

Используемые сокращения

А	— автомат
АБВ	— автомат без выхода
АБВП	— автомат без выходного преобразователя
АВП	— автомат с временными переменными
АМ	— автомат Мура
АМИ	— автомат Мили
АФ	— автомат с флагами
АФВП	— автомат с флагами и временными переменными
БПФ	— неповторная пороговая формула
БС	— битовый сумматор
БФ	— булева формула
БФУ	— булева функция
ВОС	— внутренняя обратная связь
ГДМ	— граф достижимых маркировок
ГО	— граф операций
ГП	— граф переходов
ГПП	— граф переходов с параллелизмом
ГППР	— граф переходов проверки
ГС А	— граф-схема алгоритмов
ГПФ	— граф переходов функционирования
ИИ	— источник информации
ИМ	— исполнительный механизм
ИПУ	— Институт проблем управления
Кл	— клапан
КОМ	— компрессор
КС	— комбинационная схема
КТП	— кодированная таблица переходов
КТПВ	— кодированная таблица переходов и выходов
ЛГСА	— линеаризованная граф-схема алгоритма
ЛМС	— логический мультиплексор
ЛСА	— логическая схема алгоритма
НПО	— научно-производственное объединение
НР	— нормальная работа
НС	— неисправность
ОПУ	— операционное устройство
ОРУ	— орган управления
ОС	— операционная система
ОУ	— объект управления

ПГСА	— простейшая фаф-схема алгоритма
ПК	— промышленный компьютер
ПЛК	— профаммируемый логический контроллер
ПЭВМ	— персональная электронная вычислительная машина
ПЭЗ	— простейший элемент задержки
Р	— разблокировка
РКС	— релейно-контактная схема
РС	— регистровый сумматор
С	— стоп
СА	— смешанный автомат
СБФ	— система булевых формул
СБФУ	— система булевых функций
СВА	— система взаимосвязанных автоматов
СВГО	— система взаимосвязанных фафов операций
СВГП	— система взаимосвязанных фафов переходов
СГСА	— структурированная фаф-схема алгоритма
СГО	— система фафов операций
СГП	— система фафов переходов
СЛГСА	— структурированная линеаризованная фаф-схема алгоритма
СЛУ	— система логического управления
СП	— сеть Петри
СПГСА	— структурированная простейшая фаф-схема алгоритма
СПИ	— средства представления информации
ТИ	— таблица истинности
ТР	— таблица решений
УА	— управляющий автомат
УУ	— устройство управления
ФС	— функциональная схема
ФЭЗ	— функциональный элемент задержки
ЦВМ	— цифровая вычислительная машина
ЦМС	— цифровой мультиплексор
ЭЗ	— элемент задержки
ЯА	— язык алгоритмизации
ЯПП	— ячейка промежуточной памяти

Предметный указатель

- Автомат 16, 56, 258
— без выхода 63
— — выходного преобразователя 29, 63, 117, 173, 213, 359, 362
— — памяти 31, 61, 386, 422
— — умолчаний 112
— — флагов 260
— вложенный 321
— вызываемый 321
— детерминированный 58
— иерархический 321, 338
— комбинационный 29, 61
— координирующий 546
— Мили 64, 115, 123, 265, 368, 469
— — второго рода 64, 130, 447
— — первого рода 130
— многотактный 62
— Мура 29, 64, 123, 154, 265, 352, 365, 367, 467
— — второго рода 64, 156
— — первого рода 64, 155
— многотактный 61
— одноктактный 61
— последовательностный 62
— расширенный 321
— связанный 259
— смешанный 29, 67, 260, 369
— с временными переменными 259
— с памятью 16, 54, 61, 62, 140, 250, 394, 431
— с перелетами 254
— с общим входным преобразователем 66
— с общим выходным преобразователем 65
— с сохранением значений выходных переменных 65
— с флагами 29, 67, 259, 262
— — — и временными переменными 261
— универсальный без выходного преобразователя 63
— управляющий 13, 45, 55, 57, 190, 259, 341, 386, 448, 450, 460, 469
— — второго типа 260
— — нулевого типа 259
— — первого типа 259
— — третьего типа 261
Автоматизация программирования 417
Аккумулятор 463
Алгебра логики 113
Алгоритм
— временной 259, 302
— Евклида 306, 372, 415
— иерархический 299
— логико-вычислительный 200, 305, 372
— неполумодулярный 411
— сигнализации 427
— событийный 296
— управления 16, 48
— — логико-временной 372
— — логического 16, 22, 57, 61, 260, 295, 479
— функционирования 32
Алгоритмы однотипные 414
Алгоритмизация 13
Ассемблер 16

