

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение 15

Благодарности 21

### **Глава 1. Определение и проблемы языков программирования 22**

Для чего нужно изучать принципы построения языков программирования 22

Аппарат абстракции-конкретизации 23

Исходное определение языка программирования 24

Практическое определение языка программирования 25

Технологическое определение языка программирования 26

Области применения языков программирования 27

Научные вычисления 27

Обработка деловой информации 28

Искусственный интеллект 28

Системная область 29

Веб-обработка 29

Критерии эффективности языков программирования 30

Читабельность 31

Легкость создания программ 33

Надежность 34

Стоимость 35

Способы построения критериев эффективности 37

Нормализация частных показателей 39

Учет приоритета частных показателей 39

Заключительные замечания 40

Контрольные вопросы и упражнения 40

### **Глава 2. Виртуальные машины и трансляция языков 42**

Аппаратная организация компьютеров 42

Принцип программного управления 43

Структура виртуальной машины 44

Порядок функционирования виртуальной машины 45

Понятие виртуальной машины 46

Трансляторы и интерпретация 47

Иерархия виртуальных машин 51

Этапы трансляции 52

Анализ исходной программы 54

Синтез объектной программы 58

Контрольные вопросы 60

### **Глава 3. Виды языков программирования 62**

Парадигмы программирования 62

Императивные языки программирования 63

Язык Fortran 64

Язык C 65

Функциональные языки программирования 67

Язык LISP 69

Логические языки программирования 70

Язык Prolog 72

Объектно-ориентированные языки программирования 73

Язык Smalltalk 74

Язык разметки HTML 75

Скриптовые языки 78

Общие характеристики скриптовых языков 80

Язык Perl 82

Язык JavaScript 84

Язык PHP 85

Язык Python 86

Язык Ruby 87

Язык Lua 88

Гибридные языки разметки/программирования 91

Язык XSLT 92

Язык ЭР 96

Контрольные вопросы и упражнения 97

### **Глава 4. Выражения и присваивания в языках программирования 98**

Нотации выражений 98

Префиксная нотация выражения 99

Постфиксная нотация выражения 101

Инфиксная нотация выражения 102

Смешанная нотация 103

Сравнение нотаций для записи выражений 103

Присваивание 103

Порядок вычисления операндов в выражении 105

Контрольные вопросы и упражнения	107
<b>Глава 5. Действия и операторы в программах</b>	<b>109</b>
Базовые операторы	109
Операторы перехода	112
Потокуправления	113
Составные операторы	115
Условные операторы	116
Вложенность условных операторов	117
Операторы выбора	121
Организация повторения операторов	125
Операторы цикла с заданным числом повторений	126
Оператор for языка Python	128
Циклы с заданным числом повторений в функциональных языках	129
Операторы цикла без заданного числа повторений	129
Бесконечные циклы и механизмы управления ими	129
Циклы с предусловием	132
Циклы с постусловием	133
Универсальность оператора for в языках C, C++, C# и Java	134
Охраняемые структуры управления Дейкстры	136
Инварианты	138
Программирование с инвариантами	139
Контрольные вопросы и упражнения	141
<b>Глава 6. Средства представления синтаксиса языков программирования</b>	<b>144</b>
Особенности определения языка программирования	144
Качество синтаксиса языка	146
Легкость чтения	146
Легкость написания	147
Легкость трансляции	147
Отсутствие неоднозначности	148
Синтаксические элементы языка	148
Набор символов	148
Идентификаторы	151
Константы и литералы	152
Символы операций	154
Ключевые и зарезервированные слова	155
Необязательные слова	156
Комментарии	156
Пробелы	156
Разделители и скобки	156
Выражения	157
Операторы	157
Лексемы и лексический синтаксис	157
Абстрактный синтаксис и абстрактные синтаксические деревья	158
Грамматики в языках программирования	161
Контекстно-свободная грамматика	161
Форма Бэкуса—Наура(BNF)	162
Деревья разбора	163
Синтаксическая неоднозначность	165
Неоднозначность повисшего Else	165
Выводы — линейная форма грамматического разбора	166
Списки в инфиксных выражениях	167
Переход к конкретному синтаксису	168
Обработка ассоциативности и приоритетности	171
Расширенная BNF	173
Синтаксические схемы	175
Точки с запятой и пустые операторы	177
Контрольные вопросы и упражнения	178
<b>Глава 7. Формальная семантика языков программирования</b>	<b>182</b>
Семантика языка программирования	182
Синтезируемые атрибуты	183
Порядок вычислений	185
Выводы	185
Атрибутные грамматики	185
Операционная семантика	188
Аксиоматическая семантика	189
Аксиома присваивания	191
Применение аксиомы присваивания	192
Правило консеквенции (упрощения)	192
Правило вывода для последовательности	193
Применение правила вывода для последовательности	194

