Оглавление

Введение 11

Немного истории 11

Зачем изучать PascalABC.NET? 12

О требовании эффективности программ 13

Чего вы здесь не найдете 15

Как пользоваться этой книгой 15

Парадигмы программирования 16

Наша первая программа 17

Понятие о типах данных 19

1 Арифметика целых чисел 21

1.1 Целые типы в PascalABC.NET 21

1.1.1 Тип BigInteger 22

1.2 Константы 22

1.3 Переменные 25

1.4 Арифметические выражения 27

1.4.1 Арифметические операции 27

1.4.2 Приоритет арифметических операций 28

1.4.3 Игры с унарным плюсом и минусом 29

1.4.4 Стандартные целочисленные функции 30

1.5 Оператор присваивания 33

1.6 «Сюрпризы» целочисленной арифметики 34

1.7 Явное приведение типа 35

1.8 Ввод целочисленных данных 37

1.9 Инкремент и декремент 39

2 Вещественные числа 40

2.1 Типы вещественных чисел 40

2.2 Литералы вещественного типа 41

2.3 Арифметические выражения вещественного типа 41

2.3.1 Деление и возведение в степень 41

2.3.2 Приведение типа 42

2.3.3 Об арифметическом переполнении 43

2.3.4 Некоторые математические функции 44

2.4 Точность машинной арифметики 45

2.5 Вывод вещественных значений 45
2.6 Ввод вещественных значений 46
2.7 Обращение к системным библиотекам .NET 46
3 Логика в программе 47
3.1 Логический тип данных 47
3.1.1 Логические выражения 47
3.1.1.1 Операции отношения 48
3.1.1.2 Логические операции 48
3.1.1.3 О «короткой схеме» 51
3.2 Условный оператор 51
3.3 Условная операция 53
3.4 Оператор выбора 56
3.5 Циклы 58
3.5.1 Цикл с заданным числом повторений (loop) 59
3.5.2 Цикл с параметром (for) 60
3.5.3 Цикл с предусловием (while) 63
3.5.4 Цикл с постусловием (repeat) 65
3.5.5 Изменение нормального хода выполнения цикла 66
3.5.5.1 Оператор break 66
3.5.5.2 Оператор continue 67
3.5.5.3 Оператор exit 68
3.5.6 О вложенных циклах 68
3.5.7 Задача табуляции функции 69
3.5.7.1 Использование цикла for 69
3.5.7.2 Использование цикла while 71
3.5.7.3 Использование цикла repeat 72
4 Подпрограммы 75
4.1 Общие сведения 75
4.1.1 Параметры в подпрограммах 76
4.1.2 Размерные и ссылочные типы данных 76
4.1.3 Ссылка и значение 77
4.2 Процедуры 78
4.2.1 Передача параметра по значению 79
4.2.2 Передача параметра по ссылке 79
4.2.3 Значение параметра по умолчанию 81

4.2.4 Процедуры без параметров 82
4.2.5 Выход из вложенных циклов 82
4.3 Функции 83
4.4 Рекурсия 86
4.5 Опережающее объявление подпрограмм 86
4.6 Перегрузка имен подпрограмм 87
4.7 Подпрограмма в качестве параметра 88
4.8 Процедурная переменная 89
4.9 Лямбда-выражения 91
4.9.1 Лямбда-функции и лямбда-процедуры 93
4.9.1.1 Захват переменной 94
4.10 Первое понятие класса 95
5 Последовательности 98
5.1 Последовательности sequence 98
5.1.1 Создание последовательностей 100
5.1.1.1 Генераторы 100
5.1.1.2 Генераторы, использующие лямбда-выражения 102
5.1.1.3 Генераторы бесконечных последовательностей 104
5.1.1.4 Ввод элементов последовательности с клавиатуры 104
5.1.1.5 Самостоятельное создание последовательностей (yield) 107
5.1.2 Операции с последовательностью в целом 110
5.1.2.1 Пустые последовательности и метод Count 110
5.1.2.2 Операции с последовательностью + и * 110
5.1.2.3 Перебор элементов последовательности (цикл foreach) 111
5.1.2.4 Перебор элементов последовательности (.ForEach) 111
5.1.2.5 Проецирование (метод Select) 111
5.1.2.6 Проецирование (метод SelectMany) 112
5.1.2.7 Максимум, минимум, сумма, произведение и среднее 113
5.1.2.8 Агрегирование элементов (метод Aggregate) 115
5.1.2.9 Перестановка элементов в обратном порядке (метод Reverse) 116
5.1.3 Выборка подпоследовательности 116
5.1.3.1 Выборка элементов от начала последовательности 116
5.1.3.2 Пропуск части первых элементов 116
5.1.3.3 Пропуск части последних элементов 117
5.1.3.4 Выборка элементов от конца последовательности 117

