
ОБ АВТОРЕ

Чарльз Платт заинтересовался вычислительной техникой, когда в 1979 году приобрел микрокомпьютер Ohio Scientific C4P. Освоив программирование, он стал самостоятельно разрабатывать программное обеспечение и продавать его по почте. В дальнейшем он вел курсы по программированию на языке BASIC, по операционной системе MS-DOS и, в конечном итоге, по приложениям Adobe Illustrator и Photoshop. На протяжении 80-х годов он написал пять книг компьютерной тематики.

Он также писал научно-фантастические романы, в числе которых The Silicon Man («Кремниевый человек») (опубликован первоначально издательством Bantam, а позднее издательством Wired Books) и Protektor («Защитник») (опубликован издательством Avon Books). В 1993 году Чарльз Платт начал сотрудничать с журналом Wired, где пару лет спустя стал одним из ведущих авторов.

С третьего выпуска Make: Magazine началось сотрудничество Чарльза Платта с этим журналом, и оно успешно продолжается до сих пор.

В настоящее время Чарльз проектирует и собирает опытные образцы медицинского оборудования в своей мастерской, расположенной на севере штата Аризона.

ПОСВЯЩАЕТСЯ

Читателям первого издания книги *Make:Electronics*, которые привнесли много идей и рекомендаций для этого второго издания. В частности: Джереми Франку (Jeremy Frank), Рассу Спраузу (Russ Sprouse), Дарралу Типлзу (Darral Teeples), Эндрю Шо (Andrew Shaw), Брайану Гуду (Brian Good), Бэхраму Пейтелю (Behram Patel), Брайану Смиту (Brian Smith), Гэри Уайту (Gary White), Тому Мэлону (Tom Malone), Джо Эверхарту (Joe Everhart), Дону Гирвину (Don Girvin), Маршаллу Мэги (Marshall Magee), Альберту Кину (Albert Qin), Виде Джону (Vida John), Марку Джонсу (Mark Jones), Крису Сильве (Chris Silva) и Уоррену Смиту (Warren Smith). Некоторые из них также оказали добровольную помощь в выявлении ошибок в тексте. Отзывы моих читателей по-прежнему являются очень ценным источником информации.

ВЫРАЖАЮ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТЬ

Я открыл электронику вместе со своими школьными друзьями. Мы были «ботаниками» еще задолго до того, как появилось это слово. Патрик Фэгг (Patrick Fagg), Хью Левинсон (Hugh Levinson), Грехэм Роджерс (Graham Rogers) и Джон Уитти (John Witty) продемонстрировали мне много интересного в этой сфере.

Марк Фрауэнфельдер (Mark Frauenfelder) убедил меня вернуться к любительскому конструированию. Гарет Брэнуин (Gareth Branwyn) способствовал появлению книги *Make:Electronics*, а Брайан Джепсон (Brian Jepson) сделал возможным выход ее продолжения и этого нового издания. Все они втроем — самые лучшие редакторы, которых я знаю, и они также мои лучшие приятели. Большинству авторов повезло не в такой степени.

Я также благодарен Дэйлу Догерти (Dale Dougherty) за поддержку в самом начале пути и за радушный прием меня в качестве участника.

Расс Спрауз (Russ Sprouse) и Антони Голин (Anthony Golin) собирали и тестировали схемы. Проверку технических фактов осуществляли Филипп Марек (Philipp Marek), Фредрик Янссон (Fredrik Jansson) и Стив Конклин (Steve Conklin). Не ругайте их, если в этой книге еще остались ошибки. Гораздо легче допустить ошибку с моей стороны, чем кому-либо найти ее.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Об авторе	V
Посвящается.....	VII
Выражаю признательность	VII
Что нового во втором издании	XI
Как получать удовольствие от этой книги.....	XIII
Обучение через открытия.....	XIII
Как с нами связаться.....	XVI
Электронный архив.....	XVII
Глава 1. Основы электроники	1
Необходимые инструменты	1
Эксперимент 1. Попробуйте электричество на вкус!	8
Эксперимент 2. Давайте испортим батарею!.....	14
Эксперимент 3. Ваша первая электрическая цепь	21
Эксперимент 4. Переменное сопротивление	25
Эксперимент 5. Давайте изготовим гальванический элемент	40
Глава 2. Управление электрическим током	47
Что потребуется для экспериментов второй главы	47
Эксперимент 6. Обычные переключатели.....	58
Эксперимент 7. Исследование реле	69
Эксперимент 8. Генератор на основе реле.....	75
Эксперимент 9. Время и конденсаторы	87
Эксперимент 10. Транзисторные переключатели.....	97
Эксперимент 11. Свет и звук	105
Глава 3. Займемся чем-то посерьезнее	115
Необходимые комплектующие для экспериментов третьей главы	115
Эксперимент 12. Пайка двух проводов.....	126
Эксперимент 13. Перегрев светодиода	140
Эксперимент 14. Мигающий брелок.....	143
Эксперимент 15. Охранная сигнализация, часть первая.....	152

Глава 4. Микросхемы, вам слово!	163
Комплекующие для четвертой главы	163
Эксперимент 16. Интегральный таймер	168
Эксперимент 17. Генерируем звук	180
Эксперимент 18. Охранная сигнализация, (почти) завершенная	190
Эксперимент 19. Измеритель скорости реакции	206
Эксперимент 20. Изучение логических элементов	221
Эксперимент 21. Кодовый замок	234
Эксперимент 22. Кто быстрее?	245
Эксперимент 23. Переключение и дребезг контактов	254
Эксперимент 24. Сыграем в кости	259
Глава 5. Эксперименты продолжаются	275
Инструменты, оборудование, компоненты и расходные материалы	275
Оборудование вашего рабочего пространства	276
Маркировка компонентов	279
Что разместить на рабочем столе	279
Справочные материалы из онлайн-источников	281
Книги	281
Эксперимент 25. Электромагнитные явления	284
Эксперимент 26. Настольная электростанция	288
Эксперимент 27. Разбираем динамик	294
Эксперимент 28. Демонстрируем самоиндукцию катушки	298
Эксперимент 29. Фильтрация частот	301
Эксперимент 30. Искажение звука	311
Эксперимент 31. Радио без пайки и без питания	316
Эксперимент 32. Объединение аппаратных средств и программного обеспечения	323
Эксперимент 33. Исследуем окружающий мир	339
Эксперимент 34. Точные игральные кости	348
Что осталось без внимания	363
Заключение	364
Глава 6. Инструменты, оборудование, компоненты и расходные материалы	365
Наборы	365
Поиск и покупки онлайн	366
Расходные материалы и компоненты	372
Приобретаемые инструменты и оборудование	384
Интернет-магазины	386
Приложение. Описание электронного архива	388
Предметный указатель	389

ЧТО НОВОГО ВО ВТОРОМ ИЗДАНИИ

Все тексты первого издания этой книги были переписаны, большая часть фотографий и схем заменена.

