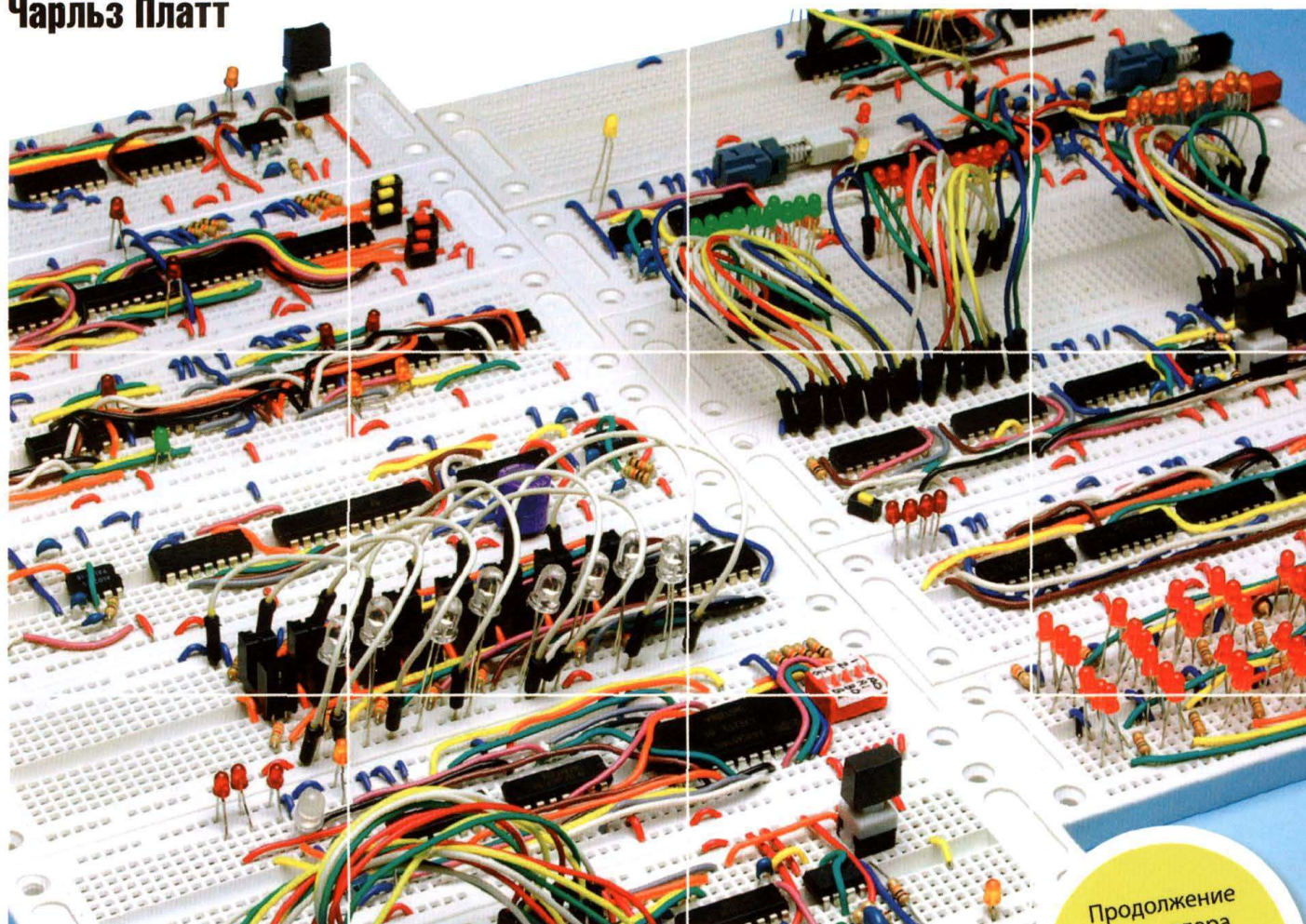


# Электроника

## ЛОГИЧЕСКИЕ МИКРОСХЕМЫ, УСИЛИТЕЛИ И ДАТЧИКИ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ



Чарльз Платт



36 иллюстрированных экспериментов  
с логическими микросхемами, усилителями,  
датчиками и другими компонентами

