



## Глава 2

# Приступаем к изучению электроники

### В ЭТОЙ ГЛАВЕ...

- » Способы управления электрическим током
- » Приобретение инструментов и компонентов, которые понадобятся для создания электронных схем
- » Краткие сведения о том, как использовать безопасную макетную плату

**У**правление электрическим током во многих отношениях похоже на управление потоком воды. Сколькими разными способами вы можете управлять потоком воды, используя для этого разные водопроводные устройства и прочие компоненты? Вы можете, в частности, ограничить поток, полностью перекрыть воду, отрегулировать напор воды, предоставить воде возможность течь лишь в одном направлении и создать запас воды. (Такая “водная” аналогия в какой-то мере способствует пониманию того, что происходит в электронных цепях, но не является полной. Например, чтобы обеспечить поток воды, вовсе необязательно наличие замкнутой системы, но чтобы обеспечить электрический ток, наличие замкнутой системы является *обязательным*.)

Многие электронные компоненты позволяют нам управлять электрической энергией в цепях. К числу самых



распространенных компонентов относятся *резисторы*, которые ограничивают силу тока, и *конденсаторы*, которые запасают электрическую энергию. *Катушки индуктивности* и *трансформаторы* — это устройства, которые запасают электрическую энергию в магнитных полях. *Диоды* используются для обеспечения прохождения тока лишь в одном направлении (они действуют подобно клапанам), тогда как *транзисторы* являются многофункциональными компонентами, которые могут использоваться для включения/выключения цепей или усиления тока. *Интегральные микросхемы (ИМС)* содержат множество дискретных (т.е. отдельных) компонентов в едином корпусе и способны управлять током многими способами в зависимости от того, о какой именно ИМС идет речь. Датчики, переключатели и другие компоненты также играют важную роль в электронных схемах.

В главах 3–12 вы узнаете, как эти разнообразные электронные компоненты управляют током и как их совместная работа позволяет выполнять множество полезных функций. В большинстве этих глав содержатся описания простых экспериментов, призванных продемонстрировать возможности каждого из компонентов. В главе 17, “Создание первых электронных устройств”, описаны более сложные устройства, в каждом из которых используется совместная работа многих компонентов, позволяющая выполнить ту или иную полезную функцию (или продемонстрировать тот или иной интересный эффект). В настоящей главе вы узнаете, что вам понадобится для построения этих экспериментальных схем и устройств.

## Запаситесь необходимыми инструментами

Для проведения экспериментов и повторения устройств, описанных в этой книге, вам понадобится ряд инструментов, которые могут обойтись вам примерно в 100–250 долларов (все зависит от того, где вы будете их покупать). В этом разделе я перечислю важнейшие инструменты, а в главе 13, “Создание лаборатории и техника безопасности”, приводится более подробный список инструментов и вспомогательных материалов для тех, кто решил заняться электроникой всерьез и надолго.

В приведенном ниже списке я указываю номера некоторых моделей (помечены символом #) и цены, однако эта информация является лишь ориентировочной: в интернет-магазинах и в обычных магазинах можно приобрести другие модели перечисленных устройств.

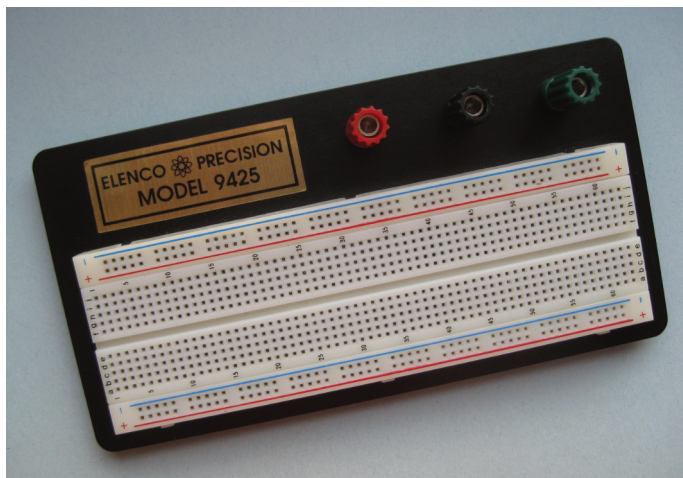
» **Мультиметр.** Этот инструмент позволяет измерять напряжение, сопротивление и силу тока. С его помощью легче понять, что происходит (или не происходит) в созданных вами схемах.