В этой книге везде теперь используются *макетные платы с одинарными шинами питания* для снижения риска ошибок при монтаже. Это изменение повлекло за собой пересмотр электрических схем, но я думаю, что оно того стоило.

Вместо фотографий макетов устройств теперь приводятся схемы размещения компонентов на макетной плате. Я полагаю, что так понятнее. *Рисунок соединений изнутри макетной платы* был изменен в соответствии с выбранным типом платы.

Добавлены *новые фотографии* инструментов и расходных материалов. Для указания размера мелких предметов использована фоновая сетка.

По возможности я заменил компоненты на более дешевые. Также я уменьшил количество комплектующих, которые вам нужно купить.

Были полностью пересмотрены три эксперимента:

- В проекте «Игральные кости» устаревшие микросхемы серии LS74xx, которые рекомендовались в первом издании, теперь заме-

нены на более новые микросхемы 74НСxx, как и в остальных устройствах, описанных в книге.

- Вместо генератора на однопереходном транзисторе предложена схема мультивибратора на двух биполярных транзисторах.
- В разделе о микроконтроллерах теперь признано, что Arduino стала самой популярной микропроцессорной средой для начинающих.

Кроме того, два устройства, предполагающих изготовление компонентов в мастерской с использованием АБС-пластика, были изъяты, поскольку многие читатели не сочли их целесообразными.

Макеты всех страниц были изменены так, чтобы они могли легко адаптироваться под мобильные устройства. Благодаря новому форматированию текста упрощается и ускоряется внесение изменений в будущем. Мы хотим, чтобы книга многие годы оставалась актуальной и полезной.

Чарльз Платт, 2015 г.

КАК ПОЛУЧАТЬ УДОВОЛЬСТВИЕ ОТ ЭТОЙ КНИГИ

Все мы пользуемся различными электронными устройствами, но большинство из нас даже не представляет, что происходит внутри.

Вам может показаться, что вы не обязаны это знать. Вы можете управлять автомобилем, не понимая, как работает двигатель внутреннего сгорания. Так зачем изучать электричество и электронику?

Я думаю, что для этого есть три причины:

- Узнав, как работают технологии, вы сможете управлять окружающей средой, вместо того чтобы приспособливаться к ней. Если вы столкнетесь с проблемами, то сможете их решить, а не ощущать свое бессилие по этому поводу.
- Изучение электроники — очень увлекательное занятие, особенно когда процесс обучения тщательно продуман. Кроме того, это доступно, т. к. для создания электронных устройств не потребуется дорогостоящего оборудования и комплектующих.
- Знание электроники увеличит вашу ценность в качестве работника, а возможно даже приведет к новой карьере.

Обучение через открытия

В большинстве руководств для начинающих много места отведено определениям и изложению теоретических сведений. Электрические схемы служат лишь иллюстрацией к сказанному. Изучение наук в школе часто идет тем же

путем. Я называю подобный метод *изучением с помощью объяснений*.

Эта книга построена несколько иначе. Я хочу, чтобы вы сразу принялись за дело и начали соединять компоненты, не зная того, что же должно произойти. Как только вы увидите, что произошло, то поймете в чем дело. Такой метод *изучения через открытия*, по моему мнению, гораздо занятнее, интереснее и эффективнее.

Проводя исследования, вы рискуете совершать ошибки. Но я не думаю, что это плохо, поскольку ошибки — ценная часть обучения. Я хочу, чтобы вы сжигали и ломали вещи, чтобы своими глазами увидеть, как ведут себя используемые компоненты и какие ограничения они имеют. Очень низкое напряжение, применяемое во всех проектах этой книги, может повредить чувствительные компоненты, но не причинит вреда вам.

Основное требование метода «обучение через открытия» — проверка на практике. Вы можете познакомиться с электроникой, просто читая данную книгу, но вы получите гораздо более ценный опыт, когда сами будете проводить описанные здесь эксперименты.

К счастью, инструменты и компоненты, которые вам понадобятся, стоят недорого. Увлечение электроникой не должно обходиться дороже других хобби, например вязания крючком, кроме того, вам не нужна мастерская. Для всех опытов будет вполне достаточно поверхности рабочего стола.

Изучать электронику просто

Я исхожу из того, что на начальном этапе у вас отсутствуют специальные знания. По этой причине первые несколько экспериментов будут очень простыми, вам даже не потребуется макетная плата или паяльник.

Я не думаю, что основные понятия будут сложными для усвоения. Конечно, если вы желаете изучать электронику по всем правилам и конструировать собственные схемы, то это может быть непросто. Но в данной книге я свел теорию к минимуму, единственные вычисления, которые вам придется выполнять, — сложение, вычитание, умножение и деление. Также полезными (но вовсе не обязательными) станут знания о том, как переносить десятичную запятую.

Структура книги

В книге для начинающих информация обычно представлена двумя способами: в виде обучающих материалов или в виде справочных сведений. Я решил комбинировать оба этих метода.

В разделах с описанием экспериментов, необходимых комплектующих, предупреждений и советов вы найдете *обучающий материал*. Эксперименты — это основа книги, они упорядочены таким образом, что полученные на начальном этапе знания могут быть применены в последующих проектах. Я рекомендую вам проводить их по порядку, желательно без пропусков.

