 Записи и селекторы | 108 |
| 9.2 Оператор над записями | 110 |
| 9.3 Записи с вариантами | 112 |
| 9.4 О программировании с использованием записей | 114 |
| 9.5 Пример программы | 116 |
| Лекция 10 Модули | 118 |
| 10.1 Общая структура модуля | 118 |
| 10.2 Компиляция и использование модулей | 121 |
| Лекция 11 Сила имён переменных | 125 |
| 11.1 Общие принципы выбора имён переменных | 125 |
| 11.2 Именованые конкретные типов данных | 130 |
| 11.3 Сила конвенций именования | 135 |
| 11.4 Пример возможной конвенции именования для языка Pascal | 137 |
| 11.5 Грамотное сокращение имён переменных | 137 |
| 11.6 Имена, которых следует избегать | 141 |
| Лекция 12 Стандартные модули | 144 |
| 12.1 Обзор модулей | 144 |
| 12.2 Модуль <i>CRT</i> | 145 |
| 12.2.1 Ввод с клавиатуры | 145 |
| 12.2.2 Клавиатура | 146 |
| 12.2.3 Работа с экраном | 149 |
| 12.3 Модуль <i>Graph</i> | 153 |
| Лекция 13 Ссылочные типы. Динамические переменные | 157 |
| 13.1 Ссылочные типы и указатели | 157 |
| 13.2 Доступ к переменной по указателю | 161 |
| 13.3 Статические и динамические переменные | 162 |
| 13.4 Создание и уничтожение динамических переменных | 163 |
| 13.5 Проблема потерянных ссылок | 166 |
| 13.6 Установка размеров динамической памяти | 168 |
| 13.7 Совместимость и преобразование ссылочных типов | 169 |
| 13.8 Использование указателей: связанные списки | 171 |
| 13.9 Бестиповые указатели | 176 |

| | |
|--|-----|
| Лекция 14 Разное | 181 |
| 14.1 Директивы компилятора | 181 |
| 14.2 Диапазоны дискретных типов (<i>Low</i> и <i>High</i>) | 184 |
| 14.3 Открытые массивы и строки | 188 |
| Лекция 15 Форматирование и стиль | 192 |
| 15.1 Основные принципы форматирования | 192 |
| 15.2 Способы форматирования | 194 |
| 15.3 Стили форматирования | 195 |
| 15.4 Другие соглашения | 200 |
| 15.5 Форматирование отдельных операторов | 202 |
| 15.6 Комментарии | 204 |
| Лекция 16 Процедуры и функции (продолжение) | 207 |
| 16.1 Рекурсия | 207 |
| 16.2 Распределение памяти для локальных переменных | 210 |
| 16.3 Процедурные типы | 211 |
| 16.3.1 Присваивание | 213 |
| 16.3.2 Параметры процедур и функций | 215 |
| 16.3.3 Участие в составных типах | 215 |
| 16.3.4 Ограничения | 216 |
| 16.3.5 Адресация | 217 |
| 16.3.6 Пример: таблицы умножения и сложения | 218 |
| 16.3.7 Приведение типов | 219 |
| 16.4 Константные параметры | 220 |
| Лекция 17 Структурное программирование | 222 |
| 17.1 Проектирование сверху вниз и снизу вверх | 222 |
| 17.2 Модульное программирование | 226 |
| 17.2.1 Размер модулей | 226 |
| 17.2.2 Независимость | 227 |
| 17.2.3 Определение модуля | 228 |
| 17.2.4 Метод кодирования | 229 |
| 17.2.5 Задача об изображении шахматной доски | 230 |
| 17.3 Структурное кодирование | 232 |
| 17.3.1 Теория структурного кодирования | 232 |
| 17.3.2 Об операторе условного перехода <i>goto</i> | 235 |
| 17.3.3 Метод Ашкрофта и Манны | 235 |
| Лекция 18 Машинная арифметика и простейшие вычисления | 241 |
| 18.1 Числа с плавающей точкой | 242 |
| 18.2 Представление чисел с плавающей точкой в Pascal | 244 |
| 18.3 Ошибки округления | 246 |
| 18.3.1 Машинное эpsilon | 249 |
| 18.3.2 Шаг 0.1 | 250 |
| 18.3.3 <i>Trunc</i> | 252 |
| 18.4 Ошибки вычислений | 253 |
| 18.4.1 Вычисление экспоненциальной функции | 253 |
| 18.4.2 Ещё один неустойчивый алгоритм | 255 |

| | |
|--|------------|
| 18.4.3 Плохо обусловленная задача: корни полинома четвёртой степени | 257 |
| 18.5 Интервальный анализ | 258 |
| Лекция 19 Табличные методы | 261 |
| 19.1 Основы табличных методов | 261 |
| 19.2 Таблицы с прямым доступом | 263 |
| 19.2.1 Пример определения количества дней в месяце | 264 |
| 19.2.2 Пример со ставками страхования | 265 |
| 19.2.3 Пример гибкого формата сообщения | 266 |
| 19.2.4 Подгонка значений ключа | 269 |
| 19.3 Таблицы с индексированным доступом | 271 |
| 19.4 Таблицы со ступенчатым доступом | 273 |
| 19.5 Ключевые моменты | 276 |
| Лекция 20 Операции битового сдвига | 277 |
| 20.1 История о сортировке телефонных номеров | 277 |
| 20.1.1 Постановка задачи | 277 |
| 20.1.2 Возможные пути решения | 279 |
| 20.1.3 Правильный путь решения | 281 |
| 20.1.4 Каковы выводы? | 283 |
| 20.1.5 Задачи | 284 |
| 20.2 Мощность множества | 285 |
| 20.3 Кодирование методом Хаффмана | 286 |
| 20.3.1 Энтропия | 287 |
| 20.3.2 Префиксные коды | 290 |
| 20.3.3 Алгоритм Хаффмана | 292 |
| 20.4 Ответы к задачам | 294 |
| Литература | 296 |