Библиотека функциональных элементов 78
Бит переноса 422
Блок
— библиотечный 95
— функциональный 450
Быстродействие 152, 195, 213, 269, 428

Верификация 107, 112, 375
Вершина 32
— активная 55
— безусловная 21
— вызывающая 227
— конечная 228
— начальная 54
— неустойчивая 55, 374, 438
— операторная 53, 93, 261, 355, 422
— условная 53, 93, 261, 381, 427
— устойчивая 55
— функциональная 227
Вес переменной 424
Взаимодействие 55, 227
Вложение 13
Внесение изменений 112
Возможности
— изобразительные 283, 286
— функциональные 22

- Вход
 - информационный 88
 - логический 88
 - настроечный 139
 - управляющий 88
 - цифровой 88
- Выбор
 - неполный 95, 98
 - полный 99, 98
 - процессов 255
- Выход
 - логический 88
 - цифровой 88
- Вычисления параллельные 319
- Вычислитель с прерываниями 261

- Генерация 55
- Граф
 - бинарный 453
 - достижимых маркировок 59, 142, 229, 261, 289, 296, 375
 - линейный 453
 - направленный 54
 - однокомпонентный 54
 - операций 22, 288, 291, 311
 - — автоматный 291
 - ориентированный 21, 288
 - переключений 24, 479
 - переходов 26, 54, 55, 115, 171, 316, 436, 466
 - — автомата Мура 355
 - — вызываемый 13, 327
 - — головной 13, 227, 249
 - — полный 317
 - — проверки 59, 140
 - — сети Петри 307
 - — с параллелизмом 32
 - — с перелетами 254
 - — функционирования 182
 - — полный 85, 117
 - — проверки 59, 87
 - — -схема 93
 - — автоматная 20
 - — алгоритма 18, 53, 93, 211, 355, 376, 422
 - — — пленарная 427
 - — — простейшая 93
 - — — структурированная 97
 - — линеаризованная 380, 382
 - — программы 341
 - — структурированная 95, 274, 370
 - — управляющий 24
- Графсет 291, 299

- Декомпозиция 480
 - алгоритма 188
 - аналитическая 227
 - параллельная 24, 227
 - по объектам 245, 303
 - по процессам 303
 - по режимам 245
 - последовательная 227, 237
 - содержательная 244
 - топологическая 227, 243
 - формульная 227, 243
- Дешифратор
 - измененный 444
 - линейный 366
 - пирамидальный 365
 - распределенный 384
 - состояний 105, 341, 359, 361, 444
 - централизованный 384
- Диаграмма 251
 - временная 18, 171
 - «Графсет» 314, 326
 - — простая 320
 - — расширенная 320
 - Маллера 290
 - переходов 290
 - состояний 290
 - SDL 21
- Дизель-генератор 42
- Дизъюнкция 112, 311, 389
- Динамика 307, 375, 482
 - переходов 286
 - процесса 20
- Длительность запаздывания 160
- Документация 59
- Доопределение 374
- Дуга 25

- Задание
 - исходное 49, 123, 154, 175
 - словесное 83
 - техническое 48, 84
- Задача
 - логического управления 13, 269
 - структурного синтеза 62
- Задержка 409, 457
- Запись обратная польская 369
- Запрос 227, 232, 487

- Иерархия 13
 - моделей автоматов 258
- Избыточность 26
- Изменение 375
- Измеримость 375
- Изоморфизм 223, 244, 317, 373
- Инверсия 108, 427
- Инвертор 89

- Карта Карно 71, 115, 173, 273, 440, 447
- Каскад линейный 390, 427
- Клапан 46, 59, 170, 179, 198, 297
- Код
 - единичный 34
 - многозначный 34
 - неполный 380, 398, 440