Приобретите мультиметр RadioShack #22-813 (40 долларов), показанный на рис. 2.1, или аналогичный ему измерительный прибор. Приобретите также комплект пружинных тестовых зажимов, например RadioShack #270-334 (3,49 доллара). В главе 16, “Осваиваем мультиметр”, приведена подробная информация о том, как пользоваться мультиметром.



Рис. 2.1. Мультиметр и пружинные тестовые зажимы

- » **Беспаячная макетная плата.** Беспаячную макетную плату можно использовать для сборки, изучения работы, модернизации, разборки и новой сборки электронных схем. Рекомендую вам купить модель покрупнее, например 830-контактную беспаячную макетную плату Elenco #9425 (примерно 14 долларов в разных интернет-магазинах), которая показана на рис. 2.2.
- » **Паяльник.** Этот инструмент, показанный на рис. 2.3, позволяет создать проводящее соединение между такими элементами, как провода, выводы отдельных компонентов и монтажные платы. Паяльник понадобится, чтобы подсоединить выводы к нескольким потенциометрам (переменным резисторам). Модели паяльников простираются в диапазоне от самых дешевых Weller SP25NKUS (примерно 20 долларов) до моделей умеренной стоимости Weller WLC-100 (около 44 долларов) и дорогостоящих паяльных станций Weller WES51 (примерно 129 долларов в разных интернет-магазинах). Также понадобится проволочный (трубчатый) припой типа 60/40 (отечественный аналог ПОС-61, сплав, в котором 60% олова и 40% свинца) диаметром 0,8 мм или 1,2 мм, например высококачественный Kester 44 (около 7 долларов за моток весом 100 г).



*Рис. 2.2. Эта безопасная макетная плата содержит 830 контактных отверстий*



*Рис. 2.3. Паяльная станция Weller WES51 включает паяльник с регулируемой температурой жала и подставку*

- » **Ручной инструмент.** К числу обязательных инструментов относятся круглогубцы (с достаточно тонкими губками) для сгибания выводов и проводов, а также универсальный инструмент для снятия изоляции/кусачки (рис. 2.4). Круглогубцы могут также пригодиться для вставки и снятия компонентов с безопасной макетной платы. На покупку каждого из этих инструментов в местном магазине хозяйственных товаров или в интернет-магазине электроники вам придется потратить не менее 10 долларов.



*Рис. 2.4. Универсальный инструмент для снятия изоляции/кусачки и круглогубцы с тонкими губками*

- » **Антистатический браслет.** Антистатический браслет наподобие того, который показан на рис. 2.5, понадобится, чтобы предохранить от повреждения статическим электричеством, которое накапливается на вашем теле, чувствительные к статике интегральные микросхемы (ИМС), с которыми вам придется работать. Купите антистатический браслет Zitrades #S-W-S-1 (10 долларов) или подобный ему.



*Рис. 2.5. Антистатический браслет поможет предохранить чувствительные компоненты от повреждения статическим электричеством*

- » **Калькулятор.** При выборе определенных компонентов для электронных схем и чтобы лучше понять работу электронных схем, понадобится выполнять небольшие математические вычисления. Даже если вы считаете себя человеком, достаточно искусственным в математике, калькулятор все равно вам не помешает.