В разделах с описанием основных понятий и теоретических основ, а также исторических сведений вы найдете дополнительные *справочные материалы*.

Я полагаю, что справочные сведения очень важны (в противном случае, я не включал бы их), но если вы хотите без промедления двигаться дальше, то можете знакомиться с ними время от времени или вовсе пропустить сначала и вернуться к ним позже.

Если что-то не работает

Обычно есть только один способ построить работоспособную электрическую схему и существуют сотни способов совершить ошибку, которая не даст схеме работать. Поэтому если вы не будете выполнять инструкции тщательно и последовательно, то оплошности обернутся против вас.

Я знаю, насколько это разочаровывает, когда собранное устройство не работает, но если ваша схема не функционирует, начните искать неисправность в соответствии с моими рекомендациями (см. раздел «Поиск неисправностей» главы 2). Я считаю, что для вашей же пользы лучше попытаться решить проблему самостоятельно.

Общение «читатель – автор»

Есть три ситуации, когда вы и я захотим пообщаться друг с другом.

- Если выяснится, что книга содержит ошибки, которые не позволяют успешно выполнить проект, или если выявятся проблемы в наборе деталей, идущих в комплекте с книгой, то я уведомя вас об этом. Это обратная связь «Связь с читателями».
- Вы можете сообщить мне, если нашли ошибку в книге или в наборе деталей. Это обратная связь «Связь с автором».
- У вас могут возникнуть проблемы, когда вы не знаете, кто из нас сделал ошибку: вы или я. Вам нужна помощь. Это обратная связь «Решение проблем».

Объясню теперь, что делать в каждой ситуации.

Связь с читателями

Я не смогу уведомить вас об ошибках в книге или в наборе деталей, если у меня нет вашей контактной информации. Для этого я прошу вас прислать мне адрес вашей электронной почты. Этот адрес не будет использован ни в каких других целях.

Если вы уже зарегистрировались для связи со мной по книге *Make: More Electronics*¹, то регистрироваться снова для получения обновлений по книге *Make: Electronics* не нужно. Но если вы еще не зарегистрировались, то это работает следующим образом.

- Я сообщу вам, если какие-либо значительные ошибки были выявлены в этой книге или в ее продолжении, книге *Make: More Electronics*, и предоставлю решение, позволяющее обойти проблему.
- Я сообщу вам, если какие-либо проблемы были выявлены в наборе деталей, который идет в комплекте с этой книгой или книгой *Make: More Electronics*.
- Я сообщу вам о выходе полностью новой редакции этой книги, книги *Make: More Electronics* или других моих книг. Эти уведомления будут приходить очень редко.

Все мы видели карты регистрации, которые обещают вам розыгрыш призов. Сделаю вам еще более заманчивое предложение. Если вы оставите адрес вашей электронной почты, то я пришлю вам неопубликованный электронный проект и макет устройства на двух страницах в формате PDF. Это будет невероятно просто и в то же время интересно и уникально. Вы не сможете получить его другим способом.

Причина, по которой я призываю вас принять в этом участие, заключается в том, что если будет выявлена ошибка, у меня не будет возможности сообщить вам об этом, и вы обнаружите ее позже самостоятельно и, вероятно, будете возмущаться. Это плохо отразится на моей репутации и репутации моей работы. В моих интересах — избегать ситуаций, когда у вас появятся жалобы.

¹ На русском языке первая книга Ч. Платта «*Make: Electronics*» вышла в издательстве «БХВ-Петербург» под названием «Электроника для начинающих» (<http://www.bhv.ru/books/book.php?id=189967>). Книга «*Make: More Electronics*» вышла в издательстве «БХВ-Петербург» под названием «Электроника: логические микросхемы, усилители и датчики для начинающих» (<http://www.bhv.ru/books/book.php?id=193257>). — *Ред.*

- Просто отправьте пустое письмо (или с комментариями, если хотите) по адресу **make.electronics@gmail.com**. Пожалуйста, в теме укажите слово REGISTER.

Связь с автором

Если вы всего лишь хотите сообщить мне об обнаруженной ошибке, лучше использовать систему «список опечаток» моего издателя. Он учитывает информацию об опечатках для исправления ошибок в обновлениях книги².

Если вы уверены, что обнаружили ошибку, пожалуйста, перейдите по ссылке:

<http://shop.oreilly.com/category/customer-service/faq-errata.do>

На странице будет рассказано, как сообщить об опечатке.

Решение проблем

Очевидно, что мое время ограничено, но если вы прикрепите фотографию проекта, который не работает, возможно, у меня появится решение вашей проблемы. Фото обязательно.

Для этих целей пишите по адресу **make.electronics@gmail.com**. Пожалуйста, укажите в теме сообщения HELP («Помощь»).

Публичность

Есть масса интернет-форумов, где вы можете обсудить эту книгу и описать любую возникшую проблему, однако, пожалуйста, помните о той силе, которой вы обладаете как читатель, и применяйте ее осторожно. Один негативный отзыв может привести к гораздо большему эффекту, чем вы предполагали. Он может перевесить полдюжины положительных отзывов.

Отзывы, которые я получаю, в основном очень позитивные, но в паре случаев люди возмущались

² Речь здесь идет, разумеется, об исходной, американской версии книги. — *Ред.*

по таким мелким поводам, как невозможность найти деталь в Интернете. Если бы они попросили меня об этом, то я бы с радостью им помог. Я каждый месяц читаю отзывы на сайте Amazon и, при необходимости, отвечаю. Безусловно, если вам просто не нравится стиль написания этой книги, то можете тоже сказать об этом.

Планы на будущее

После того как вы прочитаете эту книгу и проделаете эксперименты, вы сможете понять многие основные принципы электроники. Меня греет мысль, что вы захотите узнать больше, и следующим этапом вашего обучения может стать моя книга *Make: More Electronics*. Она немного сложнее, но использует тот же метод «Обучение через открытия», который применяется здесь. Я предполагаю, что в конечном итоге вы сможете разбираться в электронике на среднем уровне.