Продолжение  
бestsеллера  
**Электроника  
для  
начинающих**

**Make:**  
makezine.com

# Электроника

## ЛОГИЧЕСКИЕ МИКРОСХЕМЫ, УСИЛИТЕЛИ И ДАТЧИКИ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ

Чарльз Платт

Санкт-Петербург  
«БХВ-Петербург»  
2015

---

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>ОБ АВТОРЕ.....</b>	<b>XVII</b>
<b>БЛАГОДАРНОСТИ .....</b>	<b>XIX</b>
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>XXI</b>
<b>Что вам понадобится?.....</b>	<b>xxi</b>
Первоначальные знания .....	xxi
Инструменты.....	xxi
Компоненты .....	xxii
Спецификации компонентов .....	xxii
<b>Как работать с этой книгой? .....</b>	<b>xxii</b>
Принципиальные схемы .....	xxii
Размеры.....	xxii
Математика.....	xxiii
Организация книги .....	xxiv
<b>Если что-то не работает... ..</b>	<b>xxiv</b>
<b>Связь между автором и читателями.....</b>	<b>xxvi</b>
Информативная обратная связь от меня к вам .....	xxvi
Информативная обратная связь от вас ко мне .....	xxvii
Запрос моей помощи.....	xxvii
<b>Прежде, чем отправлять сообщение .....</b>	<b>xxvii</b>
<b>Что дальше? .....</b>	<b>xxviii</b>
<b>Цифровая библиотека Safari® Books Online .....</b>	<b>xxix</b>
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА .....</b>	<b>XXXI</b>
<b>Источник питания .....</b>	<b>xxxii</b>
Стабилизирование напряжения.....	xxxii
<b>Макетные платы .....</b>	<b>xxxiii</b>
Монтаж проводки.....	xxxiv
Захваты: мини-клипсы и «крокодилы».....	xxxvi
<b>Хранение компонентов.....</b>	<b>xxxviii</b>
Проверка номиналов .....	xxxviii

<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 1. СОПРОТИВЛЕНИЕ КЛЕЯ.....</b>	<b>1</b>
Усилитель на основе клея.....	1
Что здесь происходит?.....	3
Символика.....	3
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 2. ВЫПОЛНЯЕМ ВЫЧИСЛЕНИЯ.....</b>	<b>7</b>
Требования.....	7
Токи транзисторов.....	7
Сокращения и спецификации.....	11
А как насчет напряжения?.....	12
Ответы на вопрос про делителя напряжения.....	18
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 3. ОТ СВЕТА К ЗВУКУ .....</b>	<b>19</b>
Звук, вызываемый светом.....	20
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 4. СВЕТ, НАПРЯЖЕНИЕ И ЧАСТОТА .....</b>	<b>23</b>
Использование фототранзисторов.....	24
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 5. ЭЙ, УХНЕМ!.....</b>	<b>31</b>
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 6. ЛЕГКО ВКЛЮЧИЛИ, ЛЕГКО ВЫКЛЮЧИЛИ .....</b>	<b>35</b>
Компаратор в действии.....	35
Обратная связь.....	37
Гистерезис.....	38
Символ компаратора.....	40
Выход компаратора.....	41
Внутреннее устройство микросхемы компаратора.....	43
Перерисовываем схему.....	43
Компаратор или микроконтроллер?.....	44
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 7. ДАЕШЬ ХРОНОФОТОННЫЙ КОНТРОЛЛЕР! .....</b>	<b>47</b>
Базовая схема.....	48
Следующий шаг.....	50
Тестирование схемы.....	50
Устройство реле.....	51
Конденсатор связи.....	52
Вскрываем часы.....	52
Смотрим, что внутри.....	53
Напряжение питания часов.....	54
Что заставляет звучать зуммер?.....	56