# Запасаемся необходимыми материалами и компонентами

В этом разделе я представляю исчерпывающий перечень электронных компонентов, источников питания, соединительных элементов и прочих деталей, которые понадобятся вам для проведения экспериментов, описанных в главах 3–11, а также для повторения устройств, описанных в главе 17, “Создание первых электронных устройств”. Большинство этих изделий вы можете найти в магазинах RadioShack (на момент написания этой книги многие из них находятся в процессе закрытия). Впрочем, приобрести эти изделия по выгодным ценам можно на Amazon.com, eBay.com, Parts-Express.com и других веб-сайтах. Прежде чем заказывать товары по Интернету, ознакомьтесь с потребительскими обзорами товаров, стоимостью и временем их доставки. С перечнем других источников товаров можно ознакомиться в главе 19, “Десять превосходных поставщиков электронных компонентов”.

В приведенном ниже списке я иногда указываю код соответствующего продукта (помеченный символом #) и цену на момент написания этой книги (середина 2015 года). Я делаю это лишь для того, чтобы вы получили представление о том, *что* вам следует искать и сколько вам придется потратить на покупку тех или иных товаров. Поскольку на рынке, как правило, представлен широкий ассортимент каждого из таких товаров, выбирайте наиболее подходящий для себя вариант. Ниже представлен список материалов и электронных компонентов, которые вам нужно приобрести, большинство из которых показаны на рис. 2.6.

## » Батарейки и аксессуары

- Как минимум одна свежая 9-вольтовая батарейка типа “Крона” (не аккумулятор!).
- Как минимум четыре свежие батарейки типоразмера AA (не аккумуляторы!).
- Один держатель на 4 батарейки типоразмера AA с отводами или клеммами для зажима. Приобретите, например, типа Parts Express #140-972 (1,49 доллара) или аналогичный.
- Одна клемма для 9-вольтовой батарейки (иногда называемая колодкой с контактами). Купите две такие колодки, если у вашего держателя на 4 батарейки типоразмера AA имеются клеммы для зажима, а не отводы. Приобретите, например, Parts Express #090-805 (по 0,65 доллара) или аналогичный.

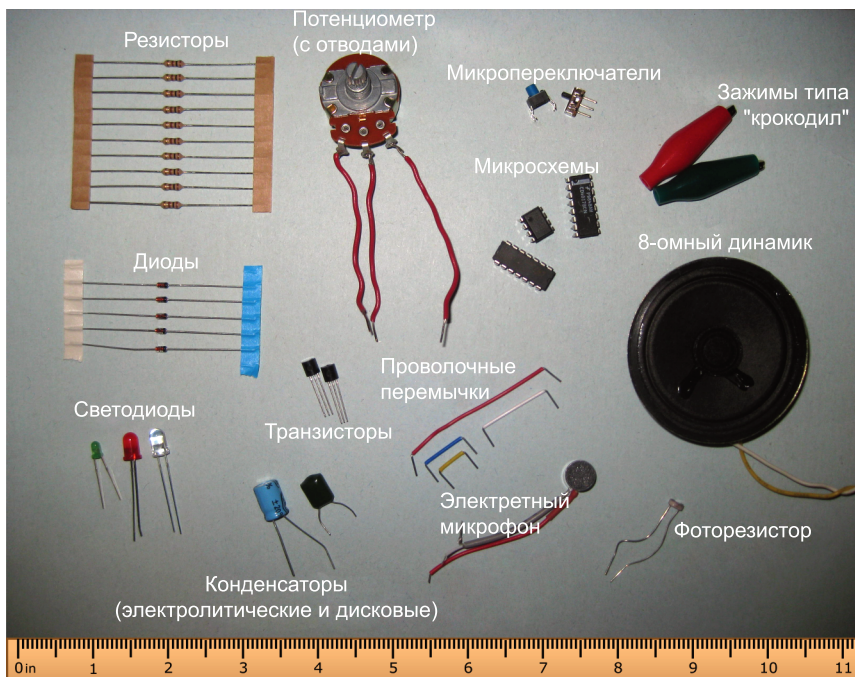


Рис. 2.6. Подборка электронных компонентов, используемых в экспериментах и устройствах, описанных в этой книге