Я не достаточно компетентен, чтобы написать руководство «для продвинутых» и, следовательно, не планирую выпускать третью книгу с названием, например, *Make: Even More Electronics*.

Если вы хотите лучше изучить теорию электричества, то я рекомендую вам книгу Пола Шерца (Paul Scherz) *Practical Electronics for Inventors*³. Вам не обязательно быть изобретателем, чтобы почерпнуть из нее полезную информацию.

Safari® Books Online



Safari Books Online — это электронная библиотека, которая по запросу предоставляет книги и видеоматериалы от ведущих мировых авторов в сфере технологий и бизнеса.

Специалисты в области технологий, разработчики ПО, веб-дизайнеры, бизнесмены и люди творческих профессий используют библиотеку Safari Books Online как основной ресурс для

³ Перевод книги готовится в издательстве «БХВ-Петербург» (www.bhv.ru). — *Ред.*

исследования, решения проблем, обучения и сертификационных тренингов.

Safari Books Online предлагает широкий набор *планов и тарифов для предпринимателей, правительственных организаций, учебных заведений и частных лиц.*

Пользователи сервиса получают доступ к тысячам книг, обучающим видеоматериалам и готовящимся к публикации рукописям в обширной базе с возможностью поиска от таких издателей, как O'Reilly Media, Prentice Hall Professional, Addison-Wesley Professional, Microsoft Press, Sams, Que, Peachpit Press, Focal Press, Cisco Press, John Wiley & Sons, Syngress, Morgan Kaufmann, IBM Redbooks, Packt, Adobe Press, FT Press, Apress, Manning, New Riders, McGraw-Hill, Jones & Bartlett, Course Technology и от сотен других. Для получения более детальной информации посетите сайт Safari Books Online.

Как с нами связаться

Пожалуйста, отправляйте комментарии и вопросы, относящиеся к этой книге, издателю⁴:

- Make:
- 1160 Battery Street East, Suite 125
- San Francisco, CA 94111
- 877-306-6253 (для жителей США и Канады)
- 707-829-0515 (для международных звонков)

Сообщество Make объединяет, вдохновляет, формирует и развлекает растущее сообщество изобретателей, которые создают свои уникальные проекты в подсобных помещениях, подвалах и гаражах. Сообщество Make приветствует ваше право изменять, использовать и адаптировать любые технологии. Аудитория Make — это

⁴ Оставить свои комментарии к русскому переводу этой книги можно на посвященной ей странице сайта издательства «БХВ-Петербург» по адресу www.bhv.ru. — *Ред.*

растущая культура и сообщество, которое верит в возможность улучшить себя, окружающую среду и образовательную систему — весь наш мир. Это больше, чем просто объединение людей по интересам, это всемирное движение, возглавляемое Make — мы называем его Maker Movement («Движение творцов»).

Для более детальной информации о сообществе Make посетите нас онлайн:

- Журнал Make: <http://makezine.com/magazine/>
- Выставка Maker Faire: <http://makerfaire.com>
- Сайт Makezine.com: <http://makezine.com>
- Магазин Maker Shed: <http://makershed.com/>

У нас также есть интернет-страница, посвященная этой книге, где мы размещаем опечатки, примеры и другую дополнительную информацию.

Эта страница доступна по ссылке http://bit.ly/make_elect_2e.

Для комментариев или технических вопросов о книге пишите на электронный адрес bookquestions@oreilly.com.

Электронный архив

Учитывая, что русское издание книги выходит в черно-белом варианте, в отличие от оригинального цветного, что может сказаться на правильности восприятия цветных компонентов на имеющихся в ней иллюстрациях, издательство «БХВ-Петербург» разместило все иллюстрации книги в электронном архиве, доступном для загрузки с FTP-сервера издательства по ссылке <ftp://ftp.bhv.ru/9785977537933.zip> или со страницы книги на сайте www.bhv.ru. Кроме того, наиболее важные для понимания материала книги иллюстрации вынесены на цветную вклейку.

Данная глава этой книги содержит пять экспериментов. Мне хотелось, чтобы в первом же эксперименте вы в буквальном смысле ощутили электричество. Вы почувствуете электрический ток и откроете природу электрического сопротивления не внутри проводов и компонентов, а в самом мире, который вас окружает.

Эксперименты 2–5 продемонстрируют, как измерить напряжение и электрический ток и,

наконец, как изготовить источник электроэнергии при помощи обычных предметов прямо на вашем рабочем столе.

Даже если вы уже кое-что знаете об электронике, я все равно советую вам провести эти эксперименты, прежде чем отважиться на последующие части книги. Они не только увлекательны, но и познавательны, т. к. проясняют некоторые основные концепции электротехники.

Необходимые инструменты

Каждая глава этой книги начинается с изображений и кратких описаний инструментов, оборудования, комплектующих и расходных материалов. Более подробные сведения вы можете почерпнуть из главы 6, где собрана информация обо всех необходимых покупках:

- Для приобретения инструментов и оборудования, смотрите раздел главы 6 «Приобретаемые инструменты и оборудование».
- Для поиска компонентов смотрите раздел «Компоненты».
- Для получения сведений о расходных материалах смотрите раздел «Расходные материалы».
- Если вы предпочитаете купить полностью готовый набор комплектующих, которые вам понадобятся, то можете предварительно его заказать. Для более детальной информации смотрите раздел «Наборы».

Инструменты и оборудование, например кусачки или мультиметр, — это те вещи, которые будут нужны вам постоянно. *Расходные материалы*, такие как провода и припой, будут постепенно тратиться при изготовлении различных устройств, но рекомендованного количества должно быть достаточно для всех экспериментов книги. *Комплектующие* будут указаны в конкретных разделах и понадобятся при изготовлении описанных там устройств.

Мультиметр

Краткий обзор инструментов и оборудования начнем с мультиметра, поскольку я считаю его самым нужным прибором. Он покажет вам, какова величина напряжения между двумя точками схемы, или какой ток проходит через цепь. Он поможет вам найти ошибку при монтаже компонентов, а также определить электрическое сопротивление резистора или емкость конденсатора.



