

УДК 004.382.7
ББК 32.971.3
Д40

Мэттью Джастис

Д40 Как на самом деле работают компьютеры / науч. ред. Ю. В. Ревич; пер. с англ. С. Л. Плехановой. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 428 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-973-6

В этом руководстве в доступной форме излагаются основы вычислительной техники. Рассматриваются принципы электронных вычислений и использование двоичных чисел; в общих чертах показано, как функционирует аппаратное обеспечение компьютера, для чего нужна операционная система и как передаются данные по интернету. Читатель получит базовое представление о языках программирования, изучая примеры кода на C и Python.

Каждая глава содержит упражнения и практические задания (проекты), позволяющие на практике применить полученные знания.

Книга будет полезна всем, кто хочет разобраться, как работает компьютер.

УДК 004.382.7
ББК 32.971.3

Title of English-language original: How Computers Really Work: A Hands-On Guide to the Inner Workings of the Machine, ISBN 9781718500662, published by No Starch Press Inc. 245 8th Street, San Francisco, California United States 94103. The Russian-Language 1st edition Copyright © 2022 by DMK Press Publishing under license by No Starch Press Inc. All rights reserved.

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.

ISBN 978-1-71850-066-2 (англ.)
ISBN 978-5-97060-973-6 (рус.)

© 2021 by Matthew Justice
© Оформление, издание, перевод,
ДМК Пресс, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Об авторе	6
О технических рецензентах.....	6
Благодарности.....	16
Введение.....	17

1

Принципы компьютерных вычислений23

Определение компьютера.....	24
Аналоговый и цифровой	24
Аналоговый подход.....	24
Переход на цифровые технологии	26
Системы счисления	27
Десятичные числа	28
Двоичные числа.....	29
Биты и байты.....	31
Префиксы	32
Шестнадцатеричная система.....	35
Выводы	39

2

Двоичный код в действии40

Представление данных в цифровом виде.....	40
Цифровой текст	41
ASCII	42
Цвета и изображения в цифровом формате.....	44
Подходы к представлению цветов и изображений	46
Интерпретация двоичных данных	48
Двоичная логика	49
Выводы	55

3

Электрические цепи.....56

Определение электрических терминов.....	57
Электрический заряд.....	57
Электрический ток.....	58

Напряжение	58
Сопротивление	59
Аналогия с водой	59
Закон Ома.....	60
Схемы электрических цепей	61
Закон напряжения Кирхгофа	64
Электрические цепи в реальном мире	66
Светоизлучающие диоды.....	69
Выводы	71
ПРОЕКТ № 1: Построение электрической цепи и измерения в ней.....	72
ПРОЕКТ № 2: Построение простой схемы со светодиодом.....	78

4

Цифровые схемы81

Что такое цифровая схема?.....	81
Логика с помощью механических выключателей	82
Удивительный транзистор	85
Логические вентили.....	88
Проектирование с помощью логических вентилях	91
Интегральные схемы	92
Выводы	95
ПРОЕКТ № 3: Построение логических операторов (И, ИЛИ) с помощью транзисторов	96
ПРОЕКТ № 4: Построение схемы с логическими вентилями.....	98

5

Математика в цифровых схемах 104

Двоичное сложение.....	105
Полусумматоры	107
Полные сумматоры.....	109
Четырехразрядный сумматор.....	111
Знаковые числа	112
Беззнаковые числа.....	117
Выводы	119
ПРОЕКТ № 5: Построение полусумматора	120

6

Память и синхросигналы 122

Последовательные логические схемы и память	122
--	-----

SR-защелка.....	123
Использование SR-защелки в схеме.....	127
Синхросигналы.....	130
JK-триггеры.....	132
Т-триггеры.....	133
Использование синхросигнала в трехбитном счетчике.....	134
Выводы.....	136
ПРОЕКТ № 6: Построение SR-защелки с использованием вентилей НЕ-ИЛИ.....	137
ПРОЕКТ № 7: Построение базовой схемы торгового автомата.....	139
ПРОЕКТ № 8: Добавление отложенного сброса в схему торгового автомата.....	140
ПРОЕКТ № 9: Использование защелки в качестве ручного синхросигнала.....	143
ПРОЕКТ № 10: Тестирование JK-триггера.....	146
ПРОЕКТ № 11: Построение трехбитного счетчика.....	148