Правило вывода для условного оператора 194  
Применение правила вывода для условного оператора 194  
Вычисление предусловия для цикла FOR 195  
Правило вывода для оператора цикла WHILE 196  
Требования к инварианту цикла 196  
Определение инварианта цикла по индукции 196  
Пример доказательства цикла 197  
Общий случай определения инварианта цикла 198  
Денотационная семантика 200  
Семантическая функция отображения двоичных чисел 201  
Семантическая функция отображения десятичных чисел 201  
Состояние программы 202  
Выражения 203  
Операторы присваивания 204  
Логические циклы с предусловием 204  
Контрольные вопросы и упражнения 205  
**Глава 8. Типизация данных 209**  
Объекты данных 209  
Переменные и константы 210  
Типы данных 211  
Элементарные типы данных 213  
Объявления 216  
Статический контроль типов 218  
Динамический контроль типов 219  
Обзор составных типов данных 220  
Системы типизации данных 221  
Атрибуты переменной 222  
Связывание 224  
Динамическое связывание типов 225  
Время жизни 228  
Тип выражения 232  
Контрольные вопросы и упражнения 233  
**Глава 9. Скалярные типы данных 236**  
Перечисления 236  
Целые и вещественные типы 238  
Десятичные числа 241  
Поддиапазоны 241  
Логический тип 242  
Символьные типы 243  
Стиль программирования в языке C. Преобразование типов 244  
Контрольные вопросы и упражнения 244  
**Глава 10. Составные типы данных 246**  
Массивы 246  
Разновидности массивов 248  
Инициализация массива 251  
Атрибуты и операции простого массива 252  
Операции над массивами в скриптовых языках 253  
Прямоугольные массивы и массивы массивов 253  
Сечения массивов 256  
Статические массивы языка C 259  
Ассоциативные массивы 259  
Строки символов 261  
Записи 265  
Записи и массивы со вложенными структурами 268  
Сравнение массивов и записей 269  
Объединения и варианты записи 270  
Вариантные записи ослабляют надежность типов? 273  
Множества 275  
Кортежи 276  
Списки 277  
Контрольные вопросы и упражнения 280  
**Глава 11. Указатели 282**  
Основные понятия 282  
Операции над указателями в языке Pascal 283  
Динамические связанные структуры данных 284  
Повисшие указатели и утечки памяти 285  
Безопасность указателей в Паскале 286  
Указатели как посредники 287  
Перестановка указателей и перемещение данных 288  
Указатели в языке Ada 288

Массивы и указатели в языках C и C++ 291  
Динамическое распределение памяти 294  
Гибкость указателей в языке C 295  
Ссылочный тип 296  
Реализация указателей 297  
Контрольные вопросы и упражнения 298  
**Глава 12. Преобразования типов данных 300**  
Эквивалентность типов данных 300  
Преобразование типа и явное приведение 306  
Явные приведения типа в языке C++ 308  
Оператор `staticcast` 309  
Оператор `constcast` 309  
Оператор `reinterpret_cast` 310  
Оператор `dynamiccast` 311  
Совместимость типов и неявное приведение 311  
Уровень типизации языка 315  
Контрольные вопросы и упражнения 319  
**Глава 13. Подпрограммы 320**  
Разновидности подпрограмм 320  
Объявление подпрограммы 322  
Вызов подпрограммы 325  
Рекурсия — множественные выполнения подпрограммы 328  
Преимущества подпрограмм 328  
Методы передачи параметров 329  
Передача параметров по значению 333  
Передача параметров по ссылке 334  
Эффект передачи параметров по ссылке с помощью указателей языка C 336  
Передача по значению-результату 337  
Передача по результату 339  
Правила области видимости для имен 340  
Статическая область видимости и переименование локальных переменных 342  
Макрорасширение и динамическая область видимости 342  
Конфликты именованя 343  
Передача параметров— текстуальная подстановка 343  
Передача параметров по имени и статическая область видимости 344  
Реализация методов передачи параметров 345  
Методы передачи параметров в популярных языках программирования 346  
Проверка типов параметров 349  
Массивы в качестве параметров 350  
Подпрограммы в качестве параметров 352  
Проверка типов параметров при вызовах подпрограммы 352  
Организация области видимости для выполнения переданной подпрограммы 354  
Типы возвращаемых значений 355  
Количество возвращаемых значений 356  
Побочные эффекты функций 356  
Полиморфизм в языках программирования 356  
Параметрический полиморфизм 357  
Полиморфизм включения или полиморфизм подтипов 359  
Перегрузка и неявное приведение 360  
Реализация полиморфизма 360  
Перегруженные подпрограммы 361  
Родовые подпрограммы 363  
Родовые подпрограммы в языке Ada 363  
Родовые подпрограммы в языке C++ 367  
Родовые методы в языке Java 369  
Родовые методы в языке C# 371  
Родовые функции в языке F# 371  
Замыкания 372  
Контрольные вопросы и упражнения 374  
**Глава 14. Управление подпрограммами 376**  
Вложенные области видимости объявлений 376  
Связывания при выполнении подпрограмм 381  
Поток управления между активациями подпрограмм 381  
Деревья активации 382  
Формат записи активации 383  
Размещение и освобождение в куче 385  
Повторное использование свободного пространства 386  
Уплотнение свободного пространства 387  
Фрагментация памяти в куче 387