---

Использование звукового сигнала .....	56
Подсоединение часов .....	59
Как все это должно работать? .....	60
Тестирование хронофотонного контроллера.....	61
Подключение светильника к реле .....	62
Что дальше? .....	64
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 8. ПУТЕШЕСТВИЕ В СТРАНУ ЗВУКА .....</b>	<b>65</b>
Усиливаемся .....	65
Представляем электретный микрофон .....	65
Вы меня слышите? .....	67
Звуковые гребни и долины .....	69
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 9. ОТ МИЛЛИВОЛЬТ К ВОЛЬТАМ.....</b>	<b>73</b>
Поставим постоянному току преграду .....	73
Представляем операционный усилитель.....	74
В чем разница?.....	74
Идеальная пара .....	76
Измерение выходного напряжения .....	77
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 10. ОТ ЗВУКА К СВЕТУ .....</b>	<b>79</b>
Комбинация светодиода с транзистором .....	79
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 11. НЕОБХОДИМОСТЬ ОТРИЦАТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>81</b>
Игры измерений.....	81
Усиление постоянного тока.....	82
Усилитель: вход и выход .....	83
Валерьянка для электроники .....	86
Усиление .....	86
Выход за пределы .....	88
Без усилий нет усиления!.....	89
Этап 1. Выходные напряжения .....	90
Этап 2. Входные напряжения .....	90
Этап 3. Создаем график.....	93
Этап 4. Усиление .....	93
Результат правильный?.....	94
Устраняем погрешность.....	95
Базовые схемы с операционным усилителем .....	96
Базовые схемы без двухполярного источника питания .....	97

<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 12. РАБОТАЮЩИЙ УСИЛИТЕЛЬ.....</b>	<b>101</b>
Представляем микросхему LM386.....	101
Схема усилителя.....	102
Диагностика проблем с усилителем.....	103
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 13. НЕ КРИЧАТЬ! .....</b>	<b>105</b>
Шаг за шагом .....	105
Выявление крика .....	106
Будет ли это работать на самом деле? .....	107
Продолжаем разработку.....	110
Проблемы с питанием .....	113
Провал? .....	114
И напоследок.....	114
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 14. УДОВЛЕТВОРЕННЫЙ ПРОТЕСТ .....</b>	<b>117</b>
Самое главное — правильно рассчитать время .....	117
Краткое описание доработки .....	119
Проверка криком .....	120
Можно ли это сделать на микроконтроллере? .....	122
Что дальше? .....	122
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 15. ЭТО ВСЕ ТАК ЛОГИЧНО! .....</b>	<b>123</b>
Проверка на телепатию.....	123
Организация эксперимента .....	124
Логика ЭСВ .....	127
Сборка схемы ЭСВ-эксперимента.....	128
Улучшение схемы тестера телепатии.....	129
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 16. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ТЕСТЕР ТЕЛЕПАТИИ .....</b>	<b>131</b>
Готовы? .....	131
Не жульничать! .....	132
Индикация неудачи .....	132
Конфликты .....	133
Распутывание .....	134
Преобразование схемы в логическую диаграмму.....	135
Оптимизация логики.....	137
Сборка упрощенной схемы.....	138
Некоторые полезные подробности .....	141
Отличие цифровых компонентов от аналоговых.....	142