Рис. 1.1. Этот аналоговый измерительный прибор не подходит для наших целей. Вам понадобится цифровой мультиметр

Если вы пока еще новичок в электронике, сказанное может вам показаться непонятным, а мультиметр — сложным и трудным в использовании. Однако это не так. Мультиметр облегчает процесс исследования, поскольку показывает то, что вы не можете увидеть своими глазами.

Прежде чем я объясню, какой измерительный прибор лучше выбрать, скажу, чего не следует приобретать. Не стоит покупать старомодный мультиметр со стрелочным индикатором, изображенный на рис. 1.1. Это аналоговый прибор.

Для экспериментов вам потребуется *цифровой мультиметр* с индикатором, отображающим значение в виде набора цифр. Чтобы дать представление о существующих приборах такого типа, я приведу четыре примера.

На рис. 1.2 изображен самый дешевый мультиметр, который мне повстречался. Этот измерительный прибор стоит меньше, чем роман в мягкой обложке или шесть банок содовой. Он не способен измерить слишком большое сопротивление или очень малое напряжение, его точность низкая и он не измеряет емкость вообще. Тем не менее, если ваш бюджет очень ограничен, даже такой простейший мультиметр подойдет для экспериментов, описанных в этой книге.



Рис. 1.2. Самый дешевый мультиметр, который мне удалось найти

Прибор, изображенный на рис. 1.3, обеспечивает большую точность и имеет больше возможностей. Этот мультиметр или аналогичный ему подойдет для тех, кто приступает к более основательному изучению электроники.

Прибор, показанный на рис. 1.4, более дорогой, но и более качественный. Эта конкретная модель была снята с производства, но вы можете найти множество подобных ей. Стоимость таких мультиметров в 2–3 раза выше, чем моделей, типа изображенных на рис. 1.3. Extech — известная компания, которая старается поддерживать свои стандарты, невзирая на снижение цен конкурентами.



Рис. 1.3. Мультиметр, сходный с показанным на этом рисунке, является хорошим начальным выбором



Рис. 1.4. Качественный мультиметр по более высокой цене

На рис. 1.5 изображен мультиметр, которым я лично предпочитаю пользоваться (на момент написания данной книги). Этот прибор изготовлен в особо прочном корпусе и имеет все необходимые мне функции, измеряет широкий диапазон значений с великолепной точностью. Но он стоит в 20 раз больше, чем самый дешевый, уцененный товар. Такое приобретение я считаю долгосрочной инвестицией.



Рис. 1.5. Высококачественный измерительный прибор

Как же решить, какой мультиметр покупать? Если вы только учитесь водить машину, то совсем не обязательно сразу покупать очень дорогой автомобиль. Аналогично, пока вы только изучаете электронику, вам не потребуется дорогостоящий мультиметр. С другой стороны, очень

дешевый мультиметр имеет ряд недостатков, например, внутренний плавкий предохранитель, который очень трудно заменить, или поворотный переключатель с контактами, которые быстро изнашиваются. Поэтому приведу «золотое» правило на тот счет, если вы хотите приобрести что-то недорогое, но приемлемое.

Совет

Найдите в интернет-магазине eBay самую дешевую модель, затем умножьте эту цену на два и пользуйтесь ею как ориентиром.

Независимо от того, сколько вы намерены потратить, приведенные далее параметры и функциональные возможности прибора являются важными.

Диапазон измерений

Мультиметр может измерять так много различных величин, что он должен иметь возможность сужения диапазона измерений. Некоторые мультиметры имеют *ручной выбор диапазона*, это означает, что вы вращаете поворотный переключатель, чтобы указать приблизительное значение, которое вас интересует. Например, напряжение в пределах от 2 до 20 вольт.

Есть мультиметры, которые обеспечивают *автоматический выбор диапазона*, что более удобно, поскольку вам остается только подключить устройство и подождать, пока оно выполнит все необходимые операции. Тем не менее, ключевое слово здесь — «подождать». Каждый раз, когда вы проводите измерение мультиметром с автоматическим выбором диапазона, вы ждете несколько секунд, пока он осуществит внутренний анализ. Лично я не люблю ждать и поэтому предпочитаю мультиметры с ручной установкой режимов измерения.

Другая проблема с автоматическим выбором диапазона заключается в том, что вам приходится присматриваться к маленьким буквам на дисплее, где мультиметр сообщает, какие единицы измерения он решил использовать. Например,

значения с индексами «К» и «М» при измерении электрического сопротивления различаются в 1000 раз. Это натолкнуло меня на следующую рекомендацию.

Совет

Для первоначального ознакомления лучше использовать мультиметр с ручным выбором диапазона измерений. У вас будет меньше шансов сделать ошибку, да и стоит он несколько дешевле.

В техническом описании мультиметра должно быть объяснено, какой у него способ выбора диапазона: ручной или автоматический; если же это не указано, то посмотрите на фотографию его переключателя режимов. Если вы не видите цифр вокруг переключателя, то это автоматический мультиметр. Устройство, изображенное на рис. 1.4, выполняет автоматический выбор диапазона. Другие мультиметры, приведенные на фотографиях, настраиваются вручную.

Величины

По надписям на шкале мультиметра можно определить виды измерений, обеспечиваемые прибором. По меньшей мере, у вашего мультиметра должны быть следующие единицы измерений: *вольты*, *амперы* и *омы*, которые часто сокращают до букв «В», «А» и символа ома — греческой буквы «омега» (рис. 1.6). Сейчас вы можете и не знать, что означают эти символы, но они непременно будут у любого мультиметра.

Ваш мультиметр должен также быть способным измерить ток в миллиамперах (аббревиатура «мА») и напряжение в милливольтях



Рис. 1.6. Три варианта написания греческого символа «омега», обозначающего электрическое сопротивление

(сокращенно «мВ»). Возможно, вы не сразу узнаете их на шкале мультиметра, но это будет указано в его технических характеристиках.