- нерабочий 74
- объектный 156
- полный 380, 398, 439
- рабочий 74
- состояния 398
- Кодирование 34
- бинарное 78
- двоичное 34, 68, 75, 291, 366, 402, 430
- единичное 68
- логарифмическое 68
- многозначное 13, 34, 59, 88, 367, 368, 369, 403
- помехоустойчивое 68
- принудительно 34, 67, 359, 439
- принудительно-свободное 34, 67, 177, 194, 362, 433, 443
- противоположное 68, 172
- свободное 34
- соседнее 443
- состояний 13, 34, 67
- унитарное 68, 73
- целочисленное 34
- Композиция 445
- Конструкция
- управляющая 340
- switch 59, 90, 107, 142, 153, 200, 213, 223, 258, 261, 264, 317, 357, 480, 484
- вложенная 334
- Контроллер 427
- программируемый логический 16, 307, 341, 346, 371, 472
- Контакт 460, 462, 472
- переключательный 461
- Контур 293
- генерирующий 356, 367, 371, 375
- нечетный 159
- четный 159
- Конъюнкция 311, 423

- Линеаризация 347
- Логика жесткая 50
- Локальность описания 372

- Маркер 21, 288, 307
- Маркировка сети Петри 288
- Матрица переходов 84, 143
- Машина Тьюринга 57, 291
- Метка 152, 344
- Метод
- Акерса 108
- Ашкрофта и Манны 107, 369
- булевых признаков 97
- гарвардский 115
- дублирования 95
- зависимых фрагментов 99
- каскадов Поварова 93
- канонический Блоха 93, 105, 378, 386, 422
- канонический синтеза автоматов 62
- модифицированный канонический Блоха 99
- независимых фрагментов 95, 472
- смешанный 79
- формульный 93, 427
- Методика проверки функционирования 59
- Механизм исполнительный 46, 196, 342
- Микроконтроллер 319, 422
- Микрооперация 261, 266
- Микропроцессор 434
- Минимизация 71
- Минтерм 372
- Модель
- автомата 13, 479
- — управляющего 411
- алгоритма 258
- алгоритмическая 69, 152, 179, 308, 357
- — второго порядка 75
- изоморфная 184
- математическая 61
- неклассическая 446
- объекта управления 170
- поведения 50
- программная 75, 152, 179, 293, 357
- — второго порядка 152
- — обобщенная 155, 224
- смешанная 260
- структурная 61, 152, 154, 179
- Модуль многофункциональный 139, 448, 449
- Мультиплексор 87, 453
- логический 88
- цифровой 88

- Наблюдаемость 59, 196, 371, 375
- Набор 73, 354, 371, 375
- Наглядность 195
- Настройка 233
- Неоднозначность 175
- Неполнота 57
- Неполумодулярность 303
- Непротиворечивость 43
- Неравнозначность 389, 406, 461

- Оболочка программная 196
- Объединение графов переходов 134
- Объект управления 26, 46, 190
- Объем памяти 195, 269, 358
- Операция
- битовая 423
- логическая 423
- Описание
- автоматное 20
- алгоритма 26
- алгоритмическое 26
- динамики 28
- лингвистическое 24
- словесное 38
- функционирования 93, 220, 425

- Оптимизация 46
- Ортогонализация 358, 369, 398, 433
- Ортогональность 222
- Ответ 227, 232, 487

- Память 46, 152
 - оперативная 389
 - промежуточная 462
- Параллелизм 295, 316, 375
- Переключение активности процессов 251
- Переменная
 - битовая 54, 344, 347, 366, 413, 414
 - внутренняя 58, 210, 258, 344, 362, 436
 - временная 227
 - входная 362
 - выходная 436
 - двоичная 445
 - длительная 440
 - импульсная 251, 358, 410, 413
 - короткоживущая 400
 - многозначная 56
 - одиночная 53
 - промежуточная 344, 366, 413
 - регистровая 434
 - словная 415
 - флаговая 371
 - управляющая 261
- Переключатель 258
- Переключение активности процессов 248, 251
- Переход
 - безусловный 382
 - — короткий 422
 - изоморфный 288
 - условный 382, 427
- Петля 67
- Планарность 366, 371
- Поведение автомата 58, 237, 288, 307, 375, 436, 482, 488
- Подпрограмма 170
- Позиция 288
- Порядок записи 428
- Позиция 21
- Полином
 - арифметический 319
 - — линейный 103
 - — нелинейный 103
- Полнота 58, 377
- Пометка 56, 58, 229
- Понимание 59
- Порог 423
- Построение
 - изоморфное 18
 - эвристическое 452
- Предыстория 13, 18, 55, 212, 267, 344
- Представление
 - арифметическое 17
 - спектральное 17
- Преобразование оптимизирующее 220

