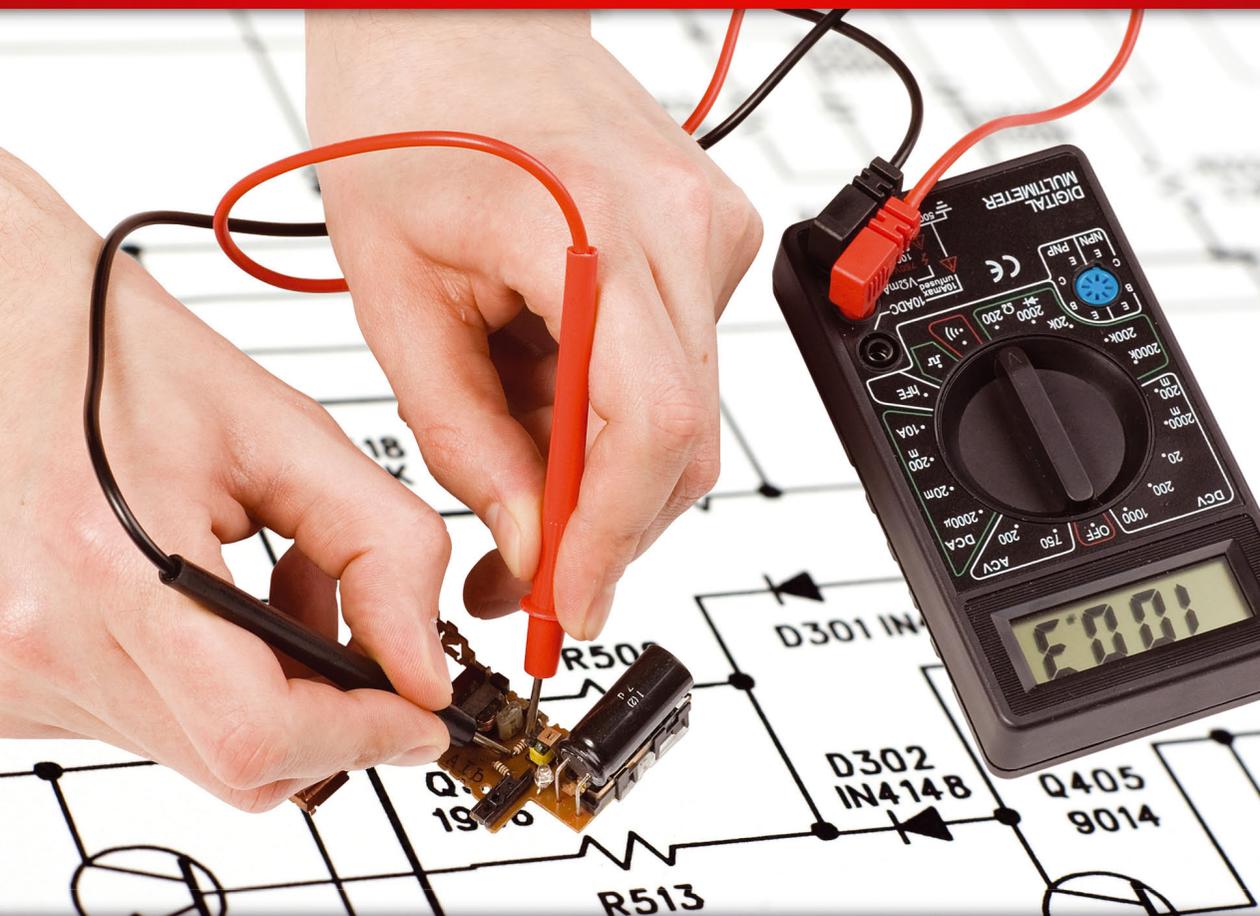


Черничкин М.Ю.

# БОЛЬШАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ЭЛЕКТРИКА

Ремонт от А до Я • Ремонт от А до Я • Ремонт от А до Я



- Виды кабелей, проводов и шнуров
- Монтаж кабеля и электрических точек
- Электричество в квартире и частном доме
- Ремонт проводки, замена розеток и выключателей на открытом воздухе



ЭКСМО

Черничкин М.Ю.

# БОЛЬШАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ЭЛЕКТРИКА



**Ремонт от А до Я**

УДК 643/645  
ББК 37.279  
Ч-49

**Ч-49 Черничкин М.** Большая энциклопедия электрика / Черничкин Михаил Юрьевич. — М. : Эксмо, 2011. — 272 с. : ил.

ISBN 978-5-699-48399-0

Самая полная на сегодняшний день книга, в которой вы найдете массу полезной информации, начиная с азов. В книге раскрыты все основные проблемы, с которыми можно столкнуться при работе с электричеством и электрооборудованием. Описание видов кабелей, проводов и шнуров, монтаж и ремонт электропроводки и многое другое. Эта книга станет полезным справочником и для электрика-специалиста, и для домашнего умельца.

**УДК 643/645  
ББК 37.279**

# Содержание

<b>Введение</b> .....	7
<b>1. Базовые понятия</b> .....	8
<b>2. Инструменты</b> .....	12
2.1. Ручной инструмент .....	12
2.2. Электроинструменты .....	19
<b>3. Техника безопасности при работе с электричеством</b> .....	26
3.1. Чем опасно электричество .....	26
3.2. Первая помощь при поражении электрическим током ...	28
3.3. Средства защиты от электрического тока .....	34
<b>4. Кабели, провода и шнуры</b> .....	37
4.1. Основные термины .....	38
4.2. Основные характеристики составляющих проводников ...	41
4.3. Маркировка кабельной продукции .....	47
4.4. Виды кабелей, проводов и шнуров .....	48
4.5. Сопутствующие изделия .....	58
4.6. Способы соединения проводников .....	60



<b>5. Электромонтажные и электроустановочные изделия</b> .....	65
5.1. Изделия для прокладки кабеля .....	65
5.2. Электромонтажные коробки .....	81
5.3. Розетки и выключатели .....	85
5.4. Осветительная аппаратура .....	94
5.5. Трансформаторы .....	102
5.6. Автоматические выключатели .....	103
5.7. Предохранители .....	111
5.8. Ящики и боксы под автоматы .....	112
5.9. Электрические счетчики .....	113
<b>6. Монтаж кабеля</b> .....	115
6.1. Выбор проводников .....	115
6.2. Схема проводки .....	118
6.3. Монтаж скрытой проводки .....	126
6.4. Штробление стен .....	128
6.5. Скрытая прокладка проводки в трубах .....	130
6.6. Скрытая прокладка кабеля в перегородках, полах и потолках .....	132
6.7. Монтаж открытой проводки .....	138
6.8. Прокладка кабеля сквозь стены, дверные проемы и оконные рамы .....	147
<b>7. Монтаж электрических точек</b> .....	149
7.1. Монтаж при скрытом типе проводки .....	149
7.2. Монтаж при открытом типе проводки .....	159



<b>8. Освещение</b> .....	161
8.1. Виды освещения .....	162
8.2. Способы освещения .....	162
8.3. Виды светильников .....	165
8.4. Основные правила освещения .....	168
8.5. Монтаж освещения в квартире и частном доме .....	169
8.6. Галогенные лампы с подключением через трансформатор .....	179
8.7. Монтаж уличного освещения .....	181
8.8. Дизайнерские ухищрения .....	186
<b>9. Монтаж квартирного и этажного распределительного (ЩЭ) щитков</b> .....	189
<b>10. Заземление</b> .....	205
10.1. Разновидности систем заземления .....	205
10.2. Заземление в многоэтажном доме .....	207
10.3. Система уравнивания потенциалов .....	211
<b>11. Электричество в частном доме</b> .....	215
11.1. Трёхфазные и однофазные сети — сходство и различия .....	215
11.2. Ввод электроэнергии в частный дом .....	218
11.3. Подключение к линии электропередачи .....	222
11.4. Заземление .....	225
11.5. Защита от молний .....	235
11.6. Система уравнивания потенциалов .....	241
11.7. Применение стабилизаторов .....	242



11.8. Монтаж электрооборудования на открытом воздухе.....	244
<b>12. «Умный дом» .....</b>	<b>246</b>
<b>13. Ремонт электропроводки .....</b>	<b>252</b>
13.1. Ремонт и замена розеток, выключателей и проводов .....	252
13.2. Отключение электроэнергии во всей квартире (доме) .....	255
13.3. Срабатывание УЗО.....	256
<b>Приложение.....</b>	<b>257</b>

# Введение

Все, к чему прикасаются руки человека на работе или в быту, изготовлено при помощи электричества. На данный момент наука об электричестве — огромный объем информации, начиная от теоретических работ на передовом фронте науки и заканчивая сугубо практическими знаниями инженерно-технического плана.

Чтобы понять законы электричества и использовать их в собственных нуждах, совсем необязательно изучать все премудрости физических постулатов и понимать хитрые формулы. В этом заключается работа ученых и инженеров: привести сложную теорию в ряд доступной практики. Ведь никто не изучает теорию двигателей внутреннего сгорания, чтобы сесть за руль или починить мелкие неисправности.

Чтобы разобраться в бытовом применении электричества, необходимо знать достаточно простые правила, сформулированные на страницах этой книги. Именно для этого она и предназначена — помочь всем, кто, не имея диплома инженера, хочет самостоятельно решать проблемы, возникающие с электричеством, проводить электромонтажные работы, понимать суть функционирования и устройство электроприборов (рис. А). Список необходимых инструментов, описание электрической арматуры и устройств, область их применения и условия монтажа — все это будет рассмотрено как можно подробнее, с пошаговым описанием всех необходимых действий, подкреплено теоретическими знаниями, наглядными фотографиями и рисунками.



Рис. А. Чтобы отремонтировать розетку, совсем не надо быть электриком!

# 1. Базовые понятия

Прежде чем приступить к работам, связанным с электричеством, необходимо немного «подковаться» теоретически в этом вопросе.

Если говорить просто, то обычно под электричеством подразумевается это движение электронов под действием электромагнитного поля.

Главное — понять, что электричество — энергия мельчайших заряженных частиц, которые движутся внутри проводников в определенном направлении (рис. 1.1).

Постоянный ток практически не меняет своего направления и величины во времени. Допустим, в обычной батарей-

ке постоянный ток. Тогда заряд будет перетекать от минуса к плюсу, не меняясь, пока не иссякнет.

Переменный ток — это ток, который с определенной периодичностью меняет направление движения и величину.

Представьте ток как поток воды, текущий по трубе. Через какой-то промежуток времени (например, 5 с) вода будет устремляться то в одну сторону, то в другую. С током это происходит намного быстрее — 50 раз в секунду (частота 50 Гц). В течение одного периода колебания величина тока повышается до максимума, затем проходит через ноль, а потом происходит обратный процесс, но уже с другим знаком. На вопрос, почему так происходит и зачем нужен такой ток, можно ответить, что получение и передача переменного тока намного проще, чем постоянного.

Получение и передача переменного тока тесно связаны с таким устройством, как трансформатор (рис. 1.2). Генератор, который вырабатывает переменный ток, по устройству гораздо проще, чем генератор постоянного тока. Кроме того, для передачи энергии на дальнее расстояние переменный ток подходит лучше всего. С его помощью при этом теряется меньше энергии.

При помощи трансформатора (специального устройства в виде

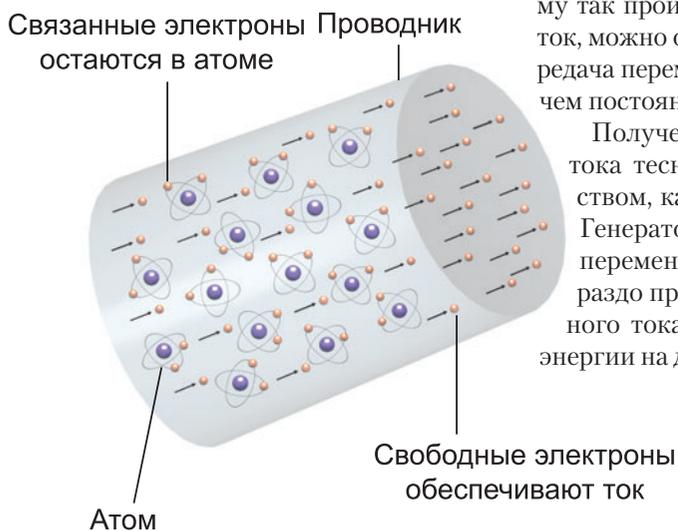


Рис. 1.1. Движение электронов в проводнике



**Рис 1.2.** Трансформатор на подстанции понижает напряжение от высоковольтной линии для передачи в бытовую сеть

катушек) переменный ток преобразуется с низкого напряжения на высокое и наоборот, как это представлено на иллюстрации (рис. 1.3).

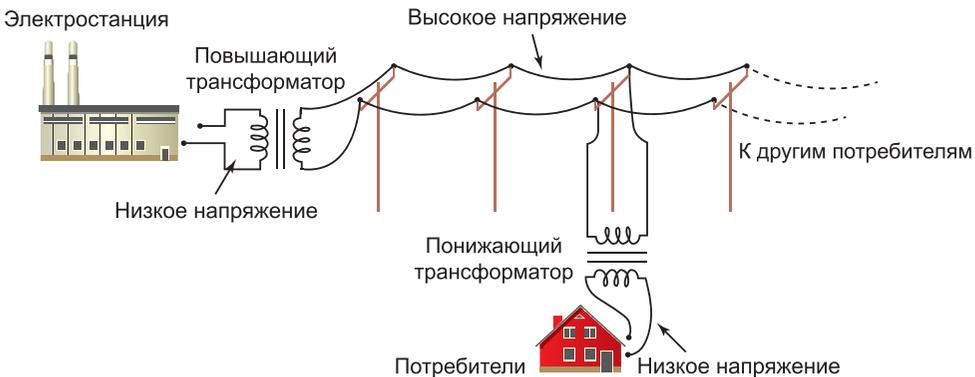
Именно по этой причине большинство приборов работает от сети, в которой ток переменный. Однако постоянный ток так-

же применяется достаточно широко — во всех видах батарей, в химической промышленности и некоторых других областях.

Многие слышали такие загадочные слова, как одна фаза, три фазы, ноль, заземление или земля, и знают, что это важные понятия в мире электричества. Однако не все понимают, что они обозначают и какое отношение имеют к окружающей действительности. Тем не менее знать это обязательно.

Не углубляясь в технические подробности, которые не нужны домашнему мастеру, можно сказать, что трехфазная сеть — это такой способ передачи электрического тока, когда переменный ток течет по трем проводам, а по одному возвращается назад. Вышесказанное надо немного пояснить. Любая электрическая цепь состоит из двух проводов. По одному ток идет к потребителю (например, к чайнику), а по другому возвращается обратно. Если разомкнуть такую цепь, то ток идти не будет. Вот и все описание однофазной цепи (рис. 1.4).