Аббревиатуры «DC/AC» означают постоянный и переменный ток. Эти параметры могут быть выбраны кнопкой «DC/AC» или на основной шкале режимов. Наличие кнопки, возможно, более удобно.

Проверка целостности цепи — полезная функция, позволяющая проверить электрическую цепь на нарушение соединения или наличие обрывов. В идеале мультиметр должен подавать звуковой сигнал («прозвонка» цепи), в этом случае будет изображен символ в виде маленькой точки с отходящими от нее дугами (рис. 1.7).

За небольшую дополнительную сумму вы можете приобрести мультиметр, который выполняет следующие измерения (в порядке значимости):

Измерение емкости. Конденсаторы — это компоненты, которые необходимы в большинстве электронных схем. Поскольку обозначение номинала на маленьких по габаритам компонентах, как правило, отсутствует, возможность измерить емкость может быть важной, особенно если конденсаторы перемешались или (хуже) упали на пол. Очень дешевые мультиметры обычно не способны измерять емкость. Если же эта функция присутствует, она обычно отмечена буквой «F», обозначающей фарад — единицу измерения емкости. Также может использоваться аббревиатура CAP.

Проверка транзисторов, на возможность которой указывают маленькие отверстия, помечен-



Рис. 1.7. Этот символ означает очень полезную функцию «прозвонки» цепи

ные буквами E, B, C и E. Вы вставляете выводы транзистора в эти отверстия. Мультиметр позволяет определить, как подключать транзистор в схему, и даст ответ на вопрос, не сожгли ли вы его.

Определение частоты обозначается символом «Hz» (Гц). Эта функция несущественна для экспериментов из нашей книги, но может пригодиться вам в дальнейшем.

Все остальные функции, кроме указанных ранее, несущественные.

Если вы так и не определились, какой мультиметр приобрести, почитайте описание экспериментов 1, 2, 3 и 4 далее в этой главе и выясните, как пользоваться этим измерительным прибором.

Защитные очки

Для эксперимента 2 вам могут понадобиться защитные очки. Для этой небольшой авантюры подойдут недорогие пластиковые очки, поскольку риск разрыва батареи практически отсутствует, но если это и произойдет, то, скорее всего, взрыв будет небольшим.

Вместо защитных подойдут и обычные очки. Во время эксперимента можно смотреть через небольшой кусок прозрачного пластика (отрезанного, например, от пластиковой бутылки).

Батареи и соединительные элементы

Поскольку батареи и соединительные элементы являются частью любой схемы, я отнес их к компонентам. Смотрите раздел «Другие компоненты» главы 6 для более подробной информации о заказе этих деталей.

Почти для всех экспериментов этой книги потребуется источник питания на 9 В. Подойдет обычная 9-вольтовая батарея, которую можно

купить в супермаркетах и круглосуточных магазинах. Позже я предложу перейти на сетевой адаптер, но сейчас он не понадобится.

Для эксперимента 2 вам потребуется пара щелочных батарей типа AA 1,5 В. Никакие перезаряжаемые аккумуляторы для этого эксперимента использовать нельзя.

Для подачи питания на схему вам понадобится соединительный элемент с разъемом для батареи на 9 В (рис. 1.8) и отсек-держатель для одной батареи AA (рис. 1.9).

Совет

Одного держателя пока будет достаточно, а для дальнейших экспериментов я рекомендую приобрести три соединительных элемента. Не покупайте отсеки для двух (трех или четырех) батарей типа AA.



Рис. 1.8. Соединительный элемент с разъемом для подачи питания от 9-вольтовой батареи типа «Крона»



Рис. 1.9. Отсек-держатель с проводами для одной 1,5-вольтовой батареи типа AA

Тестовые провода

Для соединения компонентов между собой в первых нескольких экспериментах вам понадобятся специальные тестовые провода. Подразумеваемые мною провода имеют *два конца*. Конечно, любой отрезок провода имеет два конца, так почему его называют «с двумя выводами»? Данный термин обычно означает, что каждый конец оснащен *зажимом типа «крокодил»*, как показано на рис. 1.10. Каждый зажим позволяет создать соединение, прихватив что-либо и крепко зажав, что высвобождает ваши руки.

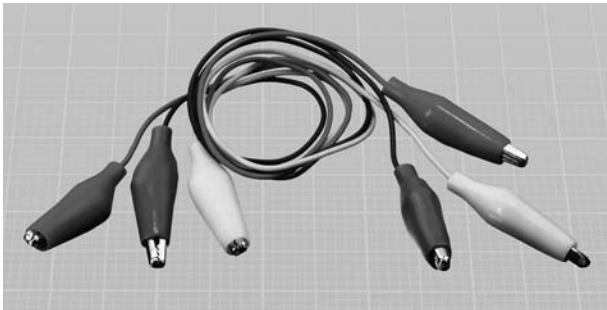


Рис. 1.10. Тестовые провода с двумя выводами с зажимом типа «крокодил» на каждом из концов

Вам не потребуются провода с разъемом на каждом из концов. Иногда они называются *монтажными проводами*.

Замечание

В этой книге провода относятся к оборудованию. Для получения дополнительной информации смотрите раздел «Приобретаемые инструменты и оборудование» главы 6.

Потенциометр

Потенциометр похож на регулятор громкости у старомодных стереосистем. Его разновидности, показанные на рис. 1.11, считаются крупногабаритными по современным стандартам, но большой размер — это как раз то, что вам нужно, поскольку вы будете захватывать клеммы «крокодилами» тестовых проводов. Лучше



Рис. 1.11. Потенциометры обычного типа, необходимые для ваших первых экспериментов

всего подойдет потенциометр диаметром 2,5 см номиналом 1 кОм. Если вы совершаете покупки самостоятельно, для получения более подробной информации смотрите раздел «Другие компоненты» главы 6.