- Прерывание 13, 248
- Приоритет 85, 90, 221, 372, 375
- Проверка
 - автономная 170
 - полноты 21
- Программа 195
 - бинарная 427, 428
 - головная 206
 - изоморфная 284
 - интерпретирующая 113
 - компилированная 113
 - операторная 388, 423, 428
 - операторно-бинарная 388, 392
 - структурированная 375
 - управляющая 225
- Программирование 13
 - объектно-ориентированное 269
 - событийно-управляемое 364
 - структурное 233, 361, 371
 - функциональное 18
- Проектирование
 - детальное 244
 - иерархическое 243
 - логическое 60, 486
 - структурное 340
- Противоречивость 57, 175
- Процедура 170, 225, 335
- Процесс
 - алгоритмизации 295, 372
 - вычислительный 170
 - логико-вычислительный 305, 372
 - параллельный 13, 289, 291, 306, 307
 - переключательный 160
 - переходный 79, 121, 159, 291
 - последовательностный 61, 306
 - последовательный 55
 - технологический 51
 - чтения 50
- Процессор 24
- Псевдопараллелизм 142
- Путь 67

- Работа параллельная 191
- Разложение Шеннона 77, 93, ПО, 449
- Расшифливание 372
- Реализация
 - автоматов 463
 - аппаратная 49, 63, 308, 346, 450
 - асинхронная 50, 308, 450, 480
 - децентрализованная 296
 - лестничная стековая 419
 - однородная 446
 - операторная 419
 - параллельная 144
 - параллельных процессов 316
 - последовательная 144
 - программная 45, 57, 308, 346
 - процедурная 270
 - синхронная 480
 - стандартная 444

- стековая 418
- схемная 25
- циклическая 99
- языка «Графсет» 308
- Регистр
 - сдвиговый 251
 - — реверсивный 254
 - шаговый 386, 397
- Режим
 - автоматический 196
 - пошаговый 196
 - управления 244
 - циклический 196
- Результат промежуточный 424
- Реле 460
- Риск 94, 172, 346

- Самоблокировка 18, 452
- Сброс 487
- Связь
 - обратная 19, 49, 62, 451
 - — внешняя 53, 54, 341
 - — внутренняя 19, 53, 54, 291, 375
- Сеть Петри 21, 288, 307
 - автоматная 22, 290
 - безопасная 21, 289
 - быстрая 293
 - живая 21, 289
 - ингибиторная 291
 - медленная 293
 - неустойчивая 303
 - ординарная 307
 - правильная 289, 290
 - помеченная 308
 - синхронная 307
 - с входами 290
 - с входами и выходами 291
- Сигнал
 - двоичный 248
 - импульсный 121
 - иницирующий 248
 - потенциальный 121
 - управляющий 296
- Сигнализатор 46, 52, 170, 198
- Синхронизация 291, 295
- Система
 - булевых формул 57, 374, 436
 - — — ортогональная 58
 - — функций 18
 - — —не полностью определенных 101
 - взаимосвязанных графов операций 295
 - — — переходов 13, 299
 - воздуха среднего давления 57
 - графов
 - — операций 295
 - — переходов 227
 - управления 45
 - —логического 13, 16, 45, 123
- Ситуация 479
- Сложность 430
- Состояние 13, 32, 39, 347, 374, 481
 - автомата 24
 - внутреннее 35, 347, 360
 - возбужденное 160
 - следующее 360
 - устойчивое 161
- Состязания 161, 438, 450
- Спецификация 48
 - формальная 175
- Средства
 - микропроцессорные 45
 - представления информации 46
 - программируемые 49, 51
- Статика 56
- Стек 251, 419, 426, 463
- Структура
 - автомата 481
 - вложенная 320
 - децентрализованная 245, 480
 - иерархическая 255, 481
 - линейная 344
 - стандартная 154, 444
 - счетчиковая 240
 - централизованная 245, 481
 - циклическая 239
- Структурирование 347, 372
- Сумма по модулю два 102, 115
- Сумматор
 - битовый 346, 387
 - одноразрядный 152, 369, 446, 452
 - последовательный 123, 369, 446
 - регистровый 405, 406
- Супервизор 139
- Суперпозиция 389, 391
- Схема
 - алгоритма логическая 21, 430
 - асинхронная 290, 436
 - без памяти 18
 - изоморфная 436
 - комбинационная 17, 59, 61
 - контактная 20
 - — мостиковая 97, 288, 460
 - — параллельно-последовательная 95, 289, 460
 - лестничная 16, 438, 460, 465, 474
 - линейная 454
 - максимальной глубины 389
 - модульная 312
 - одноконтурная 159
 - принципиальная 16
 - релейно-контактная 16, 460
 - связи с объектом 46, 59
 - с памятью 22
 - стандартная 88
 - технологическая 46
 - триггерная 75
 - функциональная 16, 17, 49, 70, 438, 451
 - — линейная 98
 - функционально-принципиальная 16

