В. Ш. Кауфман

Языки программирования

Концепции и принципы

ДМК Пресс
издательство
Москва, 2011

УДК 519.682.1
ББК 004.438
К30

Рецензент О. Н. Перминов

К30 Кауфман В. Ш.
Языки программирования. Концепции и принципы. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 464 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-622-5

Рассмотрены фундаментальные концепции и принципы, воплощенные в современных и перспективных языках программирования. Представлены разные стили программирования (операционный, ситуационный, функциональный, реляционный, параллельный, объектно-ориентированный). Базовые концепции и принципы рассмотрены с пяти различных позиций (технологической, авторской, математической, семиотической и реализаторской) и проиллюстрированы примерами из таких языков, как Паскаль, Симула-67, Смолток, Рефал, Ада, Модула-2, Оберон, Оккам-2, Турбо Паскаль, C++ и др.

Сложность выделена как основополагающая проблема программирования, а абстракция-конкретизация и прогнозирование-контроль – как основные ортогональные методы борьбы со сложностью. На этой общей базе в книге впервые представлена цельная система концепций и принципов, создающая четкие ориентиры в области языков программирования. На основе этой системы сформулированы оригинальные положения, указывающие перспективы развития в этой области (модули исключительных ситуаций, модули управления представлением, входовыетипы и др.). Многие из них в последние годы стали реальностью.

Новые подходы применены при изложении известных фактов (пошаговая модификация нормальных алгоритмов Маркова сначала до Рефала, а затем до реляционных языков, сопоставление принципов «сундука» и «чемоданчика» при создании Ады, Модулы-2 и Оберона, развитие концепции наследуемости от модульности до объектной ориентации, систематическое сопоставление концепции параллелизма в Аде и Оккаме-2, и др.).

Для всех, серьезно интересующихся программированием, в том числе научных работников, программистов, преподавателей и студентов.

Ил. 5 Библиогр. 64 назв.

УДК 519.682.1
ББК 004.438

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

© Кауфман В. Ш., 2010
ISBN 978-5-94074-622-5
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2011

Краткое содержание

Предисловие ко второму изданию 14

Предисловие 15

ЧАСТЬ I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ 19

ГЛАВА 1. КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ 21

ГЛАВА 2. ПРИМЕР СОВРЕМЕННОГО БАЗОВОГО ЯП (МОДЕЛЬ А) 43

ГЛАВА 3. ВАЖНЕЙШИЕ АБСТРАКЦИИ: ДАННЫЕ, ОПЕРАЦИИ, СВЯЗЫВАНИЕ 69

ГЛАВА 4. ДАННЫЕ И ТИПЫ 85

ГЛАВА 5. РАЗДЕЛЬНАЯ КОМПИЛЯЦИЯ 145

ГЛАВА 6. АСИНХРОННЫЕ ПРОЦЕССЫ 151

ГЛАВА 7. НОТАЦИЯ 175

ГЛАВА 8. ИСКЛЮЧЕНИЯ 183

ГЛАВА 9. БИБЛИОТЕКА 201

ГЛАВА 10. ИМЕНОВАНИЕ И ВИДИМОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ АДЫ) 205

ГЛАВА 11. ОБМЕН С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ 219

ГЛАВА 12. ДВА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРИНЦИПА СОЗДАНИЯ ЯП 237

ЧАСТЬ II. ПЕРСПЕКТИВЫ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ 267

ГЛАВА 1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МОДЕЛИ ЯЗЫКА 269

ГЛАВА 2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ (МОДЕЛЬ Б) 289

ГЛАВА 3. ДОКАЗАТЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ (МОДЕЛЬ Д) 315

ГЛАВА 4. РЕЛЯЦИОННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ (МОДЕЛЬ Р) 339

ГЛАВА 5. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ОККАМЕ-2 (МОДЕЛЬ О) 353