Дополнительное улучшение схемы тестера телепатии.....	142
Не так уж и просто?.....	143
Можно ли было использовать микроконтроллер?.....	143
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 17. КАКОВЫ НАШИ ШАНСЫ? .....</b>	<b>145</b>
Логика игры .....	147
Кто выиграл? .....	148
Кто жульничает? .....	149
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 18. ВРЕМЯ ПЕРЕКЛЮЧАТЬСЯ .....</b>	<b>151</b>
Вернемся к игре «Камень, ножницы, бумага».....	152
Индикация нажатой кнопки.....	154
Защита от жульничества .....	155
Побеждает дружба .....	157
Сборка схемы .....	157
Добавление системы предотвращения жульничества.....	162
Заключение.....	162
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 19. ДЕКОДИРОВАНИЕ ТЕЛЕПАТИИ .....</b>	<b>165</b>
Тестирование дешифратора .....	165
Повторение двоичной математики.....	167
Сборка схемы на макетной плате.....	169
Цоколевки дешифраторов .....	171
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 20. ИГРА «КАМЕНЬ, НОЖНИЦЫ, БУМАГА» НА ДЕШИФРАТОРАХ .....</b>	<b>173</b>
Логика игры на дешифраторах .....	173
Критерии игры.....	175
Недоступное ИЛИ.....	175
Спасительное ИЛИ-НЕ.....	176
Сборка упрощенной схемы на макетной плате .....	177
Расшифровка дешифрации.....	181
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 21. «ГОРЯЧИЙ» СЛОТ .....</b>	<b>183</b>
Мультиплексируем .....	183
Переходы и перемещения .....	184
Цоколевка мультиплексоров .....	186
Приложения с использованием мультиплексора .....	186
Аналоговые и цифровые мультиплексоры.....	187

<b>Разработка игры.....</b>	<b>189</b>
Выбор слота .....	190
Разработка схемы .....	191
Конструкция слотов .....	193
Проверка работы игры .....	194
<b>Как определяется победитель?.....</b>	<b>194</b>
Выигрыш .....	195
Разберемся с шансами .....	197
«Горячий слот» на микроконтроллере.....	198
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 22. СЛЫШИМАЯ ЛОГИКА .....</b>	<b>199</b>
Логическое аудио.....	199
Слушаем Исключающее ИЛИ.....	199
Все смешалось .....	201
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 23. ГОЛОВОЛОМКИ .....</b>	<b>203</b>
Передвигаемые фишки .....	203
Логическая решетка.....	205
Применение логических элементов.....	205
Переключаемая игра Овидия.....	207
Ответ на оконную головоломку.....	209
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 24. СЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>211</b>
Пять правил двоичного сложения .....	211
От битов к состояниям.....	212
Сумматор своими руками.....	217
Сложение на макетной плате.....	217
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 25. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУММАТОРА .....</b>	<b>221</b>
Возвращение дешифратора .....	221
Ввод десятичных значений с помощью двухрядных DIP-переключателей.....	222
Представляем шифратор .....	223
Другие особенности шифратора.....	224
Можно ли собрать сумматор на переключателях? .....	226
Составляем таблицу состояний .....	228
Организация переключателей.....	229
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 26. БЕГ ПО КРУГУ .....</b>	<b>233</b>
Как работает кольцевой счетчик? .....	233
Раздражающий порядок выводов .....	234



---

Игра на счетчике .....	237
Необходимые пояснения.....	237
Особенности настройки игры .....	239
Тестирование реакции на микроконтроллере.....	241
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 27. СДВИГ БИТОВ.....</b>	<b>243</b>
Не дребезжать! .....	243
Необходимые уточнения .....	243
Схема для демонстрации битового сдвига .....	245
Цоколевка микросхемы сдвигового регистра .....	247
Современные применения .....	248
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 28. «ВЕЩИЙ ЦЗИН» .....</b>	<b>251</b>
Гексаграммы .....	251
Дисплей.....	252
Путь тысячелистника.....	252
Числа.....	253
Выбор случайных чисел.....	255
Как все это работает? .....	257
Некоторые мелочи .....	257
Линейные индикаторы или отдельные светодиоды? .....	258
Сборка схемы проекта «Вещий Цзин».....	260
Монтаж и тестирование .....	263
Запускаем игру «Вещий Цзин» .....	264
Установка схемы в корпус .....	265
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 29. ПРОСТЕЙШИЙ ДАТЧИК: ГЕРКОН .....</b>	<b>267</b>
Маленький магнитный выключатель .....	267
Исследуем геркон .....	269
Принцип работы геркона .....	269
Датчик уровня жидкости .....	269
Датчик уровня горючего .....	270
Герконы вместо обычных выключателей .....	273
Применение герконов .....	273
Типы магнитов и их поставщики .....	274
Формы магнитов .....	274