Тот провод, по которому ток идет, называется фазовым, или просто фазой, а по которому возвращается — нулевым, или нулем. Трехфазная цепь состоит из трех фазовых проводов и одного обратного. Такое возможно потому, что



**Рис. 1.3.** Передача на расстояние переменного тока



фаза переменного тока в каждом из трех проводов сдвинута по отношению к соседнему на  $120^\circ$  (рис. 1.5). Более подробно на этот вопрос поможет ответить учебник по электромеханике.

Передача переменного тока происходит именно при помощи трехфазных сетей. Это выгодно экономически — не нужны еще два нулевых провода. Подходя к потребителю, ток разделяется на три фазы, и каждой из них дается по нулю. Так он попадает в квартиры и дома. Хотя иногда трехфазная сеть заводится прямо в дом. Как правило, речь идет о частном секторе, и такое положение дел имеет свои плюсы и минусы. Об этом будет рассказано позднее.

Земля, или, правильнее сказать, заземление — третий провод в однофазной сети. В сущности, рабочей нагрузки он не несет, а служит своего рода предохранителем.

Это можно объяснить на примере. В случае когда электричество выходит из-под контроля (например, короткое замыкание), возникает угроза пожара или удара током. Чтобы этого не произошло (то есть значение тока не должно превышать безопасный для человека и приборов уровень), вводится заземление. По этому проводу избыток электричества в буквальном смысле слова уходит в землю (рис. 1.6).

Еще один пример. Допустим, в работе электродвигателя стиральной машины возникла небольшая поломка и часть электрического тока попадает на внешнюю металлическую оболочку прибора. Если заземления нет, этот заряд так



Рис. 1.4. Схема однофазной цепи

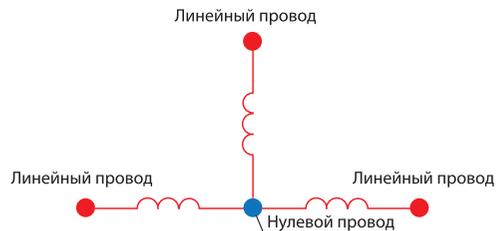


Рис. 1.5. Схема трехфазной цепи



Рис. 1.6. Простейшая схема заземления



и будет блуждать по стиральной машине. Когда человек прикоснется к ней, он ментально станет самым удобным выходом для данной энергии, то есть получит удар током. При наличии провода заземления в этой ситуации излишний заряд стечет по нему, не причинив никому вреда. В дополнение можно сказать, что нулевой проводник также может быть заземлением и, в принципе, им и является, но только на электростанции.

Ситуация, когда в доме нет заземления, небезопасна. Как с ней справиться, не меняя всю проводку в доме, будет рассказано в дальнейшем.

### **ВНИМАНИЕ!**

Некоторые умельцы, полагаясь на начальные знания по электротехнике, устанавливают нулевой провод как заземляющий. Никогда так не делайте. При обрыве нулевого провода корпуса заземленных приборов окажутся под напряжением 220 В.

## 2. Инструменты

При работе с электричеством нужно достаточно много инструментов — как общего характера, так и специализированных. Далее рассмотрен краткий перечень всего необходимого, что понадобится при установке и ремонте электрических сетей. Это нужно для того, чтобы знать, в каком случае и как именно применяется тот или

иной инструмент. Среди набора приспособлений, которые должны быть под рукой, большая часть применяется и для других нужд, в ремонте или строительстве. Из этих инструментов много знакомых, но способ их применения при электромонтажных работах достаточно специфичен и требует детального рассмотрения.

### 2.1. Ручной инструмент

Начинать список инструментов стоит с самых универсальных, которые могут понадобиться практически в любой ситуации. К ним относятся следующие.

#### Молоток

Лучше всего приобрести не один, а несколько с различной массой бойка. Трех молотков будет вполне достаточно для любой ситуации: с бойком в 600, 300 и 150 г. Самый маленький молоток пригодится, если надо будет забивать мелкие гвозди крепления электроустановочной скобы. Хорошо, если средний молоток будет иметь на обратной стороне гвоздодер (рис. 2.1).

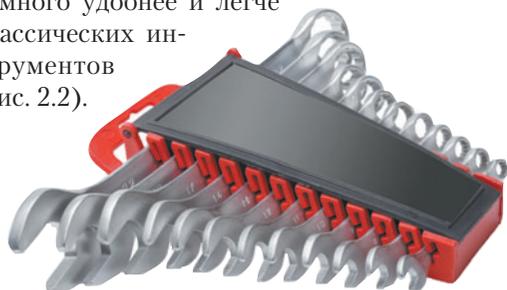
В дополнение к молоткам хорошо иметь киянку — деревянную или резиновую. Она пригодится при работе со стамеской.

**Рис. 2.1.** Молоток с изолированной ручкой и гвоздодером



#### Набор ключей

Просто необходим при выполнении соединения проводов при помощи сжимов или болтов с гайкой, а также для откручивания соединений в различных устройствах, например распределительных щитах. Лучше всего иметь набор ключей с малыми размерами — от 6 до 24 мм. Большие размеры вряд ли понадобятся, все-таки монтировать придется в домашних условиях, а не на заводе. На данный момент существуют универсальные наборы ключей с одной рукоятью и множеством насадок. Они намного удобнее и легче классических инструментов (рис. 2.2).



**Рис. 2.2.** Набор ключей в держателе



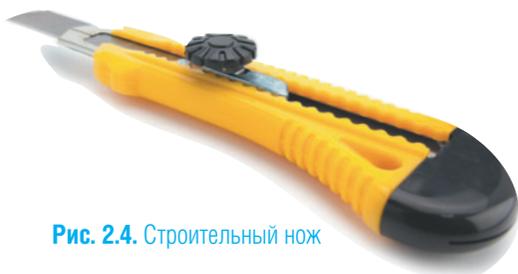
### Монтажный нож

Вещь универсальная. Пригодится в любом случае. Одно примечание: нож для электромонтажных работ должен быть с изолированной ручкой (рис. 2.3).



**Рис. 2.3.** Нож для снятия изоляции

В магазинах широкий выбор разнообразных ножей для всех видов работ (рис. 2.4).



**Рис. 2.4.** Строительный нож

Если придется трудиться на высоте и таскать инструменты в монтажном поясе, можно приобрести или изготовить нож с ножнами, чтобы безопасно двигаться и без проблем извлекать его на ощупь (рис. 2.5).



**Рис. 2.5.** Нож электрика с ножнами

### Набор отверток

Еще одна необходимая вещь. Отвертки должны быть с изолированной ручкой и иметь как можно больше разновидностей рабочей части: шлиц (плоскую), крест и шестигранники (рис. 2.6).



**Рис. 2.6.** Набор отверток в кейсе

Лучше всего приобрести набор со сменными насадками и отдельно отвертки с длинным жалом, а также дополнительную изоляцией, чтобы выполнять работы в труднодоступных местах (рис. 2.7 и 2.8).



**Рис. 2.7.** Универсальная отвертка со сменными насадками на магнитном держателе

**Бокорезы**

Немного похожи на пассатижи. Отличаются более узкой специализацией — они предназначены для перекусывания проводов, скусывания торчащих шурупов или гвоздей и ни для чего более (рис. 2.10).

**Рис. 2.8.** Отвертки с диэлектрическим покрытием**Плоскогубцы**

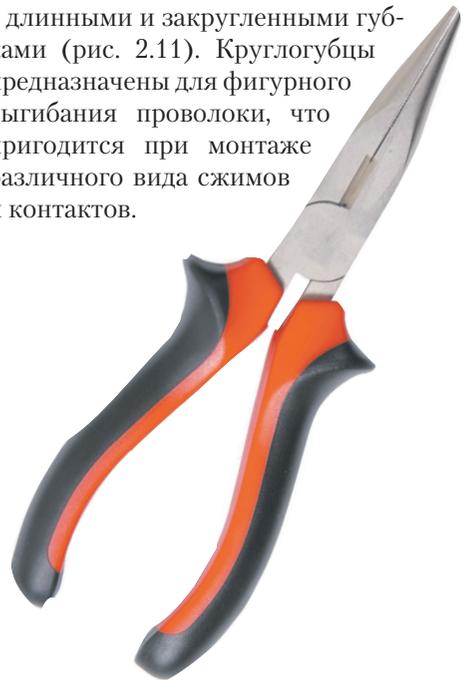
Правильнее называть этот инструмент пассатижами, поскольку он включает в себя сами плоскогубцы, бокорезы и два резака для проволоки. Плоскогубцы всегда должны быть под рукой у любого электрика. С помощью этого инструмента выполняется множество операций. Пассатижи — истинно универсальный инструмент, использующийся практически во всех слесарно-монтажных работах.

**Рис. 2.9.** Плоскогубцы (пассатижи)

Электромонтажные плоскогубцы отличаются от обычных изолированными рукоятками (рис. 2.9).

**Рис. 2.10.** Бокорезы (кусачки)**Круглогубцы**

Инструмент сродни пассатижам с длинными и закругленными губками (рис. 2.11). Круглогубцы предназначены для фигурного выгибания проволоки, что пригодится при монтаже различного вида сжимов и контактов.

**Рис. 2.11.** Круглогубцы



### Напильник

Существует множество видов: от массивных рашпилей с грубой рабочей поверхностью до тонких надфилей. При электромонтажных работах пригодится напильник средних размеров, плоский или трехгранный (рис. 2.12). Он необходим для обтачивания жил проводников, стачивания изоляции и других работ, где требуется подгонка поверхностей.



### Зубило

Это ударно-режущий инструмент, при помощи которого в камне или металле пробиваются бороздки и отверстия. Пригодится при штроблении каменных поверхностей, особенно в проблемных местах, куда не достает электроинструмент.

К зубилу прилагается надеваемое на него приспособление из резины, предназначенное для защиты рук от ударов молотка, — **грибок** (рис. 2.13).

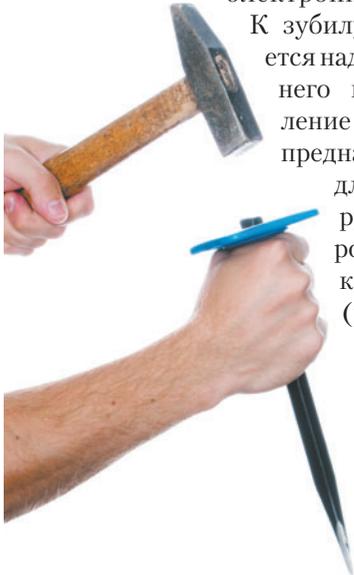


Рис. 2.13. Зубило с грибком в рабочем положении

### Ножовка по металлу

Состоит из рукояти и рамки, на которую натягивается сменное полотно для резки металла. Некоторые модели имеют специальную ручку, которая регулирует угол поворота полотна. Применяется при резке массивного кабеля и для выполнения сопутствующих работ (рис. 2.14).



### Стамеска-долото

Плотницкий режущий инструмент, используемый при работах с деревом (рис. 2.15). Необходим для выдалбливания углублений в дереве, снятия фасок и зачистки пазов. Стамески отличаются формой режущей кромки: полулунной, прямой, фигурной, а также клювообразной. Работать можно рукой или при помощи молотка либо киянки.



Рис. 2.15. Стамески с различной шириной режущей кромки



### Пояс для инструментов

Электромонтажные работы зачастую проводятся в труднодоступных местах: на высоте, в узких шкафах или межпотолочном пространстве. В таких условиях нужно, чтобы инструмент был под рукой.

Монтажный пояс пригодится, когда необходимо не занимать руки и не зажимать в зубах весь арсенал инструментов. Он удобно крепится на поясе и имеет множество кармашков и петель, в которых можно разместить все, что нужно (рис. 2.16). Имеет множество модификаций для самых различных работ.



**Рис. 2.16.** Многофункциональный пояс для инструментов

### Рулетка

Один из основных измерительных инструментов (рис. 2.17). Пригодится для снятия размеров рабочих объектов, что требуется для определения количества кабеля, расстояния между электрическими точками и т. д. Для электромонтажных работ выбирают инструмент с наибольшей длиной — 7,5–10 м. При необходимости можно приобрести специальную рулетку с матерчатой лентой длиной до 50 м.



**Рис. 2.17.** Строительная рулетка

### Штангенциркуль

Инструмент для замера толщины проводов. Существует как механический штангенциркуль, так и цифровой (рис. 2.18). Последний намного дороже, но не требует специальных навыков в распознавании результатов измерения.



**Рис. 2.18.** Механический и цифровой штангенциркули



### Отвертка-пробник

Ее еще называют индикатором или, точнее, индикатором фазы. Этот инструмент внешне похож на обычную отвертку и может использоваться по соответствующему назначению. Однако основная задача у отвертки-пробника совсем другая. В рукоятку индикатора, сделанную из прозрачного пластика, встроена неоновая лампа. На торце рукоятки имеется шунтовый контакт. При необходимости определить наличие фазы на проводе жало индикатора приставляется к нему и контакт на торце прижимается пальцем. Если фаза есть, то вспыхнет лампа.



**Рис. 2.19.** Фазовый индикатор

Разновидностей пробников существует много (рис. 2.19 и 2.20). Среди них есть инструмент с многоцелевыми функциями. Помимо наличия фазы, с его помощью можно найти провод под напряжением, спрятанный в стене, или точно определить числовые значения напряжения и силы тока. Классические пробники рассчитаны на напряжение и силу тока домашней сети соответственно 220 В и 10–16 А.

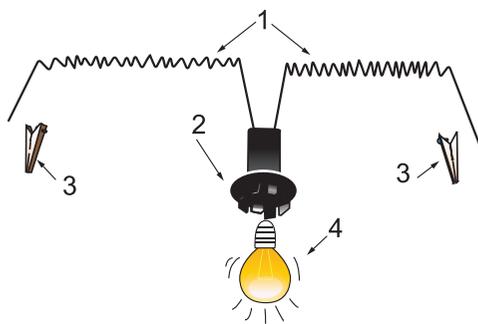


**Рис. 2.20.** Цифровая отвертка-пробник

### Лампа-пробник

Если под рукой нет индикатора фазы, то простейший прибор для определения фазового напряжения можно изгото-

вить собственными руками. Он состоит из лампы накаливания 40–100 Вт, двух проводов и лампового патрона Е 27. По сути, прибор представляет собой лампочку в патроне с двумя проводами (рис. 2.21). При контакте этих проводов с фазовым и нулевым проводами лампа загорится. Если напряжения нет, то и тока нет.



**Рис. 2.21.** Лампа-пробник: 1 — провод; 2 — патрон; 3 — контактные зажимы; 4 — лампа

### Клещи для снятия изоляции

Вещь очень полезная, особенно если вы не собираетесь ограничиваться мелким ремонтом, а хотите всерьез заняться электромонтажными работами (рис. 2.22).



**Рис. 2.22.** Клещи для снятия изоляции



### Обжимные клещи

Инструмент для опрессовки кабельных наконечников (рис. 2.23). Обжимать гильзы для кабеля при помощи плоскогубцев не всегда удобно, да и соединение не будет надежным. При помощи обжимных клещей можно опрессовывать кабельные наконечники, гильзы и разъемы с высокой степенью надежности.