7

Аппаратное обеспечение компьютера..... 151

Обзор аппаратного обеспечения компьютера.....	151
Оперативная память.....	153
Центральный процессор (CPU).....	157
Архитектура набора команд.....	158
Внутреннее устройство процессора.....	161
Синхросигнал, ядра и кеш.....	162
За пределами памяти и процессора.....	166
Вторичное хранилище.....	166
Устройства ввода/вывода.....	168
Связь по шине.....	171
Выводы.....	172

8

Машинный код и язык ассемблера..... 173

Определение программных терминов.....	173
Пример машинной инструкции.....	175
Вычисление факториала в машинном коде.....	177
Выводы.....	180
ПРОЕКТ № 12: Факториал на ассемблере.....	181
ПРОЕКТ № 13: Исследование машинного кода.....	194

9

Программирование высокого уровня 199

Обзор программирования высокого уровня.....	199
Введение в С и Python	201
Комментарии.....	202
Переменные	202
Переменные в С.....	203
Переменные в Python	204
Стек и куча	205
Стек.....	205
Куча.....	207
Математика	208
Логика.....	211
Побитовые операторы	212
Булевы операторы.....	213
Порядок выполнения программы.....	214
Операторы if	215
Циклы.....	216
Функции	217
Определение функций	218
Вызов функций	220
Использование библиотек.....	221
Объектно-ориентированное программирование	222
Компилируемый или интерпретируемый	223
Вычисление факториала в С.....	225
Выводы	228
ПРОЕКТ № 14: Изучение переменных.....	229
ПРОЕКТ № 15: Изменение типа значения,	
на которое ссылается переменная в PYTHON	232
ПРОЕКТ № 16: Стек или куча.....	233
ПРОЕКТ № 17: Напишите игру-угадайку	236
ПРОЕКТ № 18: Использование класса банковского счета в PYTHON	237
ПРОЕКТ № 19: Факториал на С.....	239

10

Операционные системы 242

Программирование без операционной системы	242
Обзор операционных систем	244
Семейства операционных систем.....	246
Режим ядра и режим пользователя.....	249

Процессы	251
Потоки.....	253
Виртуальная память.....	256
Интерфейс прикладного программирования (API)	259
Пользовательский режим и системные вызовы.....	262
API и системные вызовы	264
Программные библиотеки операционной системы.....	265
Двоичный интерфейс приложений	268
Драйверы устройств.....	268
Файловые системы	269
Службы и демоны.....	270
Безопасность	271
Выводы	272
ПРОЕКТ № 20: Исследование	
запущенных процессов.....	272
ПРОЕКТ № 21: Создание потока выполнения и наблюдение за ним	275
ПРОЕКТ № 22: Исследование виртуальной памяти	277
ПРОЕКТ № 23: Исследование API операционной системы	280
ПРОЕКТ № 24: Наблюдение за системными вызовами.....	283
ПРОЕКТ № 25: Использование GLIBC.....	284
ПРОЕКТ № 26: Просмотр загруженных модулей ядра	287
ПРОЕКТ № 27: Исследование устройств хранения данных	
и файловых систем	288
ПРОЕКТ № 28: Просмотр служб	289

11

Интернет	290
Определение сетевых терминов	290
Набор интернет-протоколов	292
Канальный уровень	295
Межсетевой уровень.....	297
Транспортный уровень.....	301
Прикладной уровень.....	303
Путешествие по интернету	304
Основополагающие возможности интернета.....	306
Протокол динамической настройки узла (DHCP).....	306
Частные IP-адреса и преобразование сетевых адресов	307
Система доменных имен	308
Сеть – это вычисления	312
Выводы	312