<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 30. ДАТЧИКИ ХОЛЛА .....</b>	<b>279</b>
Исследуем датчик Холла .....	280
Применение датчиков Холла.....	281
Типы датчиков Холла .....	283
Датчики Холла и цифровая логика .....	284
Сгибание трубок .....	286
Электроника игры качения шариков .....	286
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 31. ЭЛЕКТРОННАЯ ОПТИКА .....</b>	<b>289</b>
Активные светочувствительные датчики .....	289
Рабочие характеристики оптических датчиков.....	291
Исследуем инфракрасный датчик .....	292
Тестирование инфракрасного светодиода.....	293
Тестирование фототранзистора .....	294
Тестирование логики .....	294
Расширение возможностей схемы .....	295
Доработка игры «Горячий слот» .....	296
Проверка концепции.....	296
Схема подключения датчиков.....	298
Сборка схемы на макетной плате.....	299
Корпус для датчиков .....	301
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 32. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИГРЫ ОВИДИЯ .....</b>	<b>305</b>
Логика постановки задачи .....	305
Обратно к переключателям.....	306
Магнитные вопросы.....	307
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 33. ПОЛЬЗА ВРАЩЕНИЯ .....</b>	<b>311</b>
Энкодер: принцип работы .....	311
Какой энкодер нам нужен? .....	312
Пакет импульсов .....	312
Что там внутри? .....	313
Применение энкодеров .....	314
Случайности возможны .....	314
Вращающийся «Приниматель решений».....	315
Вращающийся «Увиливатель».....	317
«Идеальная» случайность.....	318

<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 34. СЛУЧАЙНОСТЬ И ДАТЧИКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....</b>	<b>319</b>
Управление таймером с помощью другого таймера .....	319
Термистор.....	320
Факторы случайности .....	321
Автоматизация схемы произвольного выбора.....	321
Настройка частоты таймера .....	323
Как повысить степень случайности значений сопротивления термистора? .....	325
Датчик влажности.....	325
Регулирование влажности .....	325
Акселерометр.....	326
Датчик прикосновения.....	326
Эмпирические проблемы .....	327
Насколько случайна случайность? .....	328
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 35. СРЛОС .....</b>	<b>329</b>
Знакомимся с СРЛОС.....	329
Сдвиг битов крупным планом.....	332
Проблема с нулями.....	332
Обеспечение неповторяемости .....	334
Проведение исследования .....	336
Единицы и нули .....	338
Проблема весовых коэффициентов.....	339
Пропускаем 254-е значение .....	339
Делимся входом сигнала тактирования .....	340
Возможны ли другие варианты? .....	341
Затравка.....	341
Мигающие светодиоды.....	342
Селектор слота.....	342
Вариант кольцевого счетчика .....	343
Произвольные тоны .....	343
Ввод для игры «Вещий Цзин».....	344
<b>ЭКСПЕРИМЕНТ 36. ВАРИАНТ ТЕСТЕРА</b>	
<b>ЭКСТРАСЕНСОРНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ДЛЯ ОДНОГО УЧАСТНИКА .....</b>	<b>345</b>
Первая часть проекта .....	345
Вторая часть проекта.....	346
Логика ввода .....	347
Сигнал готовности.....	348
Затравка случайным числом .....	348