Рис. 2.23. Клещи для обжима кабельных гильз

### Клещи для обжимки витой пары

Этот инструмент необходим для запрессовки жил витой пары в наконечнике. Без таких клещей невозможно соединить два компьютера в одну сеть или подключить один из них к Интернету (рис. 2.24).



Рис. 2.24. Клещи для опрессовки наконечников

### Изолента

Это скорее не инструмент, а расходный материал, но ни один электрик не обходится без изоленты (рис. 2.25).

Она всегда должна быть в любом наборе инструментов. Этот гибкий изолирующий материал может быть нескольких видов. Классическая (на основе пластиковой ленты) может служить не

только в качестве изолирующего материала, но и как метчик для проводов. Специально для этой цели изолента окрашивается в разные цвета. Матерчатая (черного цвета) хоть и уступает современным видам, но тем не менее пользуется популярностью у многих электриков. Она меньше реагирует на температуру и не так оплавляется, как изолента из резины.



Рис. 2.25. Изолента разного цвета помогает маркировать проводники

В настоящее время фирмы — производители инструментов для строительства предлагают комбинированные наборы различных приспособлений. Выбор лишь за фронтом работ и финансовыми возможностями (рис. 2.26).



Рис. 2.26. Универсальный набор инструментов



## 2.2. Электроинструменты

### Перфоратор

Этот инструмент самый важный. Перфоратор предназначен для сверления и долбления отверстий в любых материалах — камне, металле, дереве, пластике и т. д. Конечно, режим долбления применяется не для всех материалов, а главным образом для камня. В любом перфораторе есть три режима: сверление, когда он выполняет задачу дрели, ударное сверление, при котором рабочая насадка, вращаясь, испытывает удары, и долбление, когда вращательного движения нет, а есть только ударное. Эти режимы делают перфоратор поистине универсальным инструментом. С его помощью можно бурить отверстия, делать штробы, дробить и раскалывать камень, сбивать старую штукатурку, мешать строительные растворы и т. д. Перфоратор — нечто среднее между дрелью и отбойным молотком (рис. 2.27).

Существует множество марок и видов перфораторов. Одни из них используются в профессиональной работе строителей, другие предназначены для домашних нужд. Главное их различие — в продолжительности работы и мощности. Профессиональный инструмент марок Makita и Bosch стоит достаточно до-

рого, но он вполне оправдывает себя, когда необходимо в течение нескольких часов сверлить отверстия в бетоне, отбивать наслоения штукатурки или раскалывать старую цементную стяжку. Мощность такого инструмента — 1–1,5 кВт. Бытовые модели имеют мощность в два раза меньше и по продолжительности работы намного уступают профессиональному инструменту.

Приобретая перфоратор, необходимо четко представлять, для каких именно работ он нужен: для широкомасштабного ремонта предназначен один вид, для краткосрочной замены пары проводов — другой. Разница в цене между ними будет большой.

Перфоратор может использоваться и как шуруповерт, но это относится к небольшим по массе моделям, поскольку удержать одной рукой инструмент массой 4 кг не каждому по плечу. При этом прибор должен иметь переключатель направления вращения — реверс. Хорошо, если перфоратор будет иметь регулятор мощности.

Как правило, прибор имеет рабочую головку, предназначенную для крепления буров и рабочих насадок, но не для обычных сверл по металлу и дереву. Объясняется это просто. При ударных нагрузках в режиме долбления-сверления тиски кулачков крепления обычного типа не смогли бы удержать рабочую насадку, ослабляясь при непрерывной вибрации. Если необходимо использовать перфоратор для сверления металла, дерева или пластика, нужно приобрести специальные переходники с зажимами кулачкового типа, которые вставляются прямо в головку инструмента (рис. 2.28). В некоторых моделях можно менять



Рис. 2.27. Перфоратор



головки, присоединяя их непосредственно к перфоратору.

Для выполнения различных видов работ существуют специальные насадки.

**Бур** предназначен для сверления отверстий в бетоне и различного вида камне (рис. 2.29).



**Рис. 2.28.** Сменная головка перфоратора с кулачковыми зажимами

Внешне похож на сверло по металлу или дереву. Отличается типом крепления и специальной вставкой — пластиной на вершине, изготовленной из твердых сплавов, в частности из победита. Хвостовик у бура утолщен, на нем располагается несколько продольных выемок для крепления в патроне. Бур не затягивается, подобно сверлу, а вставляется в патрон, где фиксируется до щелчка, но не жестко, а имеет люфт примерно в 1 см. Это делается для того, чтобы в ударном режиме бур работал с максимальной отдачей. Так как хвостовик при работе испытывает сильные нагрузки и трение, на него наносится смазка. Буры имеют множество разновидностей, отличаясь длиной и диаметром (рис. 2.30).



**Рис. 2.29.** Бур по бетону

**ВНИМАНИЕ!**

Буры не используются при сверлении отверстий в пустотелом или мягком (красном) кирпиче.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Из-за люфта буры имеют невысокую точность сверления, поэтому, прежде чем начать бурить стену, можно, включив перфоратор в режим сверления, наметить точку, где необходимо проделать отверстие.

**Коронка по бетону** — насадка, предназначенная для высверливания круглых отверстий в бетоне и камне (рис. 2.31).



**Рис. 2.30.** Два бура различной длины

Значительно упрощает работу по созданию выемки для розеток скрытого типа. Имеет алмазное напыление и специальные режущие вставки из твердых сплавов по краю коронки.

**Коронка по мягким материалам** предназначена для высверливания отверстий в гипсокартоне, дереве, гипсе,



**Рис. 2.31.** Алмазная коронка по бетону



пластике и даже в стекле. Для каждого материала существует свой отдельный вид коронки (рис. 2.32).

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Коронки по мягким материалам используются в режиме сверления и имеют крепление кулачкового типа.



Рис. 2.32. Коронка по мягким материалам

**Насадка-миксер** необходима, когда нужно готовить различные строительные смеси: штукатурку, цементный раствор, шпаклевку или клей для гипса (рис. 2.33).



Рис. 2.33. Насадка-миксер

**Шлифовальные круги.** Насадка — щетка и круг для заточки инструмента. Это специальные приспособления, выполняющие дополнительные работы.

**Насадки для долбления.** Это различного вида зубила и пики для работы в режиме долбления, когда перфоратор используется как отбойный молоток.

#### Ударная дрель

В общем напоминает перфоратор, но по всем показателям намного ему уступает. К тому же такая дрель не имеет режима долбления, а только долбления-сверления (рис. 2.34).

Применяется в том случае, когда выполняются работы небольшого масштаба и приобретать перфоратор невыгодно. В настоящее время практически все дрели имеют опцию ударного режима. Чаще всего такой инструмент используют именно как дрель, крайне редко применяя режим долбления. Кроме сверления отверстий в металле, дереве и пластике дрель применяют как шуруповерт.



Рис. 2.34. Ударная дрель

#### ВНИМАНИЕ!

Ударная дрель не является заменой перфоратора. Использование ее длительное время как профессионального инструмента для долбления-сверления приведет к порче.



Обычные рабочие насадки для дрелей — это различного вида сверла. Такие насадки очень разнообразны. Для каждого определенного материала используется свое сверло. Металлу соответствует один вид, а дереву — другой (рис.2.35–2.37).



Рис. 2.35. Сверла по дереву



Не стоит использовать сверла по непредназначенному материалу: и результатов не будет, и данное приспособление, скорее всего, придет в негодность.

Рис. 2.36. Сверло по дереву «перо» для отверстий большого диаметра



Рис. 2.37. Сверла по металлу

## Шуруповерт

Второе название — аккумуляторная дрель (рис. 2.38). Хотя этот инструмент и называется дрелью, все-таки чаще его используют для закручивания шурупов и саморезов.

Шуруповерты отличаются аккумуляторами от 9 до 24 В и некоторыми опциями. Дрели могут быть односкоростными и двухскоростными. Двухскоростная удобна тем, что в одном режиме она используется в качестве шуруповерта (скорость вращения шпинделя — 400 об/мин), а в другом — дрели

(скорость — 800–1300 об/мин). Кроме того, дрель имеет регулятор крутящего момента, чтобы с необходимой силой закручивать шурупы без риска сорвать шляпку крепежа.



Рис. 2.38. Аккумуляторная дрель (шуруповерт)

Кроме шуруповертов пистолетного типа существуют так называемые **электрические отвертки** (рис. 2.39).



Рис. 2.39. Электрическая отвертка



Этот инструмент внешне похож на обычную отвертку, но крупнее размерами. Электрическая отвертка удобна тем, что, повернув до определенного момента крепеж, можно одним движением зафиксировать насадку и завершить работу вручную. Существуют модели, у которых можно изменять угол поворота рабочей части для удобства закручивания шурупов в труднодоступных местах.

Для шуруповертов используются рабочие насадки, называемые **битами** (рис. 2.40).



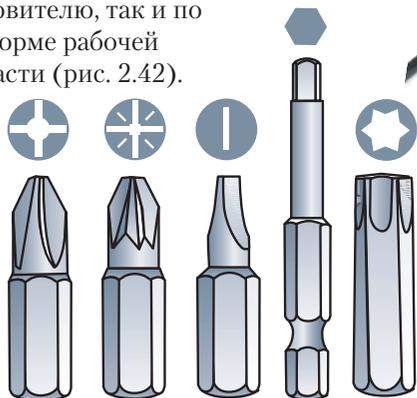
**Рис. 2.40.** При помощи намагниченной биты шуруп надежно удерживается в нужном положении

Бита — это приспособление, которое вставляется в патрон дрели. При помощи биты закручиваются различного вида крепежи (рис. 2.41).



**Рис. 2.41.** Бита под шестигранный шуруп

Существует множество видов бит, различающихся как по размерам и фирме-изготовителю, так и по форме рабочей части (рис. 2.42).



**Рис. 2.42.** Различные виды бит

## ПРИМЕЧАНИЕ

Не стоит экономить при покупке бит, поскольку дешевые стираются очень быстро, в то время как дорогие модели служат намного дольше и не затрудняют работу.

## Углошлифовальная машина

В просторечии — болгарка. Наряду с перфоратором является универсальным инструментом для работы с металлом, камнем, деревом и пластиком (рис. 2.43).

При помощи болгарки можно обработать практически любой материал: отшлифовать, сделать пропил и разрезать. В электромонтажных работах используется в основном для пробивания штроб под кабель и как подручное приспособление для резки материала и заточки инструмента. Как и в случае с перфоратором, различают профессиональный инструмент и бытовой. Болгарки сильно отличаются по размерам. Есть настоящие машины весом под десяток килограммов для резки камня на скорости 11 000 об/мин и небольшие модели



**Рис. 2.43.** Углошлифовальная машина с защитным кожухом (болгарка)

для работы одной рукой. Второй случай наиболее подходит для работ с электричеством.



При работе болгарка использует специальные диски, сменные или постоянные. Сменные бывают двух видов: для работы по камню и металлу. Кроме того, они отличаются по толщине и диаметру. При покупке дисков необходимо быть особенно внимательным к качеству продукции, поскольку болгарка относится к инструментам повышенной опасности. Некачественные диски могут нанести серьезную травму, поэтому не стоит экономить на покупке.

К постоянным дискам относятся алмазные (рис. 2.44).



**Рис. 2.44.** Алмазные диски по камню

Они изготовлены из твердосплавного металла с алмазным напылением или включениями. Стоят намного дороже сменных дисков, но гораздо более долговечны и безопасны.

### Штроборез

Узкоспециализированный инструмент, предназначенный специально для прорезки штроб. Внешне напоминает болгарку. Этот прибор необходим, когда объем работ по пробиванию штроб достаточно масштабен. Инструмент дорогой, и приобретать его для разовой работы нет нужды.

### Паяльник

Пригодится не только любителям электронной техники, но и домашнему электрику (рис. 2.45).



**Рис. 2.45.** Паяльник

Применяется, когда необходимо создать особенно надежную скрутку и для присоединения проводов к контактам. Скрученные провода припаиваются специальными припоями, что придает механическую и контактную прочность скрутке.

### Мультиметр

Многофункциональный измерительный прибор, который включает в себя амперметр, вольтметр и омметр. Бывают аналоговые и цифровые модели (рис. 2.46).

Новейшие цифровые мультиметры включают множество дополнительных опций, но, как правило, они нужны профессиональным электрикам. Для



**Рис. 2.46.** Цифровой мультиметр с шунтами



домашнего мастера вполне достаточно использовать этот прибор для измерения силы тока, его напряжения и для прозвонки цепей. Внешний вид мультиметра или авометра может испугать непривычного человека. Масса кнопок, разъемов и переключателей — так и кажется, что без специального обучения в нем не разобраться. На самом деле, внимательно прочтя инструкцию, даже неподготовленный человек с легкостью поймет способы применения прибора и его показания.

Еще один вариант мультиметра — токоизмерительные клещи (рис. 2.47). Таким прибором очень удобно снимать показания с оголенных частей проводов.

В заключение главы надо сказать несколько слов о безопасности работы с электроинструментами. Достаточно соблюдать элементарные меры предосторожности и следить за состоянием прибора, поскольку большинство травм случается при работе с неисправными инструментами.

При работе с электроинструментами необходимо пользоваться защитными перчатками и специальными очками (рис. 2.48).

Опасность электроинструментов заключается не только в возможности на-



Рис. 2.48. Матерчатые защитные перчатки и маска-очки

нести травму движущимися частями, но и в риске поражения током. Во избежание такой ситуации надо соблюдать два простых правила. Первое из них — не прикасаться к инструменту мокрыми руками и не мочить его водой. Второе — нужно следить за целостностью шнуров и подключать инструменты только к изолированным розеткам и удлинителям.

Для приобретения необходимых навыков техники работы с электроинструментами следует понаблюдать за работой специалиста и выполнить несколько простейших операций под его присмотром.



Рис. 2.47. Токоизмерительные клещи

# 3. Техника безопасности при работе с электричеством

## 3.1. Чем опасно электричество

Рассмотрим, чем опасно электричество для человека. Как известно, электрический ток невидим и неслышим, по крайней мере, тот, который течет в проводах, — с ним приходится контактировать чаще всего. Однако при всей своей незаметности электричество заставляет работать приборы, освещает и обогревает дома. Эта энергия с легкостью из созидательной может перейти в разряд разрушительной и даже смертельной (рис. 3.1).



**Рис. 3.1.** Поражение электрическим током смертельно опасно для человеческого организма

В чем же опасность контакта тока с человеком? Основных причин две: первая — это механическое поражение тканей человека, вторая — влияние электричества на нервную систему.

Как известно, механизм передачи нервных сигналов имеет в основе электрохимическую природу. Проще говоря, у человека есть собственное электричество. При помощи нервных сигналов происходит движение мышц, в том числе и сердца, осуществляются координация и управление всеми внутренними органами. В случае контакта с находящимся под напряжением проводником организм человека реагирует на это как на сигнал собственной нервной системы, но неизмеримо мощнее. Мышцы судорожно сжимаются, приходя в состояние постоянного напряжения, и расслабить их не удастся — входящий сигнал перекрывает команды организма.