ГЛАВА 6. НАСЛЕДУЕМОСТЬ (К ИДЕАЛУ РАЗВИТИЯ И ЗАЩИТЫ В ЯП) 391

ГЛАВА 7. ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ 415

ГЛАВА 8. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ 439

Заключение 459

Список литературы 460

Полезная литература, на которую прямых ссылок в тексте нет 463

Содержание

Предисловие ко второму изданию 14

Предисловие 15

Часть I. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ 19

Глава 1. Концептуальная схема языка программирования 21

1.1. Что такое язык программирования 22
1.2. Метауровень 22
1.3. Модель передачи сообщения 23
1.4. Классификация недоразумений 23
1.5. Отступление об абстракции-конкретизации. Понятие модели 25
1.6. Синтактика, семантика, прагматика 26
1.7. Зачем могут понадобиться знания о ЯП 27
1.8. Принцип моделирования ЯП 29
1.9. Пять основных позиций рассмотрения ЯП 29
1.10. Что такое производство программных услуг 30
1.11. Производство программных услуг – основная цель программирования 32
1.12. Сложность как основная проблема программирования 33
1.13. Источники сложности 34
1.14. Два основных средства борьбы со сложностью. Основной критерий качества ЯП 36
1.15. Язык программирования как знаковая система 37
1.16. Разновидности программирования 38
1.17. Понятие о базовом языке 39
1.18. Концептуальная схема рассмотрения ЯП 40

Глава 2. Пример современного базового ЯП (модель А) 43

2.1. Общее представление о ЯП Ада 44
2.2. Пример простой программы на Аде 46
2.3. Обзор языка Ада 47
2.3.1. Модули 48
2.3.2. Объявления и операторы 49
2.3.3. Типы данных 50
2.4. Пошаговая детализация средствами Ады 52
2.5. Замечания о конструктах 57
2.6. Как пользоваться пакетом управление_сетью 59

2.7. Принцип раздельного определения, реализации и использования услуг (принцип РОРИУС) 66
2.8. Принцип защиты абстракций 67

Глава 3. Важнейшие абстракции: данные, операции, связывание 69

3.1. Принцип единства и относительности трех абстракций 70
3.2. Связывание 71
3.3. От связывания к пакету 72
3.4. Связывание и специализация 74
3.4.1. Связывание и теория трансляции 75
3.5. Принцип цельности 79
3.5.1. Принцип цельности и нормальные алгоритмы 81
3.5.2. Принцип цельности и Ада. Критерий цельности 82

Глава 4. Данные и типы 85

4.1. Классификация данных 86
4.2. Типы данных 88
4.2.1. Динамические, статические и относительно статические ЯП 88
4.2.2. Система типов как знаковая система 90
4.2.3. Строгая типизация и уникальность типа 93
4.2.4. Критичные проблемы, связанные с типами 93
4.2.5. Критичные потребности и критичные языковые проблемы 94
4.2.6. Проблема полиморфизма 94
4.2.7. Янус-проблема 96
4.2.8. Критерий содержательной полноты ЯП. Неформальные теоремы 98
4.3. Регламентированный доступ и типы данных 98
4.3.1. Задача моделирования многих сетей 99
4.3.2. Приватные типы данных 101
4.3.3. Строго регламентированный доступ. Ограниченные приватные типы 103
4.3.4. Инкапсуляция 105
4.4. Характеристики, связанные с типом. Класс значений, базовый набор операций 106
4.5. Воплощение концепции уникальности типа. Определение и использование типа в Аде (начало) 107
4.5.1. Объявление типа. Конструктор типа. Определяющий пакет 107
4.6. Конкретные категории типов 108
4.6.1. Перечисляемые типы. «Морская задача» 108
4.6.2. Дискретные типы 116
4.6.3. Ограничения и подтипы 118
4.6.4. Квазистатический контроль 120
4.6.5. Подтипы 122