### » Провода, зажимы типа “крокодил” и микропереключатели

- Одножильный изолированный провод с диаметром жилы 0,7 мм длиной не менее 1,5 м (предпочтительно разных цветов, хотя это требование не является обязательным). Например, Elenco #884420 (красный), #884440 (желтый) и #884410 (черный) стоят в разных интернет-магазинах не более 3 долларов каждый. Каждая модель поставляется в виде катушки, на которую намотано около 8 м (25 футов) соответствующего провода.
- Разнообразные провода для перемычек, порезанные на небольшие кусочки и очищенные от изоляции (необязательные, однако крайне желательные материалы). Приобретите, например, RadioShack #276-173 (7 долларов) или аналогичные.
- Зажимы типа “крокодил”, полностью изолированные. Приобретите комплект из 10 штук (предпочтительно разных цветов). Приобретите RadioShack #270-378 (1–1/4-дюймовые мини-зажимы) или #270-356 (2-дюймовые зажимы), или аналогичные (по 2,50–3,50 доллара за комплект).
- Пять (как минимум) однополюсных двухпозиционных ползунковых переключателей. Предварительно проверьте, совместимы

ли они с вашей безопасной макетной платой; расстояние между выводами должно составлять 0,1 дюйма (2,54 мм). Например, Mouser #123-09.03201.02 (по 1,15 доллара), Banana Robotics #BR010115 (комплект из 5 штук по 0,99 доллара) или аналогичные.

- Восемь кнопочных нормально разомкнутых микропереключателей. Приобретите SparkFun Electronics #COM-00097 (по 0,35 доллара), Amico #a12011500ux0302 (комплект из 100 штук по 3,90 доллара на Amazon.com) или аналогичные. Возможно, вам понадобится воспользоваться плоскогубцами, чтобы выпрямить гнутые ножки у этих микропереключателей, чтобы они легче вставлялись в отверстия вашей безопасной макетной платы. Компания Banana Robotics продает комплекты из 10 кнопочных микропереключателей с двумя выводами по 0,99 доллара (#BR010084).

» **Резисторы.** Вам понадобится определенный ассортимент номиналов резисторов. Многие из поставщиков продают резисторы комплектами по 5 или 10 штук по цене не выше 1 доллара. Лучше всего приобретать резисторы, рассчитанные на мощность 0,25 Вт с 10- или 20-процентным допуском. Вы можете заказать отдельные наборы по каждому из требуемых номиналов резисторов или набор, в который входит вся необходимая вам линейка номиналов, например RadioShack #271-312 (14,49 доллара), который содержит 500 четвертьваттных резисторов разных номиналов с 5-процентным допуском и включает все перечисленные ниже номиналы. В приведенном ниже списке указаны номиналы резисторов, цветовые коды, используемые для их обозначения, и минимальные количества резисторов, которые вам понадобятся.

- Один на 330 Ом (оранжевый-оранжевый-коричневый).
- Три на 470 Ом (желтый-фиолетовый-коричневый).
- Один на 820 Ом (серый-красный-коричневый).
- Два на 1 кОм (черный-коричневый-красный).
- Один на 1,2 кОм (коричневый-красный-красный).
- Два на 1,8 кОм (коричневый-серый-красный).
- Два на 2,2 кОм (красный-красный-красный).
- Один на 2,7 кОм (красный-фиолетовый-красный).
- Один на 3 кОм (оранжевый-черный-красный).
- Один на 3,9 кОм (оранжевый-белый-красный).
- Один на 4,7 кОм (желтый-фиолетовый-красный).
- Четыре на 10 кОм (коричневый-черный-оранжевый).