Всем известно золотое правило электриков: прикасаться к оголенным проводникам тыльной стороной ладони, чтобы мышцы руки, испытав удар электричества, сжали кисть в кулак, тем самым оттолкнув конечность от контакта. В обратном случае ладонь плотно обхватит проводник и разжать ее будет невозможно, а человек окажется под



непрерывным воздействием силы тока, что очень опасно. При особенно сильном влиянии тока возможны вывихи, разрывы связок и даже переломы костей, вызванные мощными мышечными сокращениями. Именно поэтому киноиндустрия показывает попавшего под напряжение человека трясущимся и со вставшими дыбом волосами.

Опасным для человека считается ток от 25 В. В данной ситуации нужно четко отличать напряжение и силу тока. Убивает именно последняя. Для примера упомяну, что голубые искорки статических разрядов имеют напряжение 7000 В, но ничтожную силу, тогда как напряжение розетки в 220 В, но с силой тока 10–16 А может стать причиной смерти. Более того, прохождение тока с силой 30–50 мА через сердечную мышцу уже может вызвать фибрилляцию (трепетание) сердечной мышцы и рефлекторную остановку сердца. Чем это закончится, вполне понятно. Если ток не заденет сердце (а пути электричества в человеческом организме весьма причудливы), то его воздействие может вызвать паралич дыхательных мышц, что тоже ничего хорошего не сулит. Случались совершенно поразительные происшествия, когда электрический ток, не оставляя видимых повреждений, буквально зажаривал внутренние органы, доводя их до кипения.

Механическое поражение тканей организма подразделяется по воздействию на физическое и химическое.

### Физическое воздействие

Это прежде всего тепловое поражение. Выделение тепла при прохождении электрического тока через проводник (в данном случае человеческое тело) зависит от сопротивления этого проводника. Данная величина для сухой че-

ловеческой кожи составляет примерно 1000 Ом — вполне достаточно для получения ожогов различной степени тяжести (это, конечно, зависит от силы тока и не означает, что предпочтительнее контакт электричества с мокрой кожей). Сопротивление резко падает, и электрический разряд проникает в тело человека дальше, сильнее воздействуя на внутренние органы.

К физическому воздействию относится также поражение глаз при вспышках электродуги или короткого замыкания. Жесткий ультрафиолет может серьезно обжечь сетчатку глаза, вызвав кратковременную или постоянную слепоту, инверсию цветовосприятия и т. д.

### Химическое воздействие

При прохождении разряда по тканям человека ток изменяет электролитические свойства тканевой жидкости, крови, лимфы и др. Это чревато серьезными последствиями, поскольку состав крови неизменен и должен таковым оставаться. Сдвиг показателей кислотности, свойств эритроцитов и химического состава может вызвать тяжелое поражение организма.

Как видно из всего вышесказанного, практически любой контакт с электричеством если не смертелен, то весьма неприятен. Степень поражения зависит от силы тока и времени воздействия на организм человека. Далеко не всегда прохождение разряда через тело человека вызывает столь тяжкие последствия. По статистике, на каждые 120–140 тыс. случаев контакта с электричеством только один заканчивается летальным исходом. Гораздо чаще имеют место ситуации, когда контакт приводит к разным по тяжести травмам. Однако это вовсе не повод относиться к электричеству спустя рукава. Особенно там, где человек



часто с ним контактирует, — при электромонтажных работах или ремонте.

Чтобы снизить до минимума риск подвергнуться поражению током, не-

обходимо как следует изучить основные правила безопасности и применять средства защиты, которые будут рассмотрены далее.

## 3.2. Первая помощь при поражении электрическим током

При возникновении ситуации, когда человек попал под действие электрического тока, нужно предпринять следующие действия.

Если пострадавший находится под непрерывным действием тока, необходимо разорвать контакт любым способом. Эффект поражения будет пропорционален времени нахождения человека под напряжением. Разорвать контакт необходимо, соблюдая определенные меры безопасности: не прикасаться к человеку, попавшему под действие электрического тока, незащищенными руками и стараться не подходить близко. Лучше всего отбросить пострадавшего в сторону при помощи деревянной доски или палки (рис. 3.2).

Если есть доступ к автоматам отключения, необходимо сразу же прекратить подачу энергии. Когда такой возможности нет, можно перерубить кабель при помощи инструмента с изолированной рукоятью, но это в крайнем случае, поскольку такое действие небезопасно. Если под рукой нет подходящей деревянной палки, можно воспользоваться лю-

бым резиновым или пластиковым изделием, чтобы ухватить человека и оттащить его из зоны поражения.

Если пострадавший находится под воздействием тока напряжением менее 400 В, можно попытаться ухватить его за сухую одежду, предварительно обернув руки сухой тканью или полиэтиленовым пакетом.

После того как на пострадавшего перестал действовать ток, необходимо сразу же



**Рис. 3.2.** Не прикасаясь к человеку, находящемуся под напряжением, необходимо отодвинуть его от источника тока при помощи сухой деревянной палки



оказать ему первую медицинскую помощь и вызвать врача.

Пострадавшего удобно и ровно укладывают на мягкую подстилку, растирают конечности, при необходимости освобождают ротовую и носовую полости от слизи и крови. Необходимо расстегнуть одежду и обеспечить приток свежего воздуха. Если человек без сознания, следует дать ему понюхать нашатыря, побрызгать водой. Полезно принять сердечное или успокоительное средство: корвалол или валерьянку.

Когда человек не приходит в сознание, дыхание затруднено или отсутствует, кожа бледная или синюшного цвета, пульс неровный или отсутствует, необходимо принимать более серьезные меры. К ним относятся искусственное дыхание и непрямой массаж сердца (рис. 3.3). Более подробно об этом можно прочитать в специальной литературе о первой медицинской помощи.



**Рис. 3.3.** Непрямой массаж сердца

В любом случае после поражения электричеством необходимо госпитализировать пострадавшего, поскольку, даже если видимых последствий нет, они могут обнаружиться спустя несколько часов или даже суток. При этом человек может чувствовать себя удовлетворительно, а внешние признаки недомогания не проявляются.

Чтобы не попасть в опасную ситуацию и снизить риск поражения до минимума, необходимо соблюдать несколько простых правил. Они касаются не только непосредственной работы с электричеством, но и использования электроприборов в быту.

1. Никогда не прикасайтесь к оголенным жилам проводов и контактам электромеханизмов, если твердо не уверены, что они обесточены (рис. 3.4). Нелишним будет проверить, есть ли ток, при помощи индикатора или мультиметра.

Даже в полностью обесточенной цепи может сохраняться заряд, особенно если в схеме есть конденсирующие устройства. Например, прикоснувшись к оголенным контактам вилки перфоратора, можно получить чувствительный удар током, хотя она и выдернута из розетки. Это происходит потому, что на обмотках электромотора, как в конденсаторе, остается остаточный заряд, особенно если сеть не заземлена.



**Рис. 3.4.** Кабель со снятой внешней оболочкой — источник опасности, так как внутренняя изоляция жил становится более уязвимой для механического воздействия



Такой удар не смертелен, но крайне неприятен, а если работа производится на высоте, то и опасен — от неожиданности можно потерять равновесие и упасть. Следите за предупреждающими знаками, которыми снабжены электрические цепи и механизмы. Они находятся там не для красоты (рис. 3.5 и 3.6).



### ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Рис. 3.5. Предупреждающий плакат

Ни в коем случае нельзя допускать игры детей с электрическими приборами (рис. 3.7).

2. Не стоит прикасаться к электроприборам и проводам мокрыми руками. Необходимо следить за влажностью в помещениях, где присутствует электроэнергия в любом виде. Например, в случае затопления необходимо сразу же обесточить помещение или дом.



Рис. 3.6. Предупреждающий знак в местах высокого напряжения

3. При электромонтажных работах следите за состоянием инструмента и средств защиты. Небольшая трещина в изоляции ручки пассатижей может обернуться электрическим ударом.

4. Не прикасайтесь одновременно к бытовым приборам, подключенным к сети, и заземляющим предметам (трубам или батареям отопления). Если корпус прибора «пробивает», можно получить электроудар (рис. 3.8).

5. Если в бытовом приборе или проводке возникает очаг возгорания, не надо пытаться потушить его водой. Она, как известно, хорошо проводит электричество, и есть риск получить разряд тока через струю воды.

6. Никогда не пользуйтесь неисправными электроприборами, которые имеют внешние повреждения: трещины, копоть и т. д. (рис. 3.9).

Кроме прямого воздействия на человека электричество несет и другую опасность. Как и всякая энергия, оно, вырвавшись на свободу, может стать источником немалых бед.



Рис. 3.7. Розетка — не игрушка



Рис. 3.8. Возможные причины поражения электрическим током



Рис. 3.9. Использовать поврежденные электроприборы опасно для жизни



Самая главная опасность — это, конечно же, пожар. Причиной возникновения пожароопасных ситуаций, как правило, является неисправная проводка кабелей. Необходимо следить за состоянием изоляции проводов и не допускать эксплуатации поврежденных. Кроме механических повреждений могут представлять опасность и старые провода. С течением времени изоляция на жилах становится хрупкой и может просто рассыпаться. На проводниках устаревших проводов установлена изоляция не такого уровня безопасности, как на современных. В качестве примера можно вспомнить ниточную изоляцию на шнурах старых электроприборов.

Причиной возгорания проводников может быть несоответствие между сечением ТПЖ и силой тока. Нельзя использовать шнуры и провода с сечением жил меньшим, чем требуется по расчетам. Для примера можно представить такую ситуацию, когда провод ШВВП с сечением ТПЖ  $0,75 \text{ мм}^2$  подключается к стиральной машине или холодильнику. Естественно, он не выдержит проводимой энергии и, нагревшись, расплавится, а если рядом окажутся легковоспламеняющиеся предметы, то они могут загореться.

Кроме того, существует косвенная опасность — утечка. Это полная или частичная вероятность того, что часть электрической энергии пойдет не туда, куда следует: например, когда изоляция ТПЖ кабеля повреждена и соприкасается с материалом облицовки стен, например штукатуркой. Такой материал — диэлектрик, но только в сухом состоянии. При увлажнении штукатурка начинает прекрасно проводить электрический ток, то есть при непредвиденной утечке воды или повышении влажности в помещении часть стены внезапно становится источником тока. Это чрева-

то опасной ситуацией — от поражения электрическим током людей до возгорания находящихся рядом предметов, не говоря уже о том, что питание электрических узлов будет производиться не в полной мере.

Наверняка вы видели или слышали о пожарах, причиной которых стала неисправная электропроводка и, как следствие, — короткое замыкание. От него часто и происходит возгорание (рис. 3.10).

Коротким замыканием называют соединение фазового провода и нолевого или заземляющего либо 2 фаз. Происходит контакт 2 проводников с разными потенциалами. Такой контакт называют коротким, потому что он происходит без электроприбора. Два проводника с небольшим сопротивлением соприка-



Рис. 3.10. Короткое замыкание

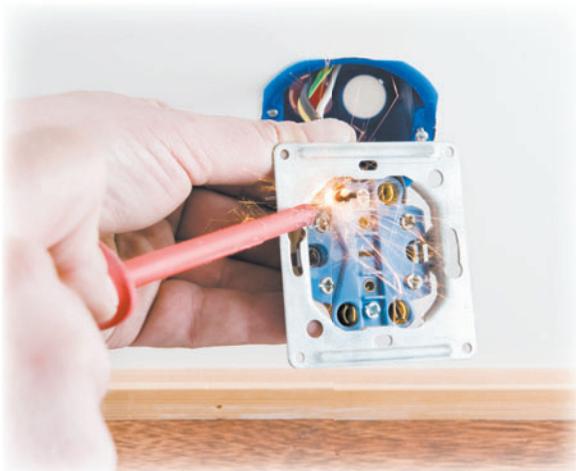


саются, это вызывает многократное превышение силы тока (рис. 3.11).

По закону Ома сила тока зависит от напряжения между 2 проводниками и сопротивления между ними. Чем меньше сопротивление, тем больше сила тока. При контакте двух таких проводников она очень быстро начинает возрастать, достигая недопустимых величин.

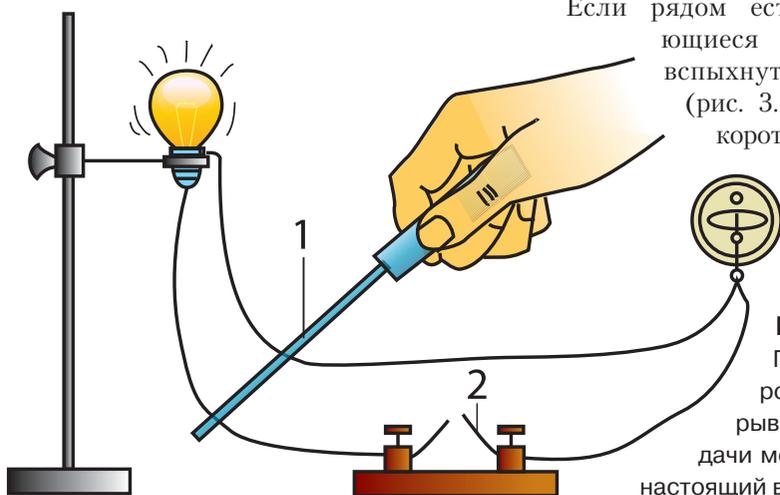
Наглядно это напоминает взрыв (рис. 3.12). Мгновенный бросок силы тока вызывает перегрев проводника и возникновение электрической дуги между ними. Между прочим, вольтова дуга имеет температуру около 5000 °С.

Особенно впечатляюще выглядит замыкание фазовых проводов в трехфазных сетях. Человека, замкнувшего отверткой две фазы, может отбросить на несколько метров, он получит ожоги и контузию. Об отвертке можно забыть:



**Рис. 3.12.** Случайное соприкосновение отвертки с нолевым и фазовым проводами вызывает короткое замыкание

ее металлическая часть превратится в пар. В домашних условиях такого фейерверка не получится, но последствия тоже могут быть печальными — провода расплавятся, а изоляция сгорит. Если рядом есть легковоспламеняющиеся предметы, они вспыхнут и возникнет пожар (рис. 3.13). Именно поэтому короткое замыкание — самое страшное, что может случиться в электрической сети.



**Рис. 3.11.** Наглядный пример возникновения короткого замыкания: 1 — металлический прут; 2 — плавкая вставка-предохранитель

#### **ВНИМАНИЕ!**

При возникновении короткого замыкания с обрывом линий электропередачи может произойти самый настоящий взрыв с электромагнитным ударом, разрушающим всю электронную аппаратуру в окрестности нескольких десятков метров. Никогда не приближайтесь к месту обрыва проводов ЛЭП!



Причины возникновения короткого замыкания очень просты: неисправная изоляция, неправильный монтаж проводки, случайный обрыв и плохие контакты в электроприборах. Со всеми этими причинами можно бороться, соблюдая следующие правила.