5.1.4 Кортежи 117
5.1.4.1 Обмен местами значений двух переменных 119
5.1.5 Выборка на основе условия 120
5.1.5.1 Выборка неповторяющихся элементов (.Distinct) 120
5.1.5.2 Фильтрация (метод Where) 120
5.1.5.3 Последовательность на основе пар элементов 121
5.1.6 Нумерация элементов последовательности 121
5.1.7 Разбиение последовательности 122
5.1.7.1 Разбиение на части указанной длины (.Batch) 122
5.1.7.2 Разбиение на две части по условию (.Partition) 122
5.1.7.3 Разбиение на две части по длине (.SplitAt) 123
5.1.7.4 Срез последовательности (.Slice) 123
5.1.8 Операции с несколькими последовательностями 124
5.1.8.1 Объединение, пересечение и разность 124
5.1.8.2 Декартово произведение (.Carthesian) 125
5.1.8.3 Чередование элементов (.Interleave) 126
5.1.8.4 Соединение элементов (метод Zip) 126
5.1.8.5 Создание последовательности кортежей (метод ZipTuple) 127
5.1.8.6 Распаковка последовательности кортежей (метод UnZipTuple) 127
5.1.9 Сортировка последовательности 128
5.1.9.1 Сортировка по возрастанию (.Sorted) 128
5.1.9.2 Сортировка по убыванию (.SortedDescending) 128
5.1.9.3 Сортировка по возрастанию (.Order) 128
5.1.9.4 Сортировка по убыванию (.OrderDescending) 129
5.1.9.5 Сортировка по возрастанию ключа (метод OrderBy) 129
5.1.9.6 Сортировка по убыванию ключа (метод OrderByDescending) 129
5.1.9.7 Вторичная сортировка по возрастанию ключа (метод ThenBy) 129
5.1.9.8 Вторичная сортировка по убыванию ключа (метод ThenByDescending) 130
5.1.10 Поиск и проверка выполнения условий 130
5.1.10.1 Элемент с указанным номером (метод ElementAt) 130
5.1.10.2 Элемент с указанным номером (метод ElementAtOrDefault) 130
5.1.10.3 Если последовательность пустая… (метод DefaultIfEmpty) 131
5.1.10.4 Наличие элемента в последовательности (метод Contains) 132
5.1.10.5 Наличие элемента в последовательности (операция in) 132
5.1.10.6 Есть ли в последовательности элементы? (метод Any) 132

5.1.10.7 Все ли элементы удовлетворяют условию? (метод All) 132
5.1.10.8 Сравнение последовательностей (метод SequenceEqual) 133
5.1.11 Табуляция функции с помощью последовательности 133
5.1.11.1 Использование цикла foreach 133
5.1.11.2 Табуляция последовательностью (.Tabulate) 134
5.2 Множества set of T 134
5.2.1 Создание множества 135
5.2.1.1 Конструктор множества 136
5.2.2 Операции над множествами 136
5.2.2.1 Перебор элементов множества в цикле foreach 136
5.2.2.2 Добавление элемента ко множеству (Include и +=) 137
5.2.2.3 Удаление элемента из множества (Exclude и -=) 137
5.2.2.4 Проверка наличия элемента во множестве (in) 138
5.2.2.5 Объединение множеств (+) 138
5.2.2.6 Разность множеств (-) 138
5.2.2.7 Пересечение множеств (*) 138
5.2.2.8 Равенство множеств (=) 139
5.2.2.9 Неравенство множеств (<>) 139
5.2.2.10 Строгое вложение (<) 139
5.2.2.11 Нестрогое вложение (<=) 139
5.2.2.12 Строго содержит (>) 139
5.2.2.13 Нестрого содержит (>=) 139
5.3 Динамические массивы array of T 140
5.3.1 Создание динамических массивов 141
5.3.2 Генераторы динамических массивов 143
5.3.2.1 Генератор на основе лямбда-выражения (ArrGen) 144
5.3.2.2 Ввод элементов массива с клавиатуры 145
5.3.3 Операции со всеми элементами массива 147
5.3.3.1 Перебор элементов массива в цикле 148
5.3.3.2 Перебор элементов массива (.ForEach) 149
5.3.3.3 Арифметические операции + и * с массивами 149
5.3.3.4 Проецирование (метод Select) 149
5.3.3.5 Проецирование (метод SelectMany) 150
5.3.3.6 Максимум, минимум, сумма, произведение и среднее 151
5.3.3.7 Агрегирование элементов (метод Aggregate) 152