Еще два элемента Исключающее ИЛИ.....	348
Самое главное — действовать вовремя.....	350
Подсчет угадываний.....	351
<b>Схема в сборе .....</b>	<b>352</b>
<b>Проверка работы тестера.....</b>	<b>354</b>
<b>Насколько маловероятными являются ЭСВ? .....</b>	<b>354</b>
Могущество треугольника .....	356
Вероятности Джона Уолкера.....	356
<b>ЭТО ВСЕ? .....</b>	<b>359</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ .....</b>	<b>360</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ. ПРИОБРЕТАЕМЫЕ КОМПОНЕНТЫ .....</b>	<b>361</b>
Наборы компонентов .....	361
Источники .....	362
Базовые компоненты .....	362
Резисторы .....	362
Конденсаторы .....	364
Светодиоды .....	365
<b>Основные сведения о семействах микросхем .....</b>	<b>366</b>
Транзисторы.....	368
Переключатели.....	368
Источники питания, макетные платы и монтажные провода .....	369
<b>Минимальный список покупок. Эксперименты с 1 по 14.....</b>	<b>370</b>
<b>Минимальный список покупок. Эксперименты с 15 по 25 .....</b>	<b>371</b>
<b>Минимальный список покупок. Эксперименты с 26 по 36 .....</b>	<b>372</b>
<b>Оптимальный список покупок. Эксперименты с 1 по 14.....</b>	<b>374</b>
<b>Оптимальный список покупок. Эксперименты с 15 по 25.....</b>	<b>375</b>
<b>Оптимальный список покупок. Эксперименты с 26 по 36.....</b>	<b>377</b>
<b>Максимальный список покупок. Эксперименты с 1 по 14 .....</b>	<b>379</b>
<b>Максимальный список покупок. Эксперименты с 15 по 25 .....</b>	<b>380</b>
<b>Максимальный список покупок. Эксперименты с 26 по 36 .....</b>	<b>382</b>
<b>Выборочный список покупок.....</b>	<b>384</b>
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....</b>	<b>397</b>

---

# БЛАГОДАРНОСТИ

---

Электронику я открыл для себя еще во времена господства электронных ламп. Мы с моими школьными друзьями были ботанами уже тогда — до сотворения мира. С началами электроники познакомили меня Патрик Фэгг (Patrick Fagg), Хью Левинсон (Hugh Levinson), Грэм Роджерс (Graham Rogers) и Джон Уитти (John Witty). А пятьдесят лет спустя Грэм любезно предоставил мне одну из своих схем для этой книги.

Марк Фрауэнфельдер (Mark Frauenfelder) натолкнул меня на мысль изготавливать устройства своими руками. Гарет Бранвин (Gareth Branwyn) предложил написать «Make: Electronics»<sup>1</sup>, а Брайан Джепсон (Brian Jepson) помог это сделать. Это три самых лучших редактора, с которыми я когда-либо работал, а также трое моих самых лучших друзей. В этом плане большинству писателей повезло меньше, чем мне.

Я никогда не предполагал, что инициатива Дейла Догерти (Dale Dougherty) станет для меня столь важной, и я благодарен ему за приглашение участвовать в этом проекте.

Фредрик Джэнссон (Fredrik Jansson) в течение всей моей работы над книгой терпеливо помогал мне советами и подправлял меня, когда я ошибался.

Проверкой конкретики также занимался и Филипп Марек (Philipp Marek). Но если вы все-таки обнаружите в этой книге какие-либо ошибки, пожалуйста, не вините за них Филиппа и Фредрика. Поймите, что мне сделать ошибку намного легче, чем кому-либо ее найти.

Схемы собирали и тестировали Фрэнк Тенг (Frank Teng) и А. Голин (A. Golin), за что я премного благодарен и им.