**Рис. 3.13.** Последствия короткого замыкания в розетке



**Рис. 3.14.** Нельзя перекусывать находящиеся под напряжением провода кусачками

1. Не допускайте эксплуатации старых кабелей с устаревшей изоляцией.
2. Не проводите ремонтные работы, такие как сверление, резка, долбление, там, где проложены провода.
3. При монтаже проводки не снимайте верхнюю оболочку при помощи ножа, разрезая ее вдоль кабеля.
4. Никогда не работайте с проводкой, если она находится под напряжением (рис. 3.14).
5. Обязательно нужно установить в сети защитные устройства отключе-

ния — пробки, плавкие вставки, предохранители, автоматические выключатели, а также дифференциальные автоматы.

6. Своевременно заменяйте устаревшие розетки и выключатели, искрящие при работе.

7. Не используйте неисправные электроприборы, искрящие при работе. Исключение — работа электроинструмента, в котором искрение создают угольные щетки. Это допустимо.

8. Старайтесь не прокладывать провода, тесно сплетая их пучком.

## 3.3. Средства защиты от электрического тока

Чтобы обезопасить человека от поражения электрическим током во время электромонтажных работ, существуют различные защитные приспособления.

К ним относятся специальная одежда и индивидуальные средства защиты, такие как перчатки, боты (сапоги) и диэлектрические коврики (рис. 3.15).



**Рис. 3.15.** Электрик с комплектом инструментов в монтажном поясе и защитных перчатках

вает такой, что буквально расплывает металлические жала отверток.

### Диэлектрические перчатки

Это очень надежный и простой способ обезопасить себя во время работы с электричеством, когда нет возможности отключить электроэнергию или есть опасность остаточных токов. Перчатки электрика несколько отличаются от обычных медицинских, которые часто используются в быту. Они намного толще и изготовлены из специальной резины (рис. 3.16).



**Рис. 3.16.** Диэлектрические перчатки для работы с напряжением до 1000 В. Такие перчатки бывают двух видов: первый — для работы под напряжением до 1000 В, второй — свыше этого значения. В домашней работе с электричеством перчатки второго вида практически не используются. Они более толстые и менее эластичные

### Спецодежда

В специализированных магазинах продаются комплекты одежды именно для электромонтажных работ любого размера и вида. Если вы не решили начать карьеру профессионального электрика, можно подобрать комплект одежды из старых вещей. Главное требование к «обмундированию» — натуральность ткани. Лучшим выбором будет хлопок. Он наиболее удобен, к тому же при коротком замыкании хлопок просто обгорит, а не расплавится, как синтетика, ведь энергия короткого замыкания бы-

Необходимо соблюдать 2 основных правила:

- 1) это средство защиты не должно иметь проколов и порезов, перед началом работы необходимо испытать его, надув воздухом;



2) нельзя подвертывать раструбы перчаток или выпускать обшлага рукавов поверх них.

Данное средство защиты должно быть по размеру таким, чтобы под него можно было надеть еще одни перчатки — хлопчатобумажные. Длина раструбов должна доходить почти до локтя (чем дальше, тем лучше). Не стоит оставлять перчатки испачканными в масле или щелочи — техническая резина прекрасно разъедается агрессивными веществами. Промывать такое средство защиты можно обычной мыльной водой.

#### Резиновые боты

Галоши или боты применяются, когда приходится работать с распределительными шкафами, для защиты от шагового напряжения, а также в других случаях. Требования к этому средству защиты такие же, как и к перчаткам. Важно помнить, что боты

не надеваются на босую ногу, а только на обычную обувь (рис. 3.17).



Рис. 3.17. Резиновые боты

#### Диэлектрический коврик

При бытовых работах применяется как общезащитное средство от поражения током, особенно в помещениях с повышенным уровнем влажности (ванных). Используется также, когда требуется обезопасить подход к установкам, работающим под высоким напряжением. На вид такой коврик ничем не отличается от обычного душевого, только сделан из специальной резины. Если в работе существует потенциальная опасность поражения током, то нелишним будет подстелить такой коврик под ноги (рис. 3.18).



Рис. 3.18. Диэлектрический коврик

## 4. Кабели, провода и шнуры

Проводники, по которым передается электрический ток, — важная часть энергосистем. Они пронизывают здания и механизмы, выполняя функции проводника энергии и информационных сигналов (рис. 4.1).

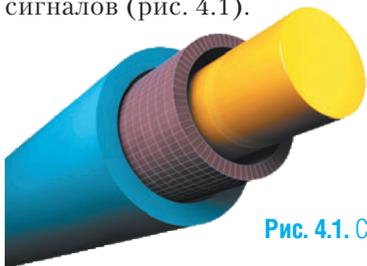


Рис. 4.1. Схема кабеля

На сегодняшний день существует множество видов кабелей и проводов (рис. 4.2). В России их выпускается около 20000 видов. Это и тончайшие проводки для электронных датчиков, и толстенные кабели (проводящие сотни тысяч вольт), которые не всегда можно обхватить рукой (рис. 4.3).



Рис. 4.2. Разнообразные виды кабеля с цветной оболочкой



Рис. 4.3. Барабаны с силовым кабелем

Такой размах в размерах и области применения в быту, конечно, не нужен. Однако маркировку и свойства проводников следует изучить, чтобы не допустить досадных ошибок при работе, руководствуясь лишь принципом «провода все одинаковые, сойдет любой». Это глубоко ошибочное мнение. Необходимо знать, какие провода и кабели устанавливаются в том или ином случае.



## 4.1. Основные термины

Начать стоит с определения терминов «кабель», «провод», «шнур», «жила» и «изоляция». Они являются основополагающими, без их определения и характеристик нельзя как следует разобраться в проводниках и их свойствах.

### Жила

Это металлическая проволока, сердечник любого электрического проводника.

Жила бывает цельной монолитной либо в виде множества скрученных в жгут тонких проволочек (рис. 4.4 и 4.5). В первом случае она называется однопроволочной, во втором — многопроволочной, или гибкой.

Форма сечения жилы может быть плоской или секторной, особенно это касается кабелей и проводов большого

диаметра. Не следует путать многопроволочную жилу и многожильный кабель, это совершенно разные вещи.

Жилы различаются по виду проводника. В домашних условиях используются изготовленные из алюминия, меди или алюмомеди, хотя в последнее время происходит замена алюминия на медь (рис. 4.6).



Рис. 4.4. Многожильный кабель с однопроволочными жилами

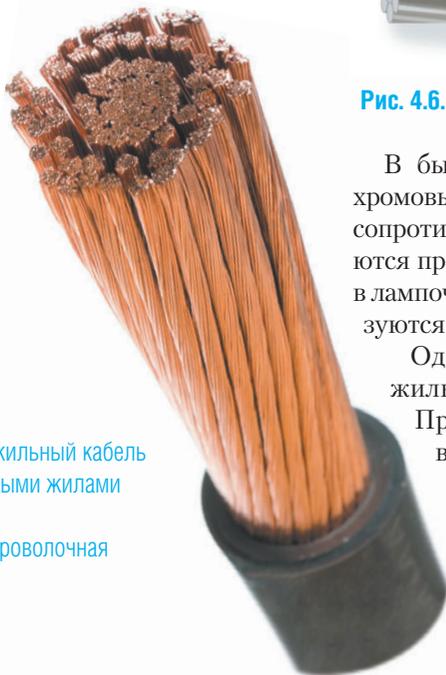


Рис. 4.5. Многопроволочная медная жила



Рис. 4.6. Кабель с алюминиевыми жилами

В быту также можно встретить никромовые проводники с повышенным сопротивлением сплава. Жилы нагреваются при эксплуатации подобно спирали в лампочке, но не так сильно. Они используются при изготовлении теплых полов.

Одной из главных характеристик жилы является площадь сечения. Производители проводников всегда ее указывают, но иногда появляется необходимость проверить площадь сечения самостоятельно. Сделать это можно при помощи обычной



рулетки или штангенциркуля. Замерив диаметр жилы, можно легко вычислить ее площадь по формуле:

$$S = \pi r^2,$$

где  $S$  — это площадь сечения (круга);  
число  $\pi = 3,141\dots$ ;  
 $r$  — радиус.

Сечение проволоки измеряется в квадратных миллиметрах. С многопроволочной жилой дело обстоит сложнее, но можно вполне точно определить площадь ее сечения. Для этого необходимо намотать примерно 15 витков очищенной от изоляции жилы на толстый гвоздь или отвертку, плотно сжать их и замерить длину спирали обычной линейкой. Диаметр жилы будет равен этой длине, разделенной на количество витков. Другой способ — замерить отдельную проволочку, а затем умножить полученное число на их количество. Сечение жилы в ее диаметре измеряется по формуле:

$$S = 0,785d^2,$$

где  $d$  — диаметр жилы.

### Изоляция

Если говорить академически терминами, изоляция — это материал, препятствующий распространению электрического тока. Сухо и не совсем понятно. Немного по-другому звучит следующее: изоляция — это вещество-диэлектрик, защитная «рубашка», которой покрываются жилы, передающие электрический ток. В качестве диэлектрика применяются стекло, керамика и различные полимеры, например поливинилхлорид или целлулоид.

В последнее время применяются изоляционные полимеры, которые не только защищают человека от поражения током и жилы от соприкосновения друг с другом, что может привести к печальным последствиям, но и обладают рядом других свойств. Например, защищают жилы от механического воздействия, температуры и влажности — в общем, от разрушающего влияния внешней среды.

**Проводом** называется одна или несколько токопроводящих жил, свитых вместе, или каждая в своей оболочке, соединяющих источник электрического тока и потребителя. Провода бывают как голыми, так и изолированными, разными по виду жил (рис. 4.7).

Поверх изоляции жил провода покрываются дополнительно еще одной оболочкой, служащей для защиты от влажности, механических повреждений, света, агрессивных сред и т. д.



Рис. 4.7. Провод ПБПП

В этом случае провод называется защищенным. Например, АПРН и ПРВД. Такой провод легко спутать с кабелем, и, в сущности, они не слишком отличаются. Во всяком случае, для домашнего умельца не будет серьезной ошибкой, если он назовет кабель проводом или наоборот.



Голый неизолированный провод в домашних условиях практически не встречается, поскольку монтируется в недоступных для простого человека устройствах и соединениях. Например, в воздушных линиях. В быту его используют разве что в качестве хомута.

Изолированные провода широко применяются для распределения и передачи электроэнергии, причем не только в домашних сетях, но и в автомобилях. Марки ПВ, ПВ-3, АППВ и ППВ наиболее распространены. Они являются изолированными и незащищенными. Далее будет подробно рассмотрена маркировка проводников и описано, что она означает.

**Кабель.** В отличие от провода имеет одну или несколько жил, каждая из которых заключена в изоляцию и покрыта сверху защитной оболочкой из полимерных пластмасс, резины или металла (рис. 4.8).

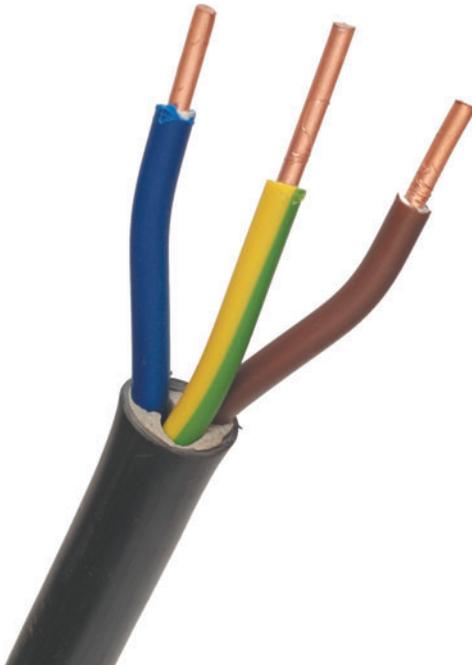


Рис. 4.8. Кабель ВВГз

Помимо внешней изоляции, называемой иногда кембриком, в кабелях используются различного вида наполнители, служащие в роли дополнительной защиты от внешнего воздействия. Некоторые виды защищены еще и свитыми в спираль металлическими лентами. В этом случае кабель называется бронированным. Такие виды редко можно увидеть при квартирных работах, но в частных домах при подземной прокладке их используют достаточно часто.

**Шнур.** Часто можно услышать словосочетание «электрический шнур», хотя чем он отличается от кабеля или провода, не всегда понятно (рис. 4.9).



Рис. 4.9. Шнур и вилка с заземлением

Шнур — это провод, состоящий из двух или более многопроволочных гибких жил, каждая из которых заключена в изоляцию, покрытых сверху защитной оболочкой из мягкого пластика или резины.

В старых образцах внешняя оболочка выполнена из синтетических нитей. Шнуры используют в бытовой техни-



ке, поскольку они имеют повышенную мягкость и гибкость по сравнению с кабелем или обычным проводом. Шнур можно крутить и сгибать без риска повредить жилы и изоляцию. У приборов, которые используют при работе зазем-

ление, обычно шнуры с количеством более двух жил. Это стиральные машины, пылесосы, чайники и электроинструменты. Две жилы используются там, где заземление необязательно. Это приборы освещения: бра, светильники и т. д.

## 4.2. Основные характеристики составляющих проводников

### Материал жилы

В бытовых условиях чаще всего используются алюминий, медь и алюмомедь. С первыми двумя все понятно, но вот что такое алюмомедь? Это не сплав, как можно подумать сначала, поскольку тяжелый и легкий металлы соединяются крайне плохо, а композитный материал, состоящий из алюминиевого сердечника и покрытый сверху слоем меди. Зачем соединять эти два материала, станет понятно после рассмотрения их свойств.

**Алюминий** — прекрасный материал: легкий, дешевый, обладает вполне приличной электропроводимостью, хорошо отдает тепло, химически стоек. Однако есть несколько «но», существенно подмачивающих репутацию данного металла.

1. Алюминиевый провод не может быть гибким. Вспомните, как хорошо переламывается проволока из этого материала, если перегнуть ее несколько раз. Вывод простой — такие провода используют только в стационарных установках и там, где нет острых углов поворота кабеля при прокладке (рис. 4.10).

2. Алюминий окисляется на воздухе. Оксид алюминия — тугоплавкая пленка темного цвета, образующаяся на поверхности металла и являющаяся диэлектриком. В местах контакта

может серьезно препятствовать течению электрического тока. Отсюда и излишний перегрев, и риск потерять контакт в местах соединения.

3. Алюминий — прекрасный проводник, но только в случае, если не содержит примесей, чего добиться очень трудно. По сравнению с медью этот металл обладает проводимостью, меньшей в полтора раза.