- Один на 12 кОм (коричневый-красный-оранжевый).
- Один на 15 кОм (коричневый-зеленый-оранжевый).
- Один на 22 кОм (красный-красный-оранжевый).
- Один на 47 кОм (желтый-фиолетовый-оранжевый).
- Один на 100 кОм (коричневый-черный-желтый).

» **Потенциометры (переменные резисторы)**

- Один на 10 кОм; Parts Express #023-628 (1,55 доллара) или аналогичный.
- Один на 50 кОм; Parts Express #023-632 (1,55 доллара) или аналогичный.
- Один на 100 кОм; Parts Express #023-634 (1,55 доллара) или аналогичный.
- Один на 1 МОм; Parts Express #023-640 (1,60 доллара) или аналогичный.

» **Конденсаторы.** Для конденсаторов из приведенного ниже списка выбирайте рабочее напряжение не ниже 16 В. Цена конденсаторов находится в диапазоне от 0,10 до 1,49 доллара (каждый) в зависимости от размера и продавца (покупка в Интернете обойдется вам дешевле).

- Два дисковых по 0,01 мкФ.
- Один дисковый на 0,047 мкФ.
- Один дисковый на 0,1 мкФ.
- Один электролитический на 4,7 мкФ.
- Три электролитических по 10 мкФ.
- Один электролитический на 47 мкФ.
- Один электролитический на 100 мкФ.
- Один электролитический на 220 мкФ.
- Один электролитический на 470 мкФ.

» **Диоды.** В приведенном ниже списке указаны минимально необходимые количества, но я рекомендую вам купить хотя бы по несколько штук каждого из указанных диодов (во-первых, они дешевы и, во-вторых, часто выходят из строя).

- Десять диодов 1N4148 или отечественных аналогов КД522Б. Каждый из этих диодов можно приобрести в интернет-магазинах или на радиорынке буквально за копейки, а в магазинах RadioShack можно купить комплект из 10 штук примерно за 2 доллара.
- Десять диффузных светоизлучающих диодов (светодиодов) любого размера (рекомендуется 3 или 5 мм) и любого цвета. Можете

купить как минимум один красный, один желтый и один зеленый для схемы светофора, описываемой в главе 17, “Создание первых электронных устройств”. Стоимость каждого из этих светодиодов составляет 0,08–0,25 доллара (например, Parts Express #070-020).

- Восемь светодиодов повышенной яркости, 5 мм (любого цвета). Купите красные, например Parts Express #070-501 (по 0,58 доллара), если вы всерьез настроены использовать мигалку для велосипеда, которую создадите в главе 17, “Создание первых электронных устройств”.

» **Транзисторы.** Купите на один или два транзистора каждого типа больше, чем указанное ниже минимальное количество, на случай, если вы спалите один из них. В интернет-магазинах их можно приобрести примерно по 0,30 доллара, а в магазинах RadioShack — по 1,49 доллара.

- Два 2N3904, 2N2222, BC548 или любые универсальные NPN биполярные транзисторы. Можно купить также их отечественные аналоги КТ3102А или КТ3117А.
- Один 2N3906, 2N2907 или любой универсальный PNP биполярный транзистор. Можно купить также их отечественные аналоги КТ361Г, КТ3107А или КТ313Б.

» **Интегральные микросхемы (ИМС)**

- Одна 74НС00 КМОП, счетверенная 2И-НЕ ИМС в 14-выводном пластиковом корпусе с двухрядным расположением выводов (DIP). Купите две такие ИМС, поскольку их можно легко повредить статическим электричеством. Приобретите Jameco #906339 (0,79 доллара) или аналогичную ей. Можно купить и отечественный аналог К1564ЛА3.
- Два таймера 555 (8-выводный DIP). Рекомендую вам купить одну или две дополнительные микросхемы. В интернет-магазинах их можно приобрести примерно по 0,25–1 доллара (или по 2 доллара в магазинах RadioShack). Можно купить и отечественный аналог КР1006ВИ1.
- Один усилитель мощности звуковых частот LM386 (8-выводной DIP). В интернет-магазинах или в магазинах RadioShack его можно приобрести за 1–2 доллара. Можно купить и отечественный аналог 1438УН2.
- Один 4017 КМОП десятичный счетчик. Рекомендую купить хотя бы одну дополнительную микросхему (они очень чувствительны к статическому электричеству). В интернет-магазинах за каждую такую микросхему вам придется заплатить от 0,35 до 2 долларов