ПРОЕКТ № 29: Изучение канального уровня.....	313
ПРОЕКТ № 30: Изучение межсетевого уровня	315
ПРОЕКТ № 31: Изучение использования портов	316
ПРОЕКТ № 32: Прослеживание маршрута до хоста в интернете	318
ПРОЕКТ № 33: Узнайте свой арендованный IP-адрес.....	319
ПРОЕКТ № 34: Является ли IP вашего устройства публичным или частным?	320
ПРОЕКТ № 35: Поиск информации в DNS.....	321

12

Всемирная паутина	323
Обзор Всемирной паутины	323
Распределенная паутина	324
Адресуемая паутина.....	324
Связанная паутина.....	327
Веб-протоколы	327
Поиск в паутине	330
Языки Всемирной паутины	331
Структурирование веб с помощью HTML.....	331
Стилизация веб-страниц с помощью CSS	334
Создание скриптов с помощью JavaScript	337
Структурирование данных в веб с помощью JSON и XML	339
Веб-браузеры.....	342
Визуализация страницы	342
Строка агента пользователя (User Agent String)	344
Веб-серверы	345
Выводы	348
ПРОЕКТ № 36: Исследование трафика HTTP	349
ПРОЕКТ № 37: Запуск собственного веб-сервера	351
ПРОЕКТ № 38: Возврат HTML с вашего веб-сервера	353
ПРОЕКТ № 39: добавление CSS на ваш сайт	355
ПРОЕКТ № 40: Добавьте JavaScript на свой сайт.....	356

13

Современные вычислительные технологии	358
Приложения	358
Нативные приложения.....	360
Веб-приложения	362
Виртуализация и эмуляция.....	363
Виртуализация	363
Эмуляция.....	365

Облачные вычисления.....	366
История удаленных вычислений.....	366
Категории облачных вычислений.....	367
Невидимый веб и темный веб	370
Биткоин.....	371
Основы биткоина	372
Биткоин-кошельки	372
Биткоин-транзакции.....	373
Майнинг биткоинов.....	374
Виртуальная и дополненная реальность.....	376
Интернет вещей.....	378
Выводы	380
ПРОЕКТ № 41: Использование PYTHON для управления	
схемой торгового автомата	381

Приложение А

Ответы на упражнения	391
1-2: Двоичное в десятичное	391
1-3: Десятичное в двоичное	391
1-4: Из двоичной системы в шестнадцатеричную	392
1-5: Из шестнадцатеричной в двоичную	392
2-1: Создайте собственную систему представления текста.....	392
2-2: Кодировка и декодировка ASCII	393
2-3: Создание собственной системы представления градации серого	393
2-4: Создание собственного подхода к представлению простых	
изображений	394
2-5: Составление таблицы истинности для логической функции	396
3-1: Применение закона Ома	396
3-2: Определите падение напряжения	397
4-1: Реализация логического ИЛИ (OR) с транзисторами	397
4-2: Проектирование схемы с логическими вентилями.....	398
5-1: Практика двоичного сложения.....	398
5-2: Найдите дополнительный код	399
5-3: Сложите два двоичных числа и их интерпретируйте	
их как знаковые и беззнаковые	399
7-1: Вычислите необходимое количество битов	399
8-1: Используйте свой мозг в качестве процессора.....	400
9-1: Побитовые операторы	402
9-2: Выполните программу на C в уме.....	403
11-1: Какие IP находятся в одной подсети?	404
11-2: Исследование распространенных портов.....	404
12-1: Определение частей URL-адреса	405

Приложение В

Технические средства 406

Покупка электронных компонентов для проектов	406
Названия микросхем серии 7400	407
Покупка	409
Питание цифровых схем	410
Зарядное устройство USB	410
Питание для макетной платы	411
Питание от Raspberry Pi	412
Батарейки AA	413
Поиск и устранение неисправностей в электронных схемах	414
Raspberry Pi	416
Почему Raspberry Pi?	416
Необходимые детали	417
Настройка Raspberry Pi	418
Использование Raspberry Pi OS	419
Работа с файлами и папками	421