**Медь** наряду с многочисленными плюсами обладает не меньшим количеством минусов. Достоинства: проводимость выше, чем у алюминия, гибкость, не образует оксидной пленки. От гибкости зависит толщина жилы. Алюминиевые проводники не могут быть тоньше  $2,5 \text{ мм}^2$ , а из меди можно изготавливать жилы толщиной  $0,3 \text{ мм}^2$  (рис. 4.11). Недостатки: дороговизна, высокая плотность, а следовательно, и вес, невозможность прямого соединения



**Рис. 4.10.**  
Алюминиевые  
кабели

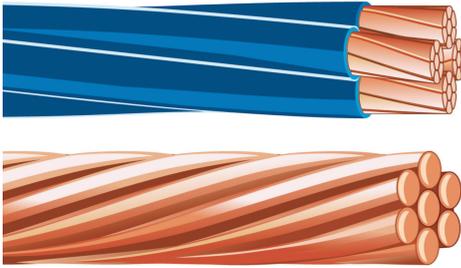


Рис. 4.11. Медный кабель

с алюминиевыми жилами. При контакте эти два металла образуют гальваническую пару, и возникающие токи разрушают контакт. Именно поэтому при необходимости контакта используют специальные клеммы соединения.

**Алюмомедь** — механический композит, состоящий из алюминиевого сердечника и медной рубашки, которая занимает 10 % от объема жилы. Сочетает в себе положительные качества алюминия и ме-

ди. Минусы: по всем показателям уступает проводникам из отдельных металлов. Плюс: низкая стоимость.

#### Сечение жилы

Провода и кабели выпускаются с сечением жилы от 0,3 до 800 мм<sup>2</sup>. В быту такие крайние значения не используются. Крайние показатели для дома — это проводники с сечением жил от 0,35 до 16 мм<sup>2</sup>, редко — 25 мм<sup>2</sup>. Прежде всего толщина жилы зависит от напряжения и силы тока. Зависимость здесь простая: чем больше сечение, тем выше проводимая нагрузка. Расчет необходимого сечения в зависимости от нагрузки производится по сложным формулам, поэтому все данные по этому вопросу показаны в табл. 4.1. В табл. 4.2 представлены более подробные данные о зависимости нагрузки от сечения медных проводников.

Таблица 4.1. Зависимость сечения ТПЖ от силы тока

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Медные жилы проводов и кабелей			
	Напряжение 220 В		Напряжение 380 В	
	сила тока, А	мощность, кВт	сила тока, А	мощность, кВт
1,5	19	4,1	16	10,5
2,5	27	5,9	25	16,5
4	38	8,3	30	19,8
6	46	10,1	40	26,4
10	70	15,4	50	33,0
16	85	18,7	75	49,5
25	115	25,3	90	59,4
35	135	29,7	115	75,9
50	175	38,5	145	95,7
70	215	47,3	180	118,8
95	260	57,2	220	145,2
120	300	66,0	260	171,6
2,5	20	4,4	19	12,5
4	28	6,1	23	15,1
6	36	7,9	30	19,8
10	50	11,0	39	25,7



Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Медные жилы проводов и кабелей			
	Напряжение 220 В		Напряжение 380 В	
	сила тока, А	мощность, кВт	сила тока, А	мощность, кВт
16	60	13,2	55	36,3
25	85	18,7	70	46,2
35	100	22,0	85	56,1
50	135	29,7	110	72,6
70	165	36,3	140	92,4
95	200	44,0	170	112,2
120	230	50,6	200	132,0

**Таблица 4.2.** Сечение проводов, сила тока, мощность и характеристики нагрузки

Сечение медных жил проводов и кабелей, мм <sup>2</sup>	Допустимая длительная сила тока нагрузки для проводов и кабелей, А	Номинальная сила тока автомата защиты, А	Предельная сила тока автомата защиты, А	Максимальная мощность однофазной нагрузки при U = 220 В, кВт	Характеристика примерной однофазной бытовой нагрузки
1,5	19	10	16	4,1	Группы освещения и сигнализации
2,5	27	16	20	5,9	Розеточные группы и электрические полы
4	38	25	32	8,3	Водонагреватели и кондиционеры
6	46	32	40	10,1	Электрические плиты и духовые шкафы
10	70	50	63	15,4	Вводные питающие линии

#### Количество проволок в жиле

От их числа зависит гибкость кабеля или провода. Чем больше количество проволок на единицу сечения, тем гибче проводник (рис. 4.12). Различают жилы гибкие и с повышенной гибкостью, использующиеся при изготовлении шнуров. Соответственно, если от проводника требуется держать форму, например при монтаже распределительных щитов, применяются однопроволочные жилы.



**Рис. 4.12.** Многопроволочный электрический кабель

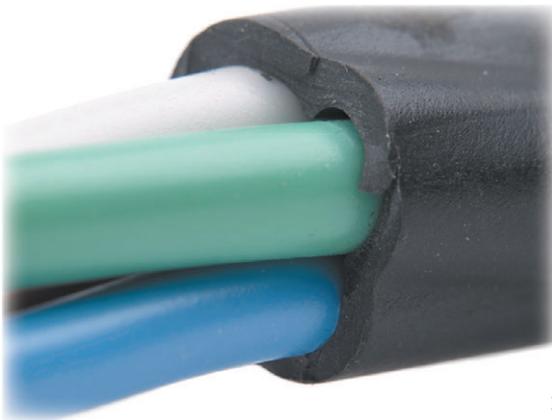


### Материал изоляции

Это важнейшая часть проводников. Именно изоляция придает кабелю или проводу те или иные качества. Проводники могут быть бронированными, термостойкими, водонепроницаемыми, защищенными от давления и другими — все это изоляция. Электрический ток может быть опасен для жизни, и изоляционные материалы необходимы для защиты человека. Однако это не единственная функция изоляции.

Металлический проводник нуждается в защите. Особенно это касается многожильных кабелей. Основные задачи изоляции: защита от утечки и поражения электрическим током, механическая и термическая защита кабеля, индикация проводников.

Видов изоляции, как и материалов, из которых она изготавливается, великое множество. Нет смысла рассматривать их все. Достаточно описать те виды, которые используются в домашних условиях, а их не слишком много. Изоляция подразделяется на ТПЖ (токопроводящую жилу) и оболочку, которая покрывает проводник снаружи (рис. 4.13).



**Рис. 4.13.** В кабеле обычно изолируется ТПЖ, которая помещается в оболочку

Основной характеристикой материала изоляции является **электрическая прочность**. Это такое значение силы тока, при котором заряд пробивает слой изоляционного материала толщиной в 1 мм. Все кабели, которые используются в быту, имеют многократную электрическую прочность. Пробой в такой изоляции возможен лишь в случае механического повреждения или в силу длительной службы провода.

Вторая характеристика — **нагревостойкость**. Это просто: чем выше показатель, тем большую температуру нагрева может выдержать изоляция без потери своих качеств. К данному показателю прибавляются морозостойкость и механическая прочность. Чем прочнее и устойчивее на разрыв и изгиб материал изолятора, тем лучше. С понятием механической прочности связан термин «опрессовка кабеля». При изготовлении, когда внешняя оболочка надевается на изоляцию ТПЖ, кабель затем опрессовывается, приобретая плотность и структуру — плоскую или круглую. Покупая кабель или провод, необходимо убедиться, что проводник опрессован с надлежащей тщательностью.

**Поливинилхлорид (ПВХ)** — наиболее распространенный изоляционный материал. Это полимер белого цвета, обладающий высокой устойчивостью к кислотам и щелочам (рис. 4.14). Практически негорюч. Достаточно мягкий и гибкий материал, тем не менее имеет несколько минусов, а именно: низкую морозостойкость (до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), хотя в последнее время созданы и холодоустойчивые модификации, при нагревании вместо горения начинает выделять хлороводород и диоксины (достаточно вредные вещества с едким запахом). Например, хлороводород при добавлении воды образует соляную кис-



лоту, то есть при вдыхании дыма на слизистых оболочках образуется разъедающая кислота.



Рис. 4.14. Изоляция из ПВХ

**Резина** — отличный изолятор, изготавливаемый из искусственных или природных каучуков. Применяется, когда необходимы повышенная гибкость кабеля и морозостойчивость (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Резиновая внешняя оболочка кабеля

**Полиэтилен** — изолятор с хорошими показателями морозостойкости, весьма устойчивый к агрессивным веществам (рис. 4.16).

**Силиконовая резина** — весьма эластичный термостойкий изолятор, при сгорании образует диэлектрическую защитную пленку.



Рис. 4.16. Кабель с полиэтиленовой изолирующей пленкой

**Пропитанная бумага** имеет отличные токоизолирующие качества, но, к сожалению, хорошо горит и требует дополнительных материалов для термоизоляции.

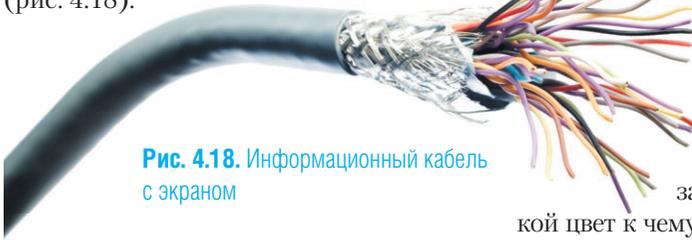
**Карболит** — пластический материал, используемый для производства розеточных колодок и оболочек кабельных сжимов, термостойкий, но хрупкий (рис. 4.17).



Рис. 4.17. Кабель с карболитом



**Экран** обычно есть у информационных кабелей. Состоит из металлической фольги и выполняет функции отражателя для посторонних электромагнитных сигналов, а также выравнивания электрического поля внутри самого себя (рис. 4.18).



**Рис. 4.18.** Информационный кабель с экраном

**Защитный покров:** в силовых кабелях высокого напряжения, закладываемых в землю, используется металл для защиты от механического воздействия (рис. 4.19).

Под броней и над ней стоят защитные подушки. Они предохраняют нижележащую изоляцию от металла брони и последнюю от внешнего воздействия.



**Рис. 4.19.** Бронированный кабель

#### Индикация

Это важная функция изоляции. Все ТПЖ заключены в оболочку различных цветов, так что не приходится гадать, какая жила выходит с разных сторон кабеля. Кроме того, цветовая маркировка несет информационную нагрузку.

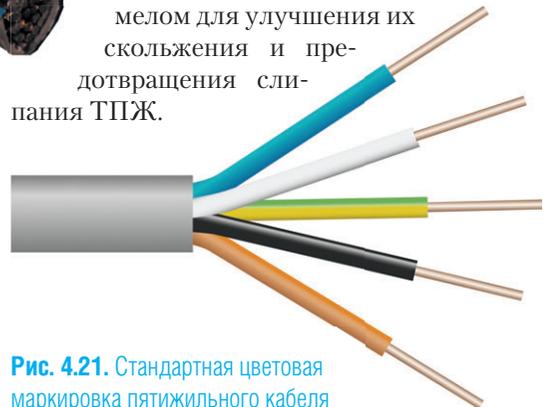
В разных видах кабеля жилы имеют различную окраску. Однако, как прави-

ло, в трехжильном они белого, желтого и красного цветов. Белый принимается за фазу, красный — ноль, желтый или желто-зеленый — провод заземления. При другой гамме устойчивым цветом привязки считается желто-зеленая ТПЖ, а другие цвета, как правило, распределяются по вкусу монтирующей цепь. Главное при этом — запомнить или записать, какой цвет к чему относится, чтобы не ошибиться впоследствии (рис. 4.20 и 4.21).



**Рис. 4.20.** Стандартная цветовая маркировка трехжильного кабеля

Внутри самого кабеля, под внешней оболочкой, изолированные жилы посыпаются мелом для улучшения их скольжения и предотвращения сплюсывания ТПЖ.



**Рис. 4.21.** Стандартная цветовая маркировка пятижильного кабеля



## 4.3. Маркировка кабельной продукции

На первый взгляд буквенно-цифровое обозначение кабеля напоминает секретный код, который невозможно разгадать. На самом деле каждый символ несет в себе информацию, зная которую можно легко понять, какого типа кабель перед вами и каковы его основные характеристики.

**Буквами** обозначаются материал изоляции и жилы, область применения провода, особенности конструкции. Они идут строго одна за другой.

**Цифры** означают количество жил и их сечение. Буквенный код состоит из четырех основных обозначений, которые необходимо знать. Иногда букв больше, чем четыре, но это, как правило, довольно специфические виды продукции, которые вряд ли вам встретятся.

*Первая буква* обозначает материал, из которого изготовлена жила. А — алюминий; если это медь, то буквы нет. Например, ВВГ и АВВГ. Первый кабель медный, второй — алюминиевый.

*Вторая буква* — это область применения провода: К — контрольный, М — монтажный, П (У) или Ш — установочный, МГ — гибкий монтажный кабель. Если буквы нет, значит, это силовой провод.

*Третья буква* — это тип изоляции ТПЖ. Здесь много обозначений: В или ВР — поливинилхлорид, Д — двойная обмотка, К — капрон, П — полиэтилен, Р — резина, НР или Н — негорючая резина, С — стекловолокно, Ш — полиамидный шелк, Э — экранированный.

*Четвертая буква* обозначает особенности конструкции кабеля: Б — бронированный лентами, Г — гибкий, Т — для

прокладки в трубах, К — бронирован круглой проволокой, О — в оплетке.

Помимо данных обозначений есть дополнительные, которые пишутся не заглавными буквами, а прописными и ставятся после всех остальных. Например, ВВГнг — негорючий ВВГ, ВВГз — заполненный ВВГ.

С цифрами все гораздо проще: первая обозначает количество жил, вторая — сечение жилы. Например, ПВС 3 × 6 обозначает, что провод имеет три жилы, площадь сечения каждой из которых 6 мм<sup>2</sup>.

Впрочем, иногда встречаются кабели с более сложной цифровой маркировкой, например силовой кабель КГ 3 × 6 + 1 × 4. Это означает, что кроме трех основных жил сечением 6 мм<sup>2</sup> у него есть еще одна сечением поменьше — 4 мм<sup>2</sup>, которая служит для заземления.

У кабелей иностранного производства маркировка совершенно другого типа, непохожая на стандарты ГОСТа.

Как правило, силовые кабели и провода в России и странах бывшего СССР намного дешевле, нежели заграничная продукция. Объясняется это просто — основное сырье для них (медь, алюминий и полимеры) производят и добывают именно в России. Так что если вы увидите кабель иностранного производства, вполне возможно, что он изготовлен из сырья, экспортируемого из нашей страны. Большое распространение получили на российском рынке импортные информационные кабели для компьютерной техники и Интернета.



## 4.4. Виды кабелей, проводов и шнуров

Основные виды кабелей и проводов, используемые при монтаже в условиях квартиры или частного дома, необходимо рассмотреть более подробно (рис. 4.22). При покупке, установке, эксплуатации и ремонте необходимы тщательные сведения о них.

Используется для передачи и распределения электрического тока, рабочее напряжение — 660–1000 В, частота — 50 Гц.