(в зависимости от того, какое их количество вы будете покупать). Можно купить и отечественный аналог K561IE8.

#### » Прочее

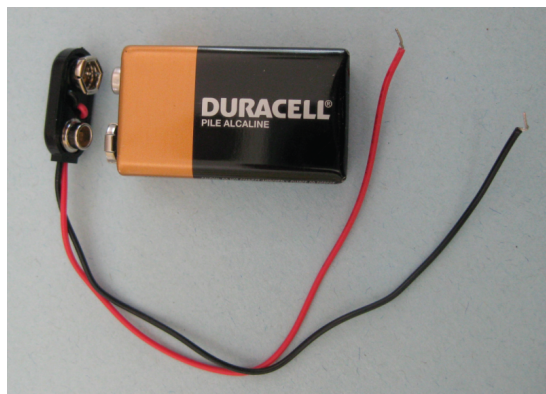
- Один 8-омный динамик мощностью 0,5 Вт. Приобретите RadioShack #273-092 (3,99 доллара) или аналогичный.
- Один или несколько фоторезисторов (подойдут фоторезисторы любых номиналов). В магазинах RadioShack можно приобрести комплект из 5 штук (#276-1657) за 3,99 доллара, но в интернет-магазинах можно приобрести большее их количество за меньшую цену.
- Электретный микрофон (необязательно). Приобретите Radio Shack #270-092 (за 3,99 доллара) или аналогичный.
- Один деревянный карандаш или деревянный стержень меньшего диаметра.
- Один относительно сильный стержневой магнит длиной около 5 см.

## Итак, приступим к делу!

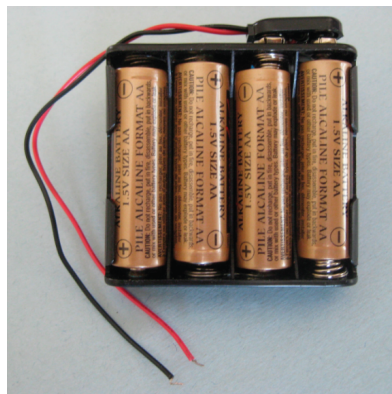
После того как вы запасетесь необходимыми материалами, инструментами и компонентами, вам нужно будет сделать еще кое-что, прежде чем приступить к сборке электронных схем.

- » **Подключите клемму к 9-вольтовой батарее.** У этой клеммы есть выводы, с помощью которых вы сможете подключить 9-вольтовую батарейку к безопасной макетной плате. Эти два провода обозначены разными цветами: красный обеспечивает подключение к положительному полюсу батареи, а черный — к отрицательному (рис. 2.7, а).
- » **Вставьте четыре батарейки типоразмера AA в держатель, соблюдая при этом их правильную полярность.** Батарейный держатель рассчитан на четыре батарейки, причем его конструкция обеспечивает их последовательное соединение. Последовательное соединение 4 батареек типоразмера AA позволяет получить на выходе напряжение 6 В ( $4 \times 1,5 = 6$ ). Если у вашего четырехбатарейного держателя нет выводов, подсоедините к контактам держателя специальную клемму с проводами (рис. 2.7, б).
- » **Припаяйте выводы к потенциометрам.** Эта операция предполагает следующие действия: отрезать три коротких (по 5–7 см) куска одножильного провода диаметром 0,7 мм для каждого

потенциометра, зачистить оба конца каждого провода и припаять зачищенные таким образом концы этих проводов к контактным выводам потенциометра (см. верхний ряд на рис. 2.6). Подробное описание процесса пайки вы найдете в главе 15, “Сборка электронных схем”.