5.3.3.8 Перестановка элементов в обратном порядке (метод Reverse) 152
5.3.4 Выборки элементов из массива 153
5.3.5 Срезы 154
5.3.5.1 О «мягких» срезах 157
5.3.6 Операции над массивом 157
5.3.6.1 Преобразование элементов массива (.ConvertAll) 157
5.3.6.2 Заполнение массива значениями (.Fill) 158
5.3.6.3 Замена значения элемента по всему массиву (.Replace) 158
5.3.6.4 Перестановка элементов в обратном порядке (Reverse) 159
5.3.6.5 Перемешивание элементов случайным образом (Shuffle) 159
5.3.6.6 Сортировка элементов массива (Sort) 159
5.3.6.7 Преобразование элементов массива (.Transform) 160
5.3.6.8 Поиск элементов массива по условию 160
5.3.7 Операции с индексами массива 161
5.3.7.1 Индекс максимального элемента в массиве 161
5.3.7.2 Индекс минимального элемента в массиве 162
5.3.7.3 Бинарный поиск индекса элемента (.BinarySearch) 162
5.3.7.4 Поиск индекса элемента, удовлетворяющего условию 162
5.3.7.5 Поиск индексов элементов, удовлетворяющих условию 163
5.3.7.6 Поиск индекса заданного элемента (.IndexOf) 164
5.3.8 Продвинутые операции с массивами 164
5.3.9 Ключевое слово params в подпрограммах 166
5.4 Статические массивы array [] of T 167
5.4.1 Создание статических массивов 167
5.4.2 Работа со статическими массивами 168
6 Символы и строки 171
6.1 Символьный тип данных 172
6.1.1 Анализ символов на принадлежность к группе 174
6.1.1.1 Является ли символ буквой? 175
6.1.1.2 Является ли символ цифрой? 176
6.1.1.3 Является ли символ буквой или цифрой? 176
6.1.1.4 Является ли символ пробельным? 176
6.1.1.5 Является ли символ знаком препинания? 177
6.1.1.6 Принадлежит ли буква к верхнему регистру? 177
6.1.1.7 Принадлежит ли буква к нижнему регистру? 177

6.1.1.8 Располагается ли символ в указанном интервале? 177
6.1.2 Операции преобразования символов 177
6.1.2.1 Приведение буквенного символа к верхнему регистру 178
6.1.2.2 Приведение буквенного символа к нижнему регистру 178
6.1.2.3 Преобразование символа в число 178
6.1.2.4 Символ, предшествующий указанному 178
6.1.2.5 Символ, следующий за указанным 178
6.1.2.6 Смещение по кодовой таблице на указанное число символов 179
6.1.3 Ввод символов 179
6.1.4 Пример: нахождение суммы в символьном виде 182
6.2 Строковый тип данных 183
6.2.1 Ввод строк 185
6.2.2 Вывод строк 188
6.2.3 Длина строки 188
6.2.4 Арифметические операции со строками (+ и *) 189
6.2.5 Сравнение строк 190
6.2.6 Копирование строк 192
6.2.7 Выделение подстроки 192
6.2.8 Срезы строк 193
6.2.9 Смена регистра символов 194
6.2.10 Удаление символов в начале и в конце строки 194
6.2.11 Удаление подстрок 195
6.2.12 Инверсия 196
6.2.13 Вставка подстроки 196
6.2.14 Проверки в строке 197
6.2.15 Разбиение строки на слова 197
6.2.16 Замена подстроки в строке 198
6.2.17 Сцепление (слияние) строк 199
6.2.18 Поиск в строке 201
6.2.19 Использование регулярных выражений 203
6.2.19.1 Некоторые метасимволы 204
6.2.19.2 IsMatch – наличие подстроки в строке 206
6.2.19.3 RegexReplace – замена подстрок в строке 207
6.2.19.4 MatchValue – поиск первого вхождения подстроки 208
6.2.19.5 MatchValues – поиск всех вхождений подстроки 208