Плавкий предохранитель

Предохранитель разрывает цепь, если через нее проходит слишком большой ток. Было бы идеально купить 3-амперный автомобильный предохранитель, изображенный на рис. 1.12,

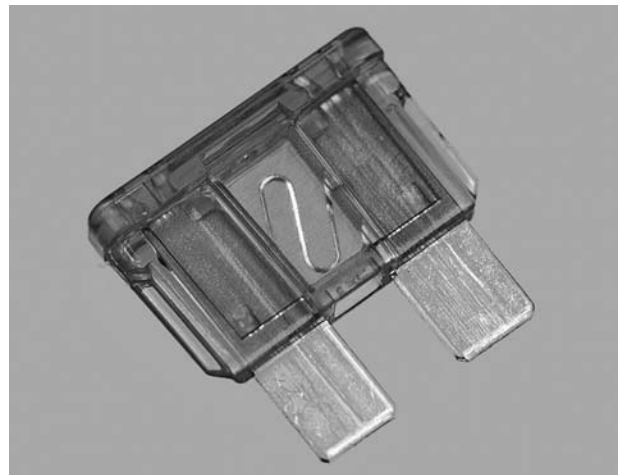


Рис. 1.12. Автомобильный предохранитель такого типа подходит для наших экспериментов лучше всего

который легко захватить зажимами тестовых проводов и у которого хорошо видна плавкая вставка. В продаже есть автомобильные предохранители разных размеров, но размер не имеет значения, главное — номинал предохранителя должен быть 3 А. Купите сразу три предохранителя, чтобы не бояться повредить их, случайно или преднамеренно. Если вы не хотите обращаться к поставщикам автозапчастей, то в магазине электронных компонентов можно приобрести 3-амперный стеклянный патронный предохранитель размера 2AG, изображенный на рис. 1.13, хотя его не так легко захватить зажимом «крокодил».

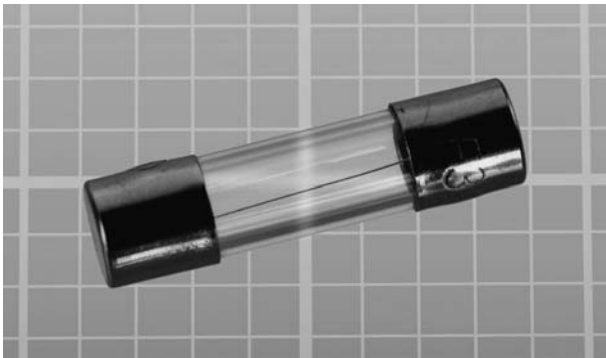


Рис. 1.13. Патронный стеклянный предохранитель сложнее захватить зажимами «крокодил»

Светоизлучающие диоды

Их часто называют *светодиодами* и они бывают разных форм и видов. Светодиоды, которые мы будем использовать, более известны как *светодиодные индикаторы* и в каталогах обычно упоминаются как *стандартные светодиоды для установки в монтажные отверстия*. Диаметр светодиода, изображенного на рис. 1.14, составляет 5 мм, однако компонент диаметром 3 мм иногда предпочтительнее, особенно если пространство ограничено. Для наших экспериментов подойдет любой вариант.

На протяжении всей книги я упоминаю *стандартные светодиоды*, под которыми подразумеваются самые дешевые компоненты, излучаю-

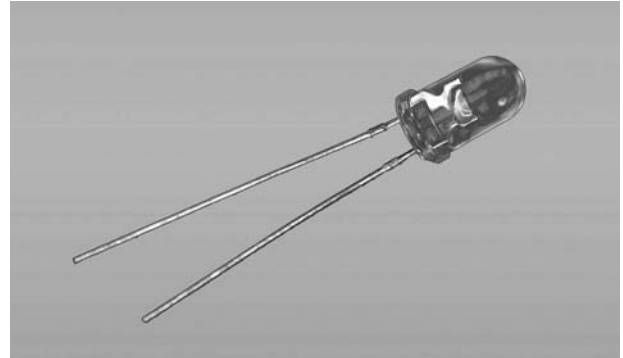


Рис. 1.14. Светодиод диаметром около 5 мм

щие свет сравнительно небольшой интенсивности; они обычно бывают красными, желтыми или зелеными. Они часто продаются оптом и применяются во многих устройствах, поэтому я рекомендую вам купить минимум десяток компонентов каждого цвета.

Некоторые стандартные светодиоды заключены в прозрачный пластик или смолу, но при подаче питания они излучают окрашенный свет. Другие светодиоды заключены в пластик или смолу того же цвета, который они излучают. Подойдет любой из вариантов.

В нескольких экспериментах лучше использовать *слаботочные светодиоды*. Они стоят дороже, но работают при меньшем токе. Например, в эксперименте 5, в котором вы будете получать слабый электрический ток с помощью самодельной батареи, вы получите лучший результат со слаботочным светодиодом. Если вы покупаете компоненты по отдельности, а не в наборе, то для дополнительных указаний смотрите раздел «Другие компоненты» главы 6.

Резисторы

Чтобы ограничивать напряжение и ток в различных участках схемы, вам понадобятся разнообразные резисторы. Типичные примеры резисторов приведены на рис. 1.15. Цвет корпуса не имеет значения. Позже я объясню, как по цветным полосам определить номинал резистора.

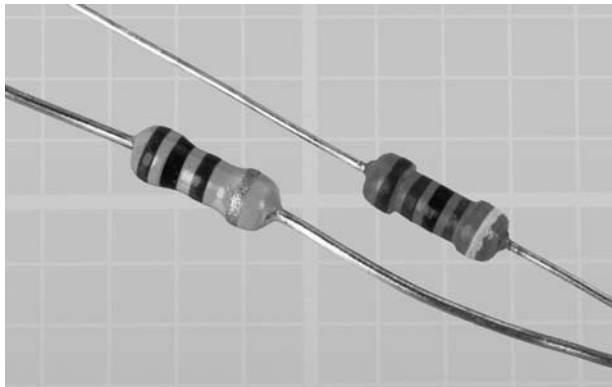


Рис. 1.15. Два подходящих резистора мощностью 0,25 Вт

Резисторы очень малы по размерам и стоят недорого, поэтому неразумно каждый раз заново приобретать компоненты только тех номиналов, которые указаны в очередном эксперименте. Купите расфасованный стандартный набор оптом на распродаже остатков, по скидке, или в интернет-магазине eBay. Чтобы узнать подробную информацию о резисторах, включая полный список всех номиналов, используемых в этой книге, смотрите раздел «Компоненты» главы 6.