- Таблица
 - возбуждения 79
 - истинности 17, 61, 115, 462
 - каноническая 99
 - переходов 123, 371
 - — и выходов 17, 123, 381
 - — кодированная 17, 71, 123, 382
 - решений 17, 270
- Таймер 170, 409, 456, 470
- Тактность
 - быстрая 213
 - медленная 213
- Теория
 - автоматов 13, 126, 156, 371
 - алгоритмизации 372
 - переключаемых схем 78
- Тест 35, 140, 375
 - сертификационный 336
- Тестирование 51, 140, 141
- Технология 153, 294
 - алгоритмизации и программирования 15, 46, 451
 - automaton 14
 - state 14
 - switch 14, 45, 435, 479
- Транслятор 416
- Триггер 49, 275, 307, 432, 456
 - *E* 76, 77
 - *JK* 76, 77, 456
 - *R* 76, 77, 105, 123, 144, 293, 308
 - *RS* 76, 77
 - *S* 76, 77, 105, 144, 364, 457
 - счетный 71, 281, 362, 366, 370, 380, 442
 - универсальный 77
- Умолчание 53, 222, 223, 341, 359
- Управление
 - автоматическое 375
 - децентрализованное 245
 - иерархическое 248
 - лифтом 120
 - логическое 341
 - ситуационное 16
 - централизованное 245
- Управляемость 59
- Уравнение логическое 132
- Уровень автоматизации 49, 50
- Условие 55
 - линейности 103
 - непротиворечивости 58
 - перехода 374
- Устройство
 - вычислительное 258, 375
 - логико-вычислительное 266
 - логическое 286
 - операционное 200, 267
 - программируемое 286
 - управления 201
 - управляющее 192, 261
- Флаг 123, 354
 - двоичный 354
 - многозначный 354
- Форма
 - аналитическая 132
 - бесскобочная 97
 - бинарная 346
 - дизъюнктивная нормальная 109, 272, 472
 - естественная 371
 - исходная 372
 - неявная 270
 - операторная 346
 - словесная 179
 - табличная 113, 132, 144
- Формализация 179
- Формула
 - неповторная 93, 425
 - — непороговая 419, 425
 - — пороговая 98, 389, 423, 462
 - булева 17, 62, 212, 430, 449
 - — объединенная 473
 - выхода 69
 - инвариантная 420
 - корректирующая 93
 - монотонная 99, 173, 424
 - переходов 69, 77
 - повторная 93
 - эквивалентная 424
- Фрагмент 423, 430, 432
- Фронт 400, 401
- Функционирование 228
 - автомата 168, 181
- Функция
 - арифметическая 17
 - булева 17, 61
 - возбуждения 77, 78
 - выбора 102
 - голосования 102, 153, 195
 - не полностью определенная 17
 - переходов 77, 358
 - пороговая 17
 - спектральная 17
- Цикл программный 389, 396, 434, 436, 451
- Циклограмма 18
- Число
 - путей 108
 - — единичных 108
 - — нулевых 108
 - Фибоначчи 428
- Читаемость 372
- Чтение 48, 374, 397, 451
- Эквивалент десятичный 88, 102, 140
- Элемент
 - библиотечный 97