4.6.6. Принцип целостности объектов ... 123
4.6.7. Объявление подтипа ... 125
4.6.8. Подтипы и производные типы. Преобразования типа ... 125
4.6.9. Ссылочные типы (динамические объекты) ... 127
4.7. Типы как объекты высшего порядка. Атрибутные функции ... 129
4.7.1. Статическая определимость типа ... 129
4.7.2. Почему высшего порядка? ... 129
4.7.3. Действия с типами ... 129
4.8. Родовые (настраиваемые) сегменты ... 131
4.9. Числовые типы (модель числовых расчетов) ... 133
4.9.1. Суть проблемы ... 133
4.9.2. Назначение модели расчетов ... 134
4.9.3. Классификация числовых данных ... 134
4.9.4. Зачем объявлять диапазон и точность ... 135
4.9.5. Единая модель числовых расчетов ... 135
4.9.6. Допустимые числа ... 136
4.10. Управление операциями ... 137
4.11. Управление представлением ... 138
4.12. Классификация данных и система типов Ады ... 141
4.13. Предварительный итог по модели А ... 143

Глава 5. Раздельная компиляция ... 145

5.1. Понятие модуля ... 146
5.2. Виды трансляций ... 146
5.3. Раздельная трансляция ... 146
5.4. Связывание трансляционных модулей ... 147
5.4.1. Модули в Аде ... 147
5.5. Принцип защиты авторского права ... 148

Глава 6. Асинхронные процессы ... 151

6.1. Основные проблемы ... 152
6.2. Семафоры Дейкстры ... 155
6.3. Сигналы ... 157
6.4. Концепция внешней дисциплины ... 159
6.5. Концепция внутренней дисциплины: мониторы ... 160
6.6. Рандеву ... 164
6.7. Проблемы рандеву ... 165
6.8. Асимметричное рандеву ... 166
6.9. Управление асимметричным рандеву (семантика вспомогательных конструктов) ... 167
6.10. Реализация семафоров, сигналов и мониторов посредством асимметричного рандеву ... 169
6.11. Управление асинхронными процессами в Аде ... 172

Глава 7. Нотация 175
7.1. Проблема знака в ЯП 176
7.2. Определяющая потребность 176
7.3. Основная абстракция 177
7.4. Проблема конкретизации эталонного текста 177
7.5. Стандартизация алфавита 178
7.6. Основное подмножество алфавита 179
7.7. Алфавит языка Ада 179
7.8. Лексемы 180
7.9. Лексемы в Аде 181

Глава 8. Исключения 183
8.1. Основная абстракция 184
8.2. Определяющие требования 185
8.3. Аппарат исключений в ЯП 187
8.3.1. Определение исключений 187
8.3.2. Распространение исключений. Принцип динамической ловушки 189
8.3.3. Реакция на исключение – принципы пластыря и катапульты 191
8.3.4. Ловушка исключений 193
8.4. Дополнительные особенности обработки исключений 194

Глава 9. Библиотека 201
9.1. Структура библиотеки 202
9.2. Компилируемый (трансляционный) модуль 202
9.3. Порядок компиляции и перекомпиляции (создания и модификации программной библиотеки) 203
9.4. Резюме: логическая и физическая структуры программы 204

Глава 10. Именование и видимость (на примере Ады) ... 205
10.1. Имя как специфический знак 206
10.2. Имя и идентификатор 206
10.3. Проблема видимости 206
10.4. Аспекты именования 207
10.5. Основная потребность и определяющие требования 207
10.6. Конструкты и требования, связанные с именованием 208
10.7. Схема идентификации 210
10.7.1. Виды объявлений в Аде 210
10.7.2. Области локализации и «пространство имен» Ада-программы 213
10.7.3. Область непосредственной видимости 215
10.7.4. Идентификация простого имени 216
10.7.5. Идентификация составного имени 216
10.8. Недостатки именования в Аде 216