6.2.19.6 Matches – результаты поиска в элементах типа Match 208
6.2.19.7 Опции регулярного выражения 209
6.2.19.8 Элементы Matches 209
6.2.20 Преобразование строки в динамический массив 210
6.2.21 Преобразование целых чисел к строке 210
6.2.22 Преобразование вещественных чисел к строке 211
6.2.23 Преобразование строки к числу 211
6.2.23.1 Преобразование строки к целому числу 211
6.2.23.2 Преобразование строки к вещественному числу 212
6.2.23.3 Преобразование строки к массиву чисел 212
6.2.24 Пример с преобразованиями строк и чисел 213
6.2.25 Чтение данных из строки 214
6.2.25.1 Чтение из строки данных типа integer 214
6.2.25.2 Чтение из строки данных типа real 215
6.2.25.3 Чтение из строки символьных данных 215
6.2.26 Форматирование данных для вывода 216
6.2.26.1 Выравнивание строки пробелами 217
6.2.26.2 Составное форматирование 217
6.2.26.3 Функция и статический метод Format 219
6.2.26.4 Вывод с использованием составного форматирования 219
6.2.26.5 Интерполированные строки 219
7 Типы данных 221
7.1 Записи 222
7.1.1 Обращение к полям записи 222
7.1.2 Конструктор записи 224
7.1.3 Инициализаторы полей 225
7.1.4 Инициализация записи 226
7.1.5 Вывод переменной типа запись 228
7.1.6 Операция присваивания для записей 230
7.1.7 Сравнение записей 230
7.1.8 Передача записей в качестве параметров 231
7.2 Перечислимый тип 231
7.3 Диапазонный тип 232
7.4 Эквивалентность и совместимость типов 233
7.4.1 Совпадение типов 234

7.4.2 Эквивалентность типов 235
7.4.3 Совместимость типов 235
7.5 Пример: работа с таблицей 236
7.6 Обобщенный тип 241
7.6.1 Дополнительные операции с обобщенным типом 242
7.7 Указатели 243
7.7.1 Пример работы с указателями 245
7.8 Тип данных BigInteger 246
7.8.1 Инициализация данных типа BigInteger 246
7.8.2 Приведение BigInteger к другому типу 247
7.9 Тип данных decimal 248
7.10 Тип данных DateTime 248
8 Многомерные массивы 251
8.1 Динамические двухмерные массивы (матрицы) 251
8.1.1 Описание и создание матриц 252
8.1.2 Генерация матриц 253
8.1.2.1 Заполнение случайными значениями 253
8.1.2.2 Заполнение фиксированным значением 254
8.1.2.3 Заполнение значениями, зависящими от индексов 255
8.1.2.4 Заполнение на основе одномерного массива 255
8.1.3 Клавиатурный ввод значений элементов матриц 256
8.1.4 Вывод матриц (.Print) 256
8.1.5 Переопределение размеров матрицы 257
8.1.6 Получение сведений о текущих размерах матрицы 258
8.1.7 Выборка элементов матрицы 258
8.1.8 Перебор всех элементов матрицы (.foreach) 260
8.1.9 Модификация строк и столбцов 260
8.1.10 Транспонирование матрицы 262
8.1.11 О матричных операциях 262
8.2 Статические двухмерные массивы 263
8.3 Массивы размерности выше двух 263
8.4 Примеры решения задач с матрицами 264
9 Файлы 268
9.1 Файловый тип данных 269
9.1.1 Описание данных файлового типа 270

9.1.2 Некоторые термины 272
9.2 Связь программы с файлом 273
9.3 Открытие и закрытие файлов 274
9.3.1 Открытие текстового файла 274
9.3.1.1 Кодировка текстового файла 275
9.3.1.2 Открытие текстового файла для чтения 275
9.3.1.3 Открытие текстового файла для записи 276
9.3.1.4 Открытие текстового файла для дозаписи 277
9.3.2 Открытие типизированных файлов 278
9.3.2.1 Открытие типизированного файла для чтения/записи 278
9.3.2.2 Открытие типизированного файла для создания/перезаписи 279
9.3.3 Открытие бестиповых файлов 280
9.3.3.1 Открытие бестипового файла на чтение/запись 281
9.3.3.2 Открытие бестипового файла на создание/перезапись 281
9.3.4 Закрытие файлов 282
9.4 Запись данных в файл 282
9.4.1 Запись данных в текстовый файл 282
9.4.1.1 Write – и это все? 285
9.4.1.2 Отзвуки прошлого (файлы input/output) 286
9.4.2 Запись данных в типизированный файл 287
9.4.3 Запись данных в бестиповый файл 290
9.5 Чтение данных из файла 293
9.5.1 Чтение данных из текстового файла 293
9.5.1.1 Средства чтения данных из текстового файла 294
9.5.1.2 Обработка ситуации «конец файла» для текстовых файлов 298
9.5.1.3 О пробельных символах в конце записи и файла 299
9.5.2 Чтение данных из типизированного файла 299
9.5.2.1 Средства чтения данных из типизированного файла 299
9.5.2.2 Ситуация «конец файла» для типизированных файлов 302
9.5.3 Чтение данных из бестипового файла 303
9.5.3.1 Средства чтения данных из бестипового файла 303
9.6 Операции с файловым указателем 305
9.7 Прочие операции с файлами 307
9.8 Рекомендации по работе с файлами 308
10 Стандартные коллекции 309