- возбужденный 161
- задержки 62
- — простейший 166
- функциональный 13, 55, 159, 188, 225, 258
- «Запрет» 159
- логический 88, 89
- мажоритарный 455
- памяти 122

Ядро графа переходов 74, 75

Язык

- автоматный 24
- алгоритмизации 15, 16, 486
- алгоритмический
- — высокого уровня 371, 373, 479
- — низкого уровня 371, 431
- анкетный 278
- ассемблер 152, 244, 422, 435
- базовый 24
- графический 22
- «Графсет» 22, 307, 308, 462
- декларативный 18
- естественный 50

- инструкций 16, 386, 4)8, 428
- машинный 24
- лестничных схем 16
- логического управления 24
- общения 346
- объектно-ориентированный 26, 269
- описания алгоритмов 15, 24
- первичный 24
- проблемно-ориентированный 24
- программирования 15, 88, 152, 346
- промежуточный 124
- процедурный 18
- реализации 15
- СИ 16, 40, 118, 152, 486
- СИ++ 269
- спецификаций 13, 15, 49, 152, 485
- функций возбуждения и выходов 24
- функционального программирования 18
- функциональных блоков 450
- Ячейка памяти 57
 - битовой 388
 - дополнительной 354
 - многозначной 260
 - промежуточной 388, 426
 - регистровой 258, 405

A. A. Shalyto. SWITCH-technology. Algorithmic and programming methods in solution of the logic control problems. — St. Petersburg: Nauka (Science), 1998. — 628 p.

In the book on the basis of research and practical results of the author new technology of algorithmic and programming of logical control problems, including by complex technological processes, is offered. A choice of graphic language of the specifications allows, from the one hand, reasonably, mathematical strictly, completely and nonconflictly to describe problems of this class in the form, clear to the Customer, Technologist, Developer, Programmer, User and Controller, and with other — formality and isomorphically to build the programs in basis of the used programming language, which are well understood, structured, observable and manageable.

Methods of formal synthesis of the functional programs for three classes of the programming languages are stated: algorithmic languages of a high level; algorithmic languages of a low level; specialized languages. These languages correspond to three classes of computing devices, now in use in practice of designing a control system: to industrial computers; to microcontrollers; to programming logic controllers. With reference to the last class of devices the specified methods are stated for the representatives of all classes of languages according to the international standard IEC 1131-3 (languages of the instructions, ladder and function diagrams, sequential functional charts).

The offered technology allows to divide work, and mainest, responsibility between the Customer, Developer and Programmer, that especially is important, when they represent different organizations, and furthermore the countries, otherwise arise essential language, and, in the end, and economic problems.

Financing the edition of the book comes true by Russian Fund of Fundamental Research.

For contacts: tel. 812-328 39 12

fax. 812-328 00 51

Shalyto @ [geocities.com](http://www.geocities.com)

[http:// www.geocities.com/](http://www.geocities.com/)

CapeCanaveral / Hangar /5114

Научное издание

Анатолий Абрамович ШАЛЬГО

**SWITCH-ТЕХНОЛОГИЯ
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ
ЗАДАЧ ЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Художник А. И. Слепушкин
Технический редактор Е. Г. Коленова
Корректоры О. М. Бобылева, О.И.Буркова и Е. В. Шестакова
Компьютерная верстка Л. Н. Напольской

Лицензия № 020297 от 23 июня 1997 г.
Сдано в набор 27.12.96. Подписано к печати 5.03.98.
Формат 60 x 90 v_{16} . Бумага офсетная
Гарнитура тайме. Печать офсетная
Усл. печ. л. 39.5. Уч.-изд. л. 43.1.
Тираж 1000 экз. Тип. зак. № 3524. С 46

Санкт-Петербургская издательская фирма РАН
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская лин., 1.

Санкт-Петербургская типография «Наука» РАН
199004, Санкт-Петербург, 9 лин., 12.