Для проведения экспериментов с 1 по 5 другие компоненты вам не понадобятся. Давайте же начнем!

Эксперимент 1. Попробуйте электричество на вкус!

Знаете ли вы, каково электричество на вкус? Если решитесь попробовать, то вы почувствуете его.

пощипывание? Теперь отложите батарею, высушите язык и тщательно высушите его кончик тканью. Снова прикоснитесь кончиком языка к

Что вам понадобится

- 9-вольтовая батарея (1 шт.)
- Мультиметр (1 шт.)

И это все!

Предупреждение: не более 9 вольт

Используйте в этом эксперименте элемент питания только на 9 В. *Не пытайтесь* экспериментировать с более высоким напряжением и с источником, который дает больший ток. Если у вас металлические брекеты на зубах, не касайтесь ими батареи. И самое важное: никогда не прикладывайте электрический ток от батареи любого типа к поврежденной коже.

Методика проведения

Смочите язык слюной и коснитесь его кончиком металлических клемм 9-вольтовой батареи, как показано на рис. 1.16. Вы ощущаете

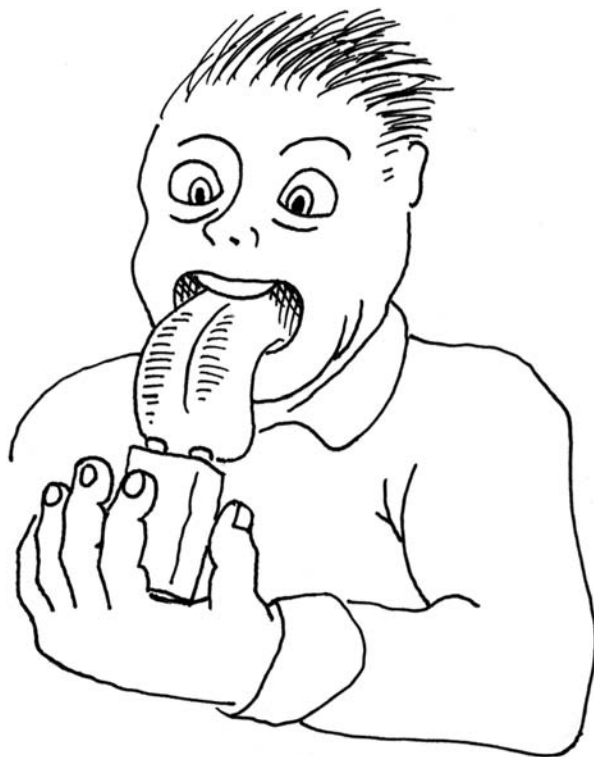


Рис. 1.16. Бесстрашный умелец проверяет щелочную батарею

батарею, вы должны почувствовать меньшее пощипывание.

Замечание

Возможно, у вас не такой большой язык, как на рисунке. Мой определенно меньше. Но этот эксперимент удастся, независимо от того, большой у вас язык или маленький.

Что же происходит в данном случае? Мультиметр поможет выяснить это.

Подготовка мультиметра

Прежде всего проверьте, установлена ли в мультиметре батарея питания. Выберите любую функцию на шкале и подождите, пока дисплей не покажет цифры. Если на индикаторе ничего не видно, возможно, вам придется открыть мультиметр и вставить батарею, прежде чем вы сможете им пользоваться. Чтобы узнать, как это сделать, посмотрите инструкцию, которая прилагается к мультиметру.

Мультиметры укомплектованы красным и черным проводами. К одному концу провода присоединен штекер, к другому — металлический щуп. Вы вставляете штекеры в мультиметр, затем касаетесь щупами того участка цепи, на котором проводите измерение (рис. 1.17). Щупы служат лишь для контроля электрических цепей. Когда вы имеете дело с малыми токами и

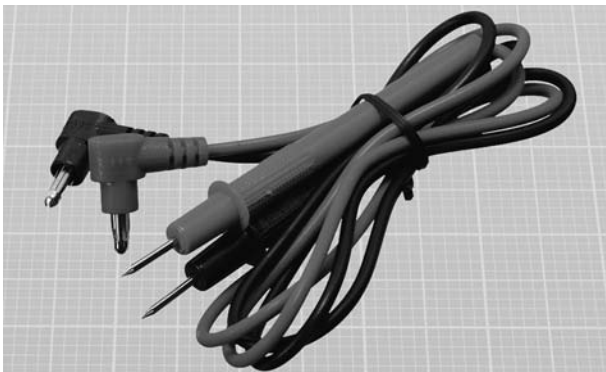


Рис. 1.17. Провода мультиметра, заканчивающиеся металлическими щупами

напряжением в экспериментах из этой книги, щупы не причинят вам вреда (если вы только не уколетесь об их острые концы).

В большинстве мультиметров есть три гнезда, в некоторых — четыре. Примеры смотрите на рис. 1.18–1.20.



Рис. 1.18. Обратите внимание на маркировку гнезд этого мультиметра



Рис. 1.19. На этом мультиметре функции гнезд разделены

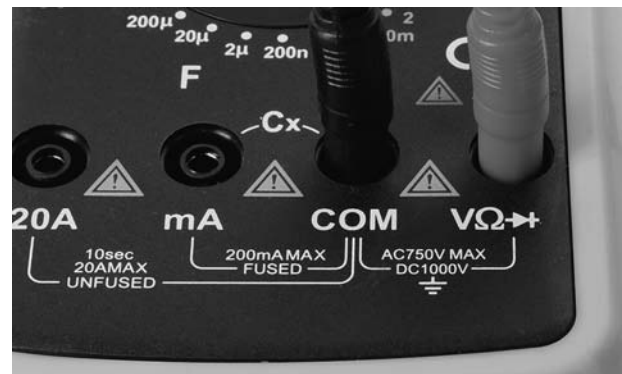


Рис. 1.20. Гнезда на еще одном мультиметре