---

<sup>1</sup> Charles Platt. Make: Electronics. Helpful Corporation, 2009. Перевод на русский язык: Чарльз Платт. Электроника для начинающих. — БХВ-Петербург, 2012.



www.bhv.ru

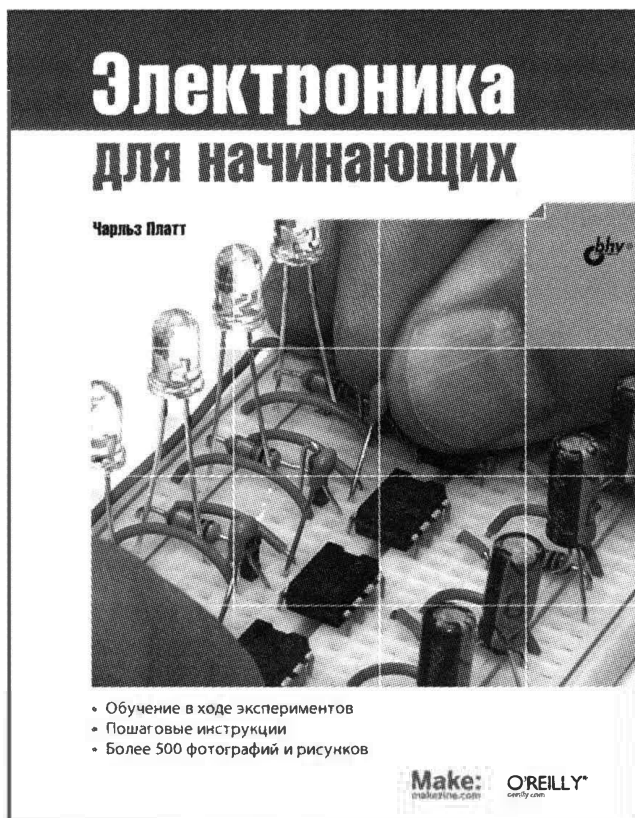
Отдел оптовых поставок:

E-mail: opt@bhv.spb.su

Платт Ч.

## Электроника для начинающих

Хотите изучить фундаментальные основы электроники и создавать интересные проекты своими собственными руками? Откройте эту книгу и начните заниматься монтажом реальных действующих проектов с первых страниц. В процессе выполнения увлекательных экспериментов вы изучите основные электронные компоненты, принципы работы электронных устройств и теоретические вопросы.



Прочитав книгу, вы сможете:

- Открыть для себя новый удивительный мир, извлекая уроки из удачных и неудачных экспериментов с электронными компонентами.
- Создать дома рабочее место, удобное для выполнения проектов и оснащенное приборами и инструментами.
- Узнать больше об основных электронных компонентах и функциях, которые они выполняют в электрической цепи.
- Сделать охранную сигнализацию для защиты от проникновения в дом, елочные огни, электронные украшения для одежды, устройство преобразования звука, тестер измерения скорости реакции человека и кодовый замок.
- Построить автономную роботизированную тележку, которая будет исследовать окружающую среду и обходить препятствия.

В своей книге автор исходит из того, что вы приступаете к процессу изучения, не имея каких-либо предварительных знаний в области электроники. Поэтому первые эксперименты очень простые, и вам даже не придется использовать паяльник или плату для монтажа схем, а вы будете соединять провода с помощью «крокодилов». Но очень скоро вы начнете выполнять эксперименты с транзисторами и интегральными микросхемами.

Все инструменты, приборы и компоненты, описанные в книге, относительно дешевы, задачи четко определены, а из области математики понадобятся только знания сложения, вычитания, умножения, деления и умение переносить десятичную точку из одной позиции в другую.

Пошаговые инструкции и более 500 фотографий и рисунков помогут вам легко освоить излагаемый материал.

Первым проектом **Чарльза Платта** был телефонный автоответчик, который он сделал в возрасте 15 лет. Впоследствии он был писателем-фантастом, преподавал компьютерную графику и работал ведущим автором в журнале Wired, но всю жизнь сохранял свою любовь к электронике — главному хобби своей жизни. В настоящее время Чарльз работает редактором в журнале MAKE и занимается разработкой новых образцов медицинского оборудования. Его книга «Электроника для начинающих» (Make: Electronics) стала мировым бестселлером.