Количество жил может варьироваться от 1 до 5. Сечение — от 1,5 до 240 мм<sup>2</sup>. В бытовых условиях используется ка-

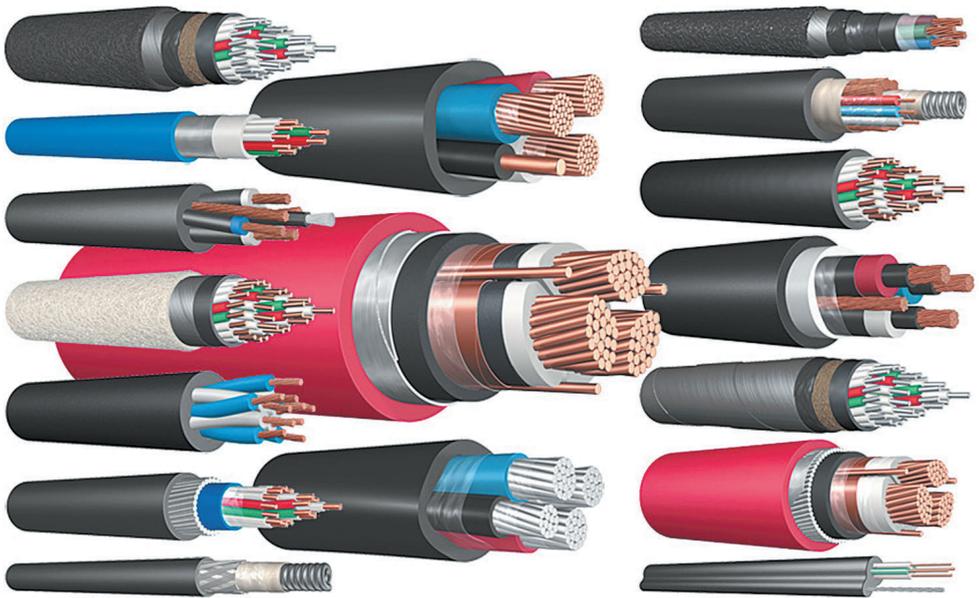


Рис. 4.22. Виды силовых кабелей

### Силовые кабели

Среди наиболее популярных в последнее время видов кабельной продукции можно назвать кабель ВВГ и его модификации.

**ВВГ** обозначается силовой кабель с изоляцией ТПЖ из ПВХ, оболочкой (кембриком) из ПВХ, медным материалом жилы, не имеющий внешней защиты (рис. 4.23).

бель сечением 1,5–6 мм<sup>2</sup>, при строительстве частного дома — кабель сечением до 16 мм<sup>2</sup>. Жилы могут быть как одно-, так и многопроволочными (рис. 4.24). Никаких ограничений нет — можно и в квартире положить кабель сечением 10 мм<sup>2</sup>.



Рис. 4.23. Кабель ВВГ

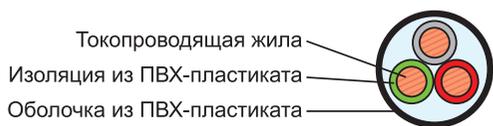


Рис. 4.24. Кабель ВВГ в разрезе

ВВГ применяется при широком диапазоне температур: от  $-50$  до  $+50$  °С. Выдерживает влажность до 98 % при температуре до  $+40$  °С. Кабель достаточно прочен на разрыв и изгиб, стоек к агрессивным химическим веществам. При монтаже следует помнить, что каждый кабель или провод имеет определенный радиус изгиба. Это означает, что для поворота на  $90$  °С в случае с ВВГ радиус изгиба должен быть не меньше 10 диаметров сечения кабеля. В случае с плоским кабелем или проводом считается ширина плоскости.

Внешняя оболочка, как правило, черного цвета, хотя иногда можно встретить и белого. Не распространяет горение. Изоляция ТПЖ маркирована различными цветами: голубым, желто-зеленым, коричневым, белым с синей полоской, красным и черным. Кабель упакован в бухты по 100 и 200 м. Иногда встречаются и другие величины.

Разновидности ВВГ:

- **АВВГ** — те же характеристики, только вместо медной жилы используется алюминиевая (рис. 4.25);



Рис. 4.25. Кабель АВВГ

- **ВВГнг** — кембрик с повышенной негорючестью (рис. 4.26);



Рис. 4.26. Кабель ВВГнг LS

- **ВВГп** — наиболее часто встречающаяся разновидность, сечение кабеля не круглое, а плоское;
- **ВВГз** — пространство между изоляцией ТПЖ и кембриком заполнено жгутами из ПВХ или резиновой смесью.

**НУМ** не имеет российской расшифровки буквенного обозначения. Это медный силовой кабель с изоляцией ТПЖ ПВХ, внешняя оболочка из негорючего ПВХ. Между слоями изоляции находится наполнитель в виде мелованной резины, что придает кабелю повышенную прочность и термостойкость. Жилы многопроволочные, всегда медные (рис. 4.27).

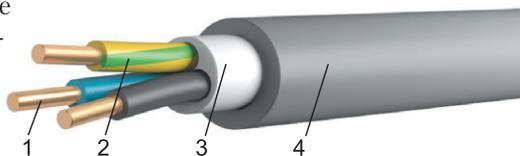


Рис. 4.27. Кабель НУМ: 1 — медная жила; 2 — оболочка ПВХ; 3 — продольная негорючая герметизация; 4 — изоляция ПВХ

Количество жил — от 2 до 5, сечение — от  $1,5$  до  $16$  мм<sup>2</sup>. Предназначен для проведения осветительных и силовых сетей с напряжением 660 В. Обладает высокой влаго- и термостойкостью. Может применяться для прокладки на открытом воздухе. Диапазон рабочих температур — от  $-40$  до  $+70$  °С.

Недостаток: плохо выдерживает воздействие солнечного света, поэтому кабель необходимо укрывать. По сравнению с ВВГ любого вида более стоек и удобен в работе. Однако бывает только круглого сечения (неудобно закладывать в штукатурку или бетон) и существенно дороже ВВГ. Радиус изгиба — 4 диаметра сечения кабеля.

**КГ** расшифровывается очень просто — кабель гибкий. Это проводник



с рабочим переменным напряжением до 660 В, частотой до 400 Гц или постоянного напряжения 1000 В (рис. 4.28).

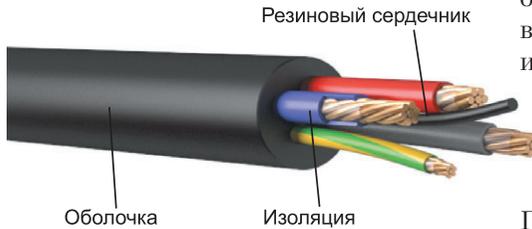


Рис. 4.28. Кабель КГ

Жилы медные, гибкие или повышенной гибкости. Их количество варьируется от 1 до 6. Изоляция ТПЖ — резина, внешняя оболочка из того же материала. Диапазон рабочих температур — от  $-60$  до  $+50$  °С. Кабель применяется в основном для подсоединения различных переносных устройств. Чаще всего это сварочные аппараты, генераторы, тепловые пушки и т. д.

Есть разновидность **КГнг** с негорючей изоляцией.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

КГ прекрасно зарекомендовал себя именно в качестве кабеля, работающего практически при любых условиях на открытом воздухе. На стройке для протяжки силовых линий он просто незаменим. Хотя отдельные оригинальные люди, привлеченные гибкостью и надежностью КГ, монтируют его в качестве домашней проводки.

**ВББШв** — бронированный силовой кабель с медными жилами (рис. 4.29).



Рис. 4.29. Кабель ВББШв

Последние бывают как однопроволочными, так и многопроволочными. Количество жил — от 1 до 5. Сечение — от  $1,5 \text{ мм}^2$  до  $240 \text{ мм}^2$ . Изоляция ТПЖ, внешняя оболочка, пространство между изоляцией и кембриком — во всех этих местах используется ПВХ. Затем идет броня из двух лент, накрученных таким образом, что внешняя перекрывает границы витков нижней. Поверх брони кабель заключен в защитный шланг из ПВХ, а в модификации ВББШвнг использован этот материал пониженной горючести.

ВББШв предназначен для переменного номинального напряжения 660 и 1000 В. Одножильные модификации применяются для проведения постоянного тока. Прокладывается в трубах, земле и на открытом воздухе с защитой от солнца. Диапазон рабочих температур — от  $-50$  до  $+50$  °С. Влагодостойчив: при температуре  $+35$  °С выдерживает влажность 98 %. Применяется при проведении электроэнергии для стационарных установок, а также подведении электричества к отдельно стоящим объектам. Радиус изгиба — не менее 10 диаметров сечения кабеля. ВББШв прекрасно подойдет для подземного подведения электричества к отдельно стоящему строению.

Модификации:

- АВББШв** — кабель с алюминиевой жилой;
- ВББШвнг** — негорючий кабель;
- ВББШвнг-LS** — негорючий кабель с низким газо- и дымовыделением при повышенных температурах.

#### Провода

Наибольшей популярностью пользуются провода марок ПБПП (ПУНП) и ПБППг (ПУГНП). Произнести букво-



сочетание ПБППг сложно, поэтому чаще его называют ПУНП или ПУГНП.

**ПБПП (ПУНП)** относится к установочным, или монтажным. Провод плоский, с медными однопроволочными жилами, покрытыми изоляцией из ПВХ, внешняя оболочка также из ПВХ (рис. 4.30).



Рис. 4.30. Провод ПБПП

Количество жил — 2 или 3, сечение — от 1,5 до 6 мм<sup>2</sup>. Применяется при прокладке стационарных осветительных систем, а также для монтажа розеток, хотя предпочтительнее использовать его именно для освещения. Номинальное напряжение — до 250 В, частота — 50 Гц. Температурные рамки эксплуатации — от -15 до +50 °С. Радиус изгиба — не менее 10 диаметров.

**ПБППг (ПУГНП)** отличается от ПУНП жилами — они многопроволочные (рис. 4.31). Именно поэтому к названию провода добавляется буква «г» — гибкий.



Рис. 4.31. Провод ПУГНП

Все остальные характеристики соответствуют ПУНП, только минимальный радиус изгиба равен 6. Отличительное свойство — гибкость, поэтому ПУГНП прокладывают в местах, где проводка совершает частые изгибы, или для присоединения к сети бытовых приборов. Провода этих марок продаются в бухтах по 100 и 200 м. Цвет, как правило, белый, реже встречается черный.

К разновидности ПУНП относится провод с алюминиевыми жилами — **АПУНП** (рис. 4.32). Он имеет точно



Рис. 4.32. Провод АПУНП

такие же характеристики, что и ПУНП, с поправкой на материал жилы. Единственное отличие — АПУНП не может быть многопроволочным, а следовательно, гибким.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

В целом провода марок ПУНП, ПУГНП и АПУНП прекрасно зарекомендовали себя именно как бытовые провода. В половине случаев мастеру придется иметь дело именно с ними. Однако следует помнить, что эти марки проводов узкоспециализированные, и не стоит применять их вместо силовых кабелей (таких как НУМ или ВВГ).

#### ВНИМАНИЕ!

Популярность проводов ПУНП и ПУГНП основана прежде всего на цене. Однако в этом таится подвох. Дело в том, что в последнее время было замечено несоответствие между заявленным сечением жил провода и фактическим. После проверки выяснилось, что провод, имеющий маркировку ПУГНП 3 × 1,5, на самом деле 3 × 1 — то есть фактическое сечение жилы меньше. То же самое относится и к изоляции. При покупке проводов этой марки необходимо измерять сечение жил и толщину изоляции.

**ППВ** — медный провод с изоляцией из ПВХ (рис. 4.33). Провод плоский с разделительными перемычками. Жила однопроволочная, с сечением от 0,75 до 6 мм<sup>2</sup>. Количество жил — 2 или 3. Применяется при монтаже осветительных стационарных систем и прокладке силовых линий. Номинальное напряжение — до 450 В, частота — до



400 Гц. Провод стоек к агрессивным химическим средам, негорюч, имеет широкий температурный диапазон эксплуатации — от  $-50$  до  $+70$  °С. Влажностойкость — 100 % при температуре  $+35$  °С. Радиус изгиба при прокладке составляет не менее 10 диаметров сечения провода. Стоек к механическим повреждениям и вибрации.

**АПВ** имеет те же самые характеристики, что и ППВ, за исключением материала жилы — она алюминиевая (см. рис. 4.34).



Рис. 4.33. Провода ППВ и АППВ

**АПВ** — алюминиевый одножильный провод с изоляцией из ПВХ (рис. 4.34). Провод круглый, жила однопроволочная с сечением от  $2,5$  до  $16$  мм<sup>2</sup> и многопроволочная — от  $25$  до  $95$  мм<sup>2</sup>.



Рис. 4.34. Провод АПВ

Провод применяется практически во всех видах монтажа стационарных осветительных и силовых систем. Прокладывается в пустотах, трубах, стальных и пластиковых лотках. Широко используется при монтаже распределительных щитов. Химически стоек, температурный режим эксплуатации — от  $-50$  до  $+70$  °С. Влажностойкость — 100 % при температуре  $+35$  °С. Радиус изгиба — не менее 10 диаметров. Стоек к механическим повреждениям и вибрации.

Внешний вид и характеристики **ПВ 1** во всем совпадают с АПВ, кроме материала жилы: вместо алюминия — медь (рис. 4.35). Сечение жилы начинается с  $0,75$  мм<sup>2</sup>.



Рис. 4.35. Провод ПВ 1

Кроме того, жила становится многопроволочной не с  $25$ , а с  $16$  мм<sup>2</sup>. Более гибок, чем АПВ.

Характеристики провода **ПВ 3** совпадают со свойствами АПВ и ПВ 1. Область применения — монтаж участков осветительных и силовых цепей, где необходим частый изгиб проводов: в распределительных щитах, при установке большого количества электроустройств.

Применяется также для прокладки электроцепей в автомобилях. Радиус изгиба — не менее 6 диаметров провода (рис. 4.36).



Рис. 4.36. Провод ПВ 3

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Провода марок АПВ, ПВ 1 и ПВ 3 имеют самую разнообразную расцветку изоляции, поэтому их весьма удобно использовать для монтажа различного вида распределительных щитов.

**ПВС** — медный многожильный провод с изоляцией и оболочкой из ПВХ. Оболочка проникает в пространство между жилами, придавая проводу круглую форму и плотность (рис. 4.37).



Рис. 4.37. Провод ПВС



### Кабели для передачи информации

Жила многопроволочная, их общее количество колеблется от 2 до 5, сечение — от 0,75 до 16 мм<sup>2</sup>. Номинальное напряжение — до 380 В, частота — 50 Гц. Изоляция жил имеет цветовую маркировку, оболочка белая.

Провод используется при присоединении различных электроустройств, начиная с бытовой техники и заканчивая садовым инвентарем. Благодаря гибкости и легкости применяется также для проведения освещения и даже монтажа розеток. ПВС является бытовым проводом, используемым для изготовления удлинителей, шнуров для любого вида техники и ремонта электросетей. Он негорюч (при одиночной прокладке не распространяет горение), термостоек: диапазон температур — от -40 до +40 °С (вариант ПВС У) и от -25 до +40 °С. Благодаря своей конструкции устойчив к изгибу и механическому износу. ПВС может выдержать не менее 3000 перегибов.