а



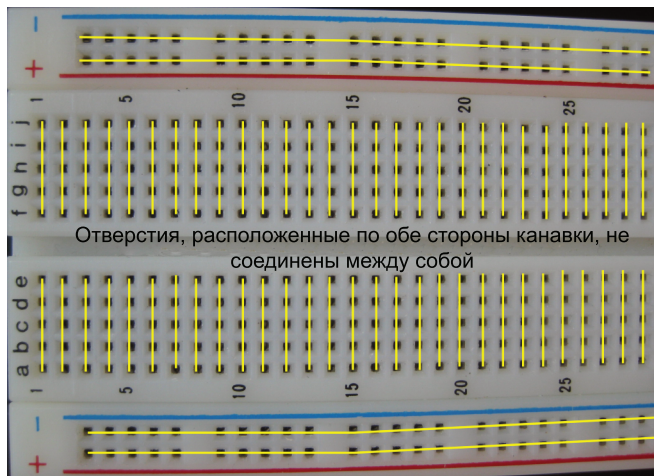
б

Рис. 2.7. Подготовьте батарейки к использованию в беспаячной макетной плате

## Использование беспаячной макетной платы

В этом разделе приведен краткий обзор использования беспаячной макетной платы. Гораздо подробнее о беспаячной макетной плате рассказывается в главе 15, “Сборка электронных схем”. Я настоятельно рекомендую вам прочитать эту главу, прежде чем вы приступите к сборке электронных схем. Вам необходимо знать об ограничениях этих чрезвычайно удобных в использовании устройств, предназначенных для монтажа экспериментальных электронных схем.

*Беспаячная макетная плата* представляет собой прямоугольную пластиковую пластину многократного использования, содержащую несколько сотен квадратных *гнезд*, или контактных отверстий, в которые вставляются выводы таких компонентов, как резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы и интегральные схемы. Группы контактных отверстий организованы в виде небольших рядов, которые электрически соединены между собой гибкими металлическими полосками, проложенными под поверхностью макетной платы. На фотографии (рис. 2.8) показана часть 830-контактной беспаячной макетной платы, причем линии, добавленные на этой фотографии, помогают наглядно представить скрытые соединения между контактными отверстиями.



*Рис. 2.8. Контактные отверстия в безопасной макетной плате организованы в виде столбцов и рядов, небольшие группы которых электрически соединены между собой под поверхностью платы*



ЗАПОМНИ!

Предположим, вы вставили один вывод резистора в отверстие b5 на безопасной макетной плате, показанной на рис. 2.8. В результате вы подключили его к проложенной под поверхностью платы металлической полоске, которая соединяет пять отверстий в ряду 5 (столбцы от a до e включительно). Вставив, скажем, один вывод конденсатора в отверстие d5, вы создадите соединение между указанным выше резистором и этим конденсатором, поскольку отверстия b5 и d5 электрически соединены между собой. Таким образом, вы можете построить работающую схему, не прибегая к пайке компонентов, а просто помещая их выводы в нужные отверстия, обеспечивающие требуемые соединения. После этого подключите безопасную макетную плату к источнику питания (например, к 9-вольтовой батарее).



СОВЕТ

Безопасная макетная плата позволяет легко тестировать любую электронную схему, быстро заменяя одни компоненты другими. Потенциальным недостатком таких макетных плат является то, что вы легко можете допустить ошибку. Типичные ошибки заключаются во вставке обоих выводов какого-либо компонента в отверстия одного и того же ряда (и создании, таким образом, ошибочного соединения), а также во вставке вывода в отверстие, расположенное в соседнем ряду (в результате чего вы не создадите соединение, которое намеревались создать).