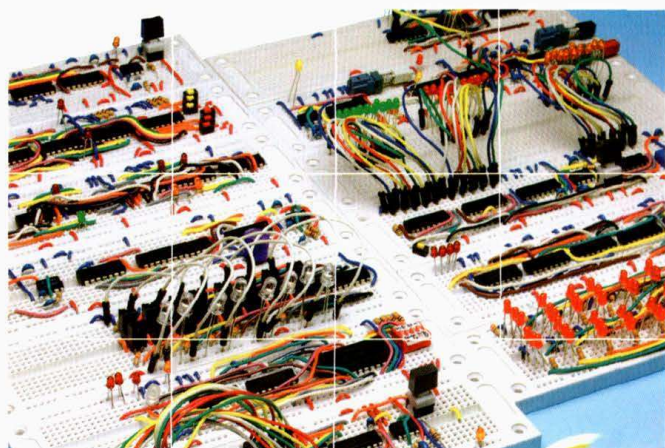
# Электроника

## ЛОГИЧЕСКИЕ МИКРОСХЕМЫ, УСИЛИТЕЛИ И ДАТЧИКИ **ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ**

В книге «Электроника для начинающих» был представлен мир электроники и изложены его основные понятия. Теперь вы готовы перейти к следующему этапу — разработке схем, генерированию случайных чисел, аналого-цифровому преобразованию и многому другому. Данное руководство содержит многочисленные иллюстрации рассматриваемых проектов, а также списки деталей для каждого проекта, чтобы облегчить задачу их приобретения.

### Прочитав книгу, вы научитесь:

- Бросать «электронные веточки тысячелетника» в древней системе предсказаний И Цзинь с помощью дешифратора и двоичного счетчика.
- Создавать тестер телепатии, используя логические элементы И-НЕ, ИЛИ-НЕ и Исключающее ИЛИ-НЕ.
- Собрать на макетной плате устройство, «протестующее против крика», используя операционные усилители и сглаживающие конденсаторы.
- Собрать на микросхемах таймера, счетчика и мультиплексора схему для генерирования случайных чисел для использования в игре «Горячий слот».
- Радикально усовершенствовать игру «Крестики-нолики», используя герконы и магниты.
- Использовать вращающийся кодер или термистор для генерирования случайных чисел.



Электроника — это намного больше, чем просто резисторы, конденсаторы, транзисторы и диоды. Существует большое множество проектов, которые можно создать, используя компараторы, операционные усилители и датчики. И не забывайте о мыслительных способностях логических микросхем!

Эта книга является продолжением книги «Электроника для начинающих» и предлагает 36 новых пошаговых экспериментов, которые научат вас добавлять вычислительные способности в электронные проекты. Книга послужит путеводителем в дебрях электронных компонентов: операционных усилителей, компараторов, счетчиков, шифраторов, дешифраторов, мультиплексоров, сдвиговых регистров, таймеров, полосовых индикаторов, массивов пар Дарлингтона, фототранзисторов и еще с полдюжины других типов датчиков.

Первым проектом Чарльза Платта был телефонный автоответчик, который он сделал в возрасте 15 лет. Впоследствии он был писателем-фантастом, преподавал компьютерную графику и работал ведущим автором в журнале *Wired*, но всю жизнь сохранял свою любовь к электронике — главному хобби своей жизни. В настоящее время Чарльз работает редактором в журнале *MAKE* и занимается разработкой новых образцов медицинского оборудования. Его книга «Электроника для начинающих» (*Make: Electronics*) стала мировым бестселлером.

**Учитесь на практике — и получайте от этого удовольствие!**



**Make:**  
makezine.com



E-mail: [mail@bhv.ru](mailto:mail@bhv.ru)  
Internet: [www.bhv.ru](http://www.bhv.ru)

ISBN 978-5-9775-3596-0



9 785977 153596 0