Размещение и освобождение в стеке 388  
Размещение статических переменных в период компиляции 389  
Управление подпрограммами в языке C 389  
Управление подпрограммами в языке Pascal 391  
Дисплеи для быстрого доступа к информации 395  
Контрольные вопросы и упражнения 397  
**Глава 15. Абстрактные типы данных 400**  
Абстракция процесса 400  
Инкапсуляция и абстракция данных 401  
Абстрактные типы данных 403  
АТД в языке Ada 405  
АТД в языке C++ 408  
АТД в языке Java 410  
АТД в языке C# 411  
АТД в языке Ruby 413  
Параметрический полиморфизм в АТД 416  
Родовые АТД в языке Ada 416  
Классы-шаблоны в языке C++ 418  
Родовые классы в языке Java 420  
Родовые классы в языке C# 422  
Синтаксические контейнеры для множества типов 422  
Контейнеры в языке C 423  
Контейнеры в языке C++ 423  
Пакеты языка Ada 424  
Сборки языка C# 426  
Пространства имен 427  
Пространства имен в языке C++ 427  
Пакеты в языке Java 428  
Пространства имен в языке Ada 429  
Модули в языке Ruby 430  
Контрольные вопросы и упражнения 430  
**Глава 16. Объектно-ориентированное и аспектно-ориентированное программирование 432**  
Основные понятия объектно-ориентированного подхода к программированию 432  
Классы 433  
Отношения между классами 436  
Деревья наследования классов 442  
Объекты 443  
Отношения между объектами 446  
Возможности наследования и полиморфизм 448  
Природа наследования 450  
Иерархия наследования в различных языках 452  
Принцип подстановки Барбары Дисков 452  
Корректность наследования 453  
Переопределение и виртуальные методы 454  
Интерфейсы и абстрактные классы 455  
Формы наследования 456  
Вариации на тему наследования 460  
Сообщения и объекты 462  
Синтаксис пересылки сообщений 462  
Сообщения в языках со статической и динамической типизацией 463  
Доступ к получателю внутри метода 464  
Создание объектов и конструкторы 466  
Связывание сообщения и метода 468  
Переопределение методов 472  
Замещение методов 472  
Уточнение методов 475  
ООП на языке C++ 477  
Единичное наследование 478  
Множественное наследование 481  
Динамическое связывание 482  
ООП на языке Ада 484  
Расширяемые типы 484  
Классы 484  
Абстрактные классы и интерфейсы 486  
Надклассовые типы 489  
Наследование от родового класса 489  
ООП на языке Java 492  
Единичное наследование 493  
Смешанное наследование 494  
Вложенные классы 495