Глава 11. Обмен с внешней средой ... 219
11.1. Специфика обмена ... 220
11.2. Назначение и структура аппарата обмена ... 223
11.2.1. Файловая модель ... 224
11.3. Файловая модель обмена в Аде ... 224
11.3.1. Последовательный обмен ... 225
11.3.2. Комментарий ... 226
11.3.3. Пример обмена. Программа диалога ... 229
11.3.4. Отступление о видимости и родовых пакетах ... 231
11.4. Программирование специальных устройств ... 233

Глава 12. Два альтернативных принципа создания ЯП ... 237
12.1. Принцип сундука ... 238
12.2. Закон распространения сложности ЯП ... 238
12.3. Принцип чемоданчика ... 239
12.4. Обзор языка Модула-2 ... 239
12.4.1. Характеристика Модулы-2 в координатах фон-неймановского языкового пространства (технологическая позиция) ... 240
12.5. Пример М-программы ... 241
12.5.1. Управление сетями на Модуле-2 ... 242
12.5.2. Определяющий модуль ... 242
12.5.3. Использующий модуль ... 244
12.5.4. Реализующий модуль ... 245
12.6. Языковая ниша ... 248
12.7. Принцип чемоданчика в проектных решениях ЯП Модула-2 ... 249
12.7.1. Видимость ... 249
12.7.2. Инкапсуляция ... 251
12.7.3. Обмен ... 251
12.8. Принцип чайника ... 257
12.9. ЯП Оберон ... 258
12.9.1. От Модулы-2 к Оберону ... 259
12.9.2. Управление сетями на Обероне ... 261

Часть II. ПЕРСПЕКТИВЫ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ... 267

Глава 1. Перспективные модели языка ... 269
1.1. Введение ... 270
1.2. Операционное программирование – модель фон Неймана (модель Н) ... 271
1.3. Ситуационное программирование – модель Маркова-Турчина (модель МТ) ... 273
1.3.1. Перевод в польскую инверсную запись (ПОЛИЗ) ... 274
1.3.2. Модификации модели Маркова (введение в Рефал) ... 275

1.3.3. Исполнитель (МТ-машина) 280
1.3.4. Программирование в модели МТ 280
1.3.5. Основное семантическое соотношение в модели МТ 281
1.3.6. Пример вычисления в модели МТ 283
1.3.7. Аппликативное программирование 285
1.3.8. Структуризация поля определений. МТ-функции 286

Глава 2. Функциональное программирование (модель Б) 289

2.1. Функциональное программирование в модели МТ 290
2.1.1. Модель МТ с точки зрения концептуальной схемы 290
2.1.2. Модель МТ и Лисп 291
2.1.3. Критерий концептуальной ясности и функции высших порядков ... 291
2.1.4. Зачем нужны функции высших порядков 292
2.1.5. Примеры структурирующих форм 294
2.1.6. Пример программы в стиле Бэкуса 297
2.2. Функциональное программирование в стиле Бэкуса (модель Б) 299
2.2.1. Модель Бэкуса с точки зрения концептуальной схемы 299
2.2.2. Объекты 300
2.2.3. Аппликация 300
2.2.4. Функции 301
2.2.5. Условные выражения Маккарти 301
2.2.6. Примеры примитивных функций 302
2.2.7. Примеры форм, частично известных по работе в модели МТ 304
2.2.8. Определения 306
2.2.9. Программа вычисления факториала 306
2.2.10. Программа перемножения матриц 308

Глава 3. Доказательное программирование (модель Д) 315

3.1. Зачем оно нужно 316
3.2. Доказательное программирование методом Бэкуса 316
3.2.1. Алгебра программ в модели Б 317
3.2.2. Эквивалентность двух программ перемножения матриц 318
3.3. Доказательное программирование методом Хоара 321
3.3.1. Модель Д 322
3.3.2. Дедуктивная семантика 324
3.3.3. Компоненты исчисления Хоара 326
3.3.4. Правила преодоления конструктов языка Д 328
3.3.5. Применение дедуктивной семантики 334

Глава 4. Реляционное программирование (модель Р) 339

4.1. Предпосылки 340
4.2. Ключевая идея 341