10.1 Линейные списки 309
10.1.1 Стек (Stack) 310
10.1.1.1 Операции для работы со стеком 312
10.1.1.2 Примеры использования стека 313
10.1.2 Очередь (Queue) 317
10.1.2.1 Операции для работы с очередью 318
10.1.2.2 Примеры использования очереди 319
10.1.3 Линейные списки: заключение 320
10.2 Связные списки 321
10.2.1 Двусвязный список LinkedList 322
10.2.1.1 Операции для работы с двусвязным списком 322
10.2.1.2 Некоторые приемы работы со списком LinkedList 324
10.2.1.3 Пример работы со списком LinkedList 326
10.2.1.4 Моделирование дека на основе LinkedList 327
10.3 Список List 329
10.3.1 Создание списка List 330
10.3.2 Операции для работы со списком List 331
10.3.3 Примеры использования списков List 333
10.4 Множество HashSet 335
10.4.1 Понятие о хэш-таблицах 336
10.4.2 Создание множества HashSet 339
10.4.3 Операции для работы с множеством HashSet 341
10.4.4 Примеры работы со множествами HashSet 342
10.5 Словарь Dictionary 344
10.5.1 Структура KeyValuePair<ключ, значение> 344
10.5.2 Создание словаря 345
10.5.3 Операции для работы со словарем 346
10.5.4 Примеры работы со словарем 347
10.6 Коллекции с упорядоченностью элементов 348
10.6.1 Упорядоченное множество SortedSet 349
10.6.1.1 И снова компараторы, снова интерфейс 350
10.6.1.2 Дополнительные операции SortedSet 352
10.6.1.3 Пример использования множества SortedSet 352
10.6.2 Упорядоченный список SortedList 353
10.6.3 Упорядоченный словарь SortedDictionary 354

11 Модули и библиотеки 356
11.1 Модули 357
11.1.1 Структура модуля 357
11.1.1.1 Заголовок модуля 357
11.1.1.2 Раздел интерфейса 357
11.1.1.3 Раздел реализации 358
11.1.1.4 Раздел инициализации 359
11.1.1.5 Раздел финализации 360
11.1.1.6 Раздел uses 360
11.1.1.7 Локальные и глобальные имена 361
11.1.1.8 Пространство имен 361
11.1.1.9 Область видимости имен 362
11.1.1.10 Упрощенный синтаксис модуля 365
11.1.2 Циклические ссылки между модулями 366
11.2 Библиотеки dll 366
11.2.1 Структура библиотеки 367
11.2.2 Подключение библиотек 367
11.3 Документирующие комментарии 368
11.4 Пример программы 369
11.4.1 Реализация на основе модулей 370
11.4.2 Реализация на основе библиотеки 373
11.4.3 Реализация на основе модуля и библиотеки 376
11.5 Стандартные модули в PascalABC.NET 379
11.5.1 Модули для работы с графикой 379
11.5.1.1 Модуль GraphABC 379
11.5.1.2 Модуль GraphWPF 380
11.5.1.3 Модуль ABCObjects 380
11.5.1.4 Модуль WPFObjects 380
11.5.1.5 Модуль Graph3D 380
11.5.1.6 Модуль ABCSprites 381
11.5.2 Учебные модули 381
11.5.2.1 Модуль Робот 381
11.5.2.2 Модуль Чертежник 381
11.5.2.3 Модуль NumLibABC 381
12 Обработка ошибок в программе 383

12.1 Предотвращение исключений 384
12.1.1 Поиск причины и места возникновения ошибки 384
12.1.1.1 Подмена стандартных функций 385
12.1.1.2 Системная процедура Assert 386
12.1.1.3 Использование IDE-отладчика 388
12.2 Обработка исключений 389
12.2.1 Виды исключений 390
12.2.2 Оператор try … except 390
12.2.3 Поиск причины и места возникновения ошибки 392
12.2.3.1 Оператор try … finally 395
12.2.3.2 Оператор raise 396