ООП на языке C# 496  
Наследование 496  
Динамическое связывание 496  
Вложенные классы 497  
ООП на языке Ruby 497  
Наследование 499  
Динамическое связывание 499  
Реализация объектно-ориентированных классов и объектов 500  
Организация памяти для сохранения объекта 500  
Динамическое связывание сообщений с методами 500  
Особенности аспектно-ориентированного подхода 503  
Базовые понятия АООП 507  
Аспекты 509  
Жизнь без аспектов 509  
Жизнь с аспектами 510  
Программирование нааспектно-ориентированном языке AspectJ 514  
Конструкции пересечения языка AspectJ 516  
Альтернативный синтаксис ©AspectJ 519  
Контрольные вопросы и упражнения 520  
**Глава 17. Аппарат исключений 523**  
Характеристика исключений 523  
Этапы работы с определяемыми исключениями 526  
Потоки управления при обработке исключений 528  
Многоуровневая система исключений 529  
Обработка исключений в языке C++ 531  
Связывание исключений с обработчиками 531  
Оформление функций в C++ 532  
Обработка исключений в языке Java 533  
Классы исключений 533  
Обработчики исключений 533  
Связывание исключений с обработчиками 534  
Секция finally 535  
Обработка исключений в языке C# 536  
Контрольные вопросы и упражнения 536  
**Глава 18. Ввод-вывод и файлы 537**  
Характеристика аппарата ввода-вывода 538  
Пакеты ввода-вывода языка Ада 539  
Процедуры ввода языка Ада 540  
Процедуры вывода языка Ада 541  
Организация файлов и средства управления ими 543  
Текстовые файлы 546  
Двоичные файлы последовательного доступа 552  
Двоичные файлы прямого доступа 554  
Потоки ввода-вывода 556  
Объектно-ориентированный ввод-вывод в языке C++ 560  
Потоковая библиотека ввода-вывода 561  
Стандартные потоки 563  
Форматирование потоков 565  
Ошибки потоков 568  
Файловые потоки 569  
Строковые потоки 575  
Контрольные вопросы и упражнения 577  
**Глава 19. Основные понятия параллельного программирования 578**  
Процессы и потоки 578  
Задачи языка Ада 582  
Синхронизация процессов на основе разделяемых переменных 585  
Семафоры 586  
Мониторы 588  
Защищенные объекты 589  
Синхронизация процессов на основе сообщений 592  
«Развязка» взаимодействия задач при randevу 596  
Селективный прием selective accept 596  
Временной вызов входа 601  
Условный вызов входа 601  
Асинхронный отбор 601  
Потоки языка Java 602  
Класс Thread 602  
Приоритеты 604  
Семафоры 604  
Синхронизация конкуренции 605

Синхронизация взаимодействия 606  
Неблокирующая синхронизация 608  
Явная блокировка 609  
Потоки в C# 610  
Основные операции над потоками 610  
Синхронизация потоков 612  
Контрольные вопросы и упражнения 613  
**Глава 20. Функциональное программирование 615**  
Особенности функциональных языков программирования 615  
Выводы 618  
Язык Scheme — классический функциональный подход 619  
Выражения языка Scheme 619  
Специальные формы 621  
Создание функций 623  
Динамическая проверка типа 624  
Хвостовая и не хвостовая рекурсия 625  
Структуры данных в языке Scheme 626  
Программирование в языке Scheme 627  
Функции высшего порядка 628  
Статическая область видимости 630  
Настройка —специализация языка Scheme 631  
Язык ML — функциональный подход со статической типизацией 632  
Функции и величины языка ML 633  
Списки в языке ML 634  
Проверка типов в языке ML 636  
Ввод и вывод в языке ML 637  
Типы данных 638  
Функции высшего порядка и карризация 639  
Отложенные вычисления 642  
Нестрогие функции 642  
Специальные формы для отложенных вычислений 643  
Ленивые вычисления 645  
Контрольные вопросы и упражнения 646  
**Глава 21. Логическое программирование 648**  
Исчисление предикатов 648  
Компоненты исчисления предикатов первого порядка 649  
Запись утверждений в исчислении предикатов 650  
Правила вывода исчисления предикатов первого порядка 651  
Специфика логического программирования 652  
Формулы Хорна 652  
Резолюция и унификация 656  
Язык Prolog 659  
Нотация и структуры данных 659  
Выполнение в среде языка Prolog 660  
Арифметика 661  
Унификация 662  
Стратегия поиска в языке Prolog 664  
Циклы и структуры управления 665  
Проблемы языка Prolog 669  
Проблема проверки вхождения при унификации 669  
Проблема замкнутого мира 669  
Проблема логического отрицания 670  
Формулы Хорна не выражают всю логику утверждений 671  
Информация управления в логическом программировании 672  
Контрольные вопросы и упражнения 673  
Заключение 675  
Список литературы 677  
Алфавитный указатель 683