**ШВВП** — медный или меднолуженый плоский провод (рис. 4.38). Изоляция жил и оболочка из ПВХ.



Рис. 4.38. Провод ШВВП

Жила многопроволочная, повышенной гибкости. Количество жил — 2 или 3, сечение — от 0,5 до 0,75 мм<sup>2</sup>. Напряжение — до 380 В, частота — 50 Гц. Используется как шнур для присоединения осветительных приборов и бытовой техники невысокой мощности, например, паяльников, миксеров, кофемолок и радиоэлектронных приборов.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

ШВВП — провод исключительно для домашних нужд, его не применяют для проводки освещения или розеток.

Помимо электроэнергии кабели передают информационные сигналы. В последнее время появилось множество новых видов проводников информации. Если еще 10–15 лет назад существовали лишь телефонные и антенные кабели, то сейчас с развитием компьютерной техники видов информационных проводников стало намного больше. Большинство из них слишком специализировано и представляет интерес лишь для узкопрофильных специалистов. Для домашнего мастера достаточно знать и уметь пользоваться лишь несколькими видами. Их мы и рассмотрим.

**Антенные кабели.** На сегодняшний день чаще всего используются RG-6, RG-59, RG-58 или российские аналоги серии РК 75.

RG-6 — коаксиальный кабель для передачи высокочастотных сигналов для электронной аппаратуры, телевидения или радио (рис. 4.39).



Рис. 4.39. Коаксиальный кабель RG-6

Состоит из центральной медной жилы сечением в 1 мм<sup>2</sup>, окружающей ее изоляции из вспененного полиэтилена, экрана из алюминиевой фольги, внешнего проводника из луженой медной оплетки и оболочки из ПВХ. Широко используется для передачи сигналов кабельного и спутникового телевидения. Имеет множество технических характеристик, касающихся частоты передающего сигнала, сопротивления, экранирования и т. д. Например, обозначение в названии кабеля РК 75 означает, что сопротивление проводника — 75 Ом (рис. 4.40).

**Рис. 4.40.** Кабель РК 75

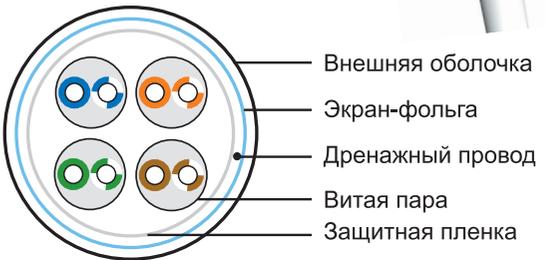
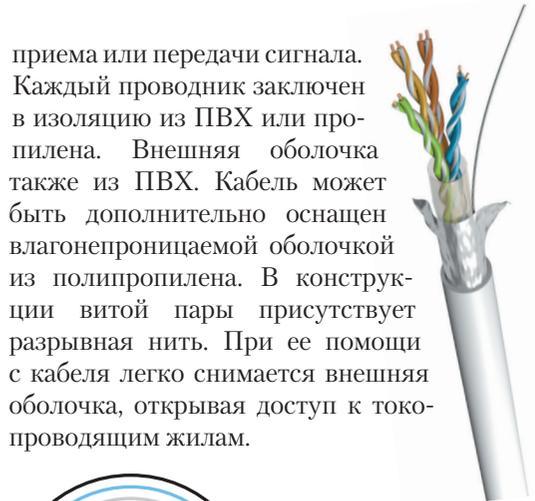
Данная информация предназначена для специалистов. Вкратце можно сказать, что этот кабель идеально подходит для передачи видеосигнала от антенны или видеокamеры до приемника (телевизора) и разводки видеосигнала на несколько источников (рис. 4.41).

**Рис. 4.41.** Кабель РК 75 в разрезе

Кабели марок RG имеют множество разновидностей и отличаются друг от друга по некоторым характеристикам, например сопротивлению проводника, устойчивости к температурным и ударным нагрузкам, времени затухания сигнала, разновидности экрана и т. д. (рис. 4.42).

**Компьютерные кабели (витая пара).** Служат для построения компьютерных сетей (рис. 4.43).

Кабель, при помощи которого компьютеры соединяются с Интернетом или друг с другом, — это как раз витая пара (рис. 4.44 и 4.45). Состоит из одной или нескольких пар проводов, перевитых попарно, что делается в целях улучшения

**Рис. 4.42.** Коаксиальный кабель с наконечником**Рис. 4.43.** Витая пара в разрезе

В зависимости от вида кабеля возможны различные варианты защиты:

- UTP, или незащищенная, без общего экрана для пар проводов;
- FTP, или фольгированная, с экраном из алюминиевой фольги;
- STP, или защищенная, с общим экраном из медной сетки, к тому же каждая витая пара окружена отдельным экраном;

**Рис. 4.44.** Витая пара с коннектором для подсоединения к компьютеру, защищенная оболочкой из ПВХ



□ S/FTP, или фольгированная, экранированная с общим экраном из фольги, к тому же каждая пара дополнительно заключена в экран.

Кроме того, витые пары разделяются на категории по количеству пар, объединенных в один кабель. Самый распространенный вид,

**Рис. 4.45.** Наконечник RJ-45 для подсоединения к компьютеру

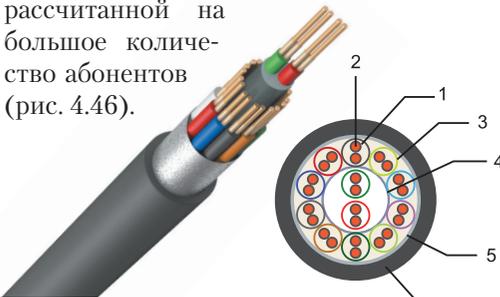
применяемый для компьютерных сетей, — это категория CAT5e. Он состоит из 4 пар проводов различного цвета. Скорость передачи данных — до 1 Гб/с при использовании всех пар.

Можно увидеть такой кабель, использующийся в качестве телефонного провода категории CAT1 или CAT2, то есть состоящий из 1 или 2 пар проводов.

### Телефонные кабели и провода

Телефонные проводники делятся на 2 основных вида. Первые предназначены для прокладки нескольких (до 400) абонентских линий. Второй вид применяется для разводки в отдельно взятых квартире или доме.

**ТППЭп** — основной вид кабеля для прокладки линий телефонной связи, рассчитанной на большое количество абонентов (рис. 4.46).



**Рис. 4.46.** ТППЭп: 1 — жила; 2 — полиэтиленовая изоляция; 3 — сердечник; 4 — скрепляющая обмотка; 5 — поясная изоляция; 6 — экран

Кабель состоит из двойки проводов, свитых в пары. ТПЖ из мягкой медной проволоки, сечением 0,4 или 0,5 мм<sup>2</sup>, покрыта полиэтиленовой изоляцией. В некоторых видах кабеля пары объединены в группы по 5 или 10 пар. Внешняя оболочка также полиэтиленовая или виниловая. Буквы «э» и «п» в названии обозначают пленочный экран. Встречаются разновидности кабеля, бронированного лентами, или заполненного, в котором пространство между оболочкой и жилами занимает гидрофобный уплотнитель. Словом, это кабель для проведения телефонной связи в многоквартирный дом, предназначен он для прокладки практически во всех условиях: под землей, в кабельных каналах или воздушным путем.

Для проведения телефонной линии к отдельному абоненту и разводки внутри помещения используются телефонные провода следующих видов.

**ТРВ** — одно- или двухпарный телефонный распределительный провод (рис. 4.47).

Это плоский провод с разделенным основанием, жила медная, однопроволочная, сечением 0,4 или 0,5 мм<sup>2</sup>. Количество жил — 2 или 4. Изоляция из ПВХ. Предназначен для проведения телефонных линий внутри помещений.

Эксплуатируется при температуре от -10 до +40 °С. Влажность не должна превышать 80 % при температуре +30 °С.

**ТРП** — по характеристикам совпадает с ТРВ. Единственное отличие — это изоляция, у ТРП она сделана из полиэтилена (рис. 4.48).



**Рис. 4.47.** Телефонный провод ТРВ

**Рис. 4.48.** Провод ТРП

По сравнению с ТРВ провод более устойчив к воздействию внешней среды и его можно прокладывать снаружи зданий.

**ШТЛП** — телефонный плоский шнур с медными многопроволочными жилами. Изоляция жил из полиэтилена (рис. 4.49).

Изолированные ТПЖ покрыты оболочкой из ПВХ. Количество жил — 2 или 4, сечение — от 0,08 до 0,12 мм<sup>2</sup>.

**Рис. 4.48.** Провод ТРП используется для проведения линий

внутри помещений и в телефонных аппаратах. Провод повышенной гибкости.

**ПРППМ** — плоский провод с разделяющим основанием и медными однопроволочными жилами с изоляцией и оболочкой из полиэтилена (рис. 4.50).

Существует модификация ПРППМ, оболочка которого изготовлена из ПВХ.

**Рис. 4.49.** Провод ШТЛП

Количество жил — 2, сечение жилы — 0,9

или 1,2 мм<sup>2</sup>. Применяется при прокладке телефонной

линии вне помещения, на воздушных опорах, в земле и по стенам зданий. Стоек к температурному воздействию, условия эксплуатации — от -60 до +60 °С.

### Специальные виды кабелей и проводов

Для монтажа электрических систем в местах, условия которых сильно отличаются от обычных, используются специальные кабели, об-

**Рис. 4.50.** Провод ПРППМ

ладающие повышенной устойчивостью к воздействию внешней среды. К таким местам относятся бани, печи и погреб. В общем, везде, где слишком жарко, влажно или холодно и к тому же есть вероятность механического повреждения. Понятно, что ПВС или ВВГ в таких местах устанавливать нельзя, не говоря уже о ПУНП или ШВВП.

**РКГМ** — силовой монтажный одножильный провод повышенной термостойкости, гибкий. Жила медная, многопроволочная, сечение — от 0,75 до 120 мм<sup>2</sup>. Изоляция из кремнийорганической резины, оболочка стекловолоконная, пропитанная термостойкой эмалью или лаком (рис. 4.51).

Данный провод рассчитан на номинальное напряжение до 660 В и частоту до 400 Гц. Устойчив к вибрации, повышенной влажности (до 100 % при температуре +35 °С), термостоек (диапазон эксплуатационных температур — от -60 до +180 °С). Кроме того, провод защищен от вредного воздействия лаков, растворителей и грибковой плесени.

Идеальный проводник для помещений с повышенной температурой (котельные и печи), подходит для электромонтажа в банях, саунах, подключений духовых шкафов.

**ПНСВ** — нагревательный одножильный провод. ТПЖ однопроволочная стальная, вороненая или оцинкованная сталь (рис. 4.52).

Сечение жилы — 1,2; 1,4; 2 и 3 мм<sup>2</sup>. Изоляция из ПВХ или полиэтилена. Номинальное напряжение — до 380 В, частота — 50 Гц. Провод тер-

моустойчив: диапазон

**Рис. 4.51.** Провод РКГМ**Рис. 4.52.** Провод ПНСВ



рабочих температур — от  $-50$  до  $+80$  °С, стоек к щелочам и влагоустойчив (переносит погружение в воду). Применяется в качестве нагревательного элемента: в бытовых условиях при помощи ПНСВ монтируются теплые полы.

**ВПП** — одножильный медный провод. Жила многопроволочная, заключена в изоляцию из полиэтилена, оболочка также из полиэтилена или ПВХ (рис. 4.53).



Сечение жилы — от 1,2 до 25 мм<sup>2</sup>. Номинальное напряжение — 380 или 660 В, частота — 50 Гц. Провод устойчив к перемене давления. Диапазон рабочих температур — от  $-40$  до  $+80$  °С. Применяется для двигателей артезианских скважин, погруженных в воду в условиях высокого давления.

**Светодиодный кабель** — очень интересный вариант силового. Под прозрачной внешней оболочкой вдоль силовых ТПЖ размещены дополнительные

последовательно подсоединенными светодиодами разного цвета. Они расположены на расстоянии 2 см друг от друга, горят постоянным достаточно сильным светом (рис. 4.54).



Рис. 4.54. Светодиодный кабель

Такой кабель выполняет не только декоративные функции, хотя с его помощью можно создавать целые световые картины. Помимо эстетических целей он очень удобен для присоединения к переносным электромеханизмам. Чаще всего светодиодный кабель используют для подключения сценической аппаратуры. Полезен он тем, что при разрыве не надо искать место повреждения: диоды на этом участке перестанут светиться. Такие кабели изготавливает фирма «Дюралайт». Помимо силовых проводников существуют компьютерные светящиеся кабели.

С помощью таких проводников можно создавать очень интересные дизайнерские решения, превращая кабель в элемент освещения (рис. 4.55).



Рис. 4.55. Электрорлюминесцентный кабель

Кроме светодиодных кабелей существуют электрорлюминесцентные. Они светятся равномерно по всей длине. С помощью таких кабелей можно создавать светящиеся надписи и даже целые картины. Это отличная альтернатива гибким неоновым трубкам, из которых обычно изготавливаются подобные дизайнерские украшения. К тому же электрорлюминесцентный кабель дешевле неоновых трубок и не ограничен по длине.



## 4.5. Сопутствующие изделия

Для электромонтажных работ с кабелем необходимы специальные изделия, при помощи которых он подсоединяется к электрическим приборам и источникам энергии, монтируется к перегородкам и соединяется.

### Кабельный крепеж

Кабель можно крепить к перекрытиям без защитных труб и коробов, монтируя его при помощи специального крепежа.

**Электроустановочная скоба** — это пластиковая изогнутая в виде дуги или буквы «П» круглая или плоская полоска в зависимости от сечения кабеля (рис. 4.56 и 4.57). Идет в комплекте с металлическим гвоздем или шурупом.

Кабель можно крепить к перекрытиям без защитных труб и коробов, монтируя его при помощи специального крепежа. Наиболее распространенным видом в бытовых условиях является электроустановочная скоба, предназначенная для крепления проводов и кабелей небольшого сечения.



**Рис. 4.56.** Кабель, прикрепленный к стене при помощи электроустановочной скобы

**Рис. 4.57.** Электроустановочная плоская скоба



Данная скоба применяется для крепления кабеля на перегородках из дерева, мягкого кирпича, штукатурки или пластика.

Такие скобы бывают металлическими. Ими крепят кабели на любой вид перекрытия при помощи дюбель-гвоздей, плотницких гвоздей или шурупов (рис. 4.58 и 4.59).

**Самоклеящиеся площадки** — очень интересный вид крепежа. Применяется в тех случаях, когда кабель необходимо провести по декоративной поверхности (например, по мебели), нарушать которую нельзя. Отклеивается слой защитной бумаги с подошвы площадки, и она буквально лепится на поверхность (которая должна быть гладкой). Кабель прикрепляется к площадке при помощи хомута или специального зажима (рис. 4.60).

Провода можно крепить также при помощи пластиковой стяжки, просто вбив или вкрутив в стену гвоздь или шуруп и зацепив за него хомут. Такой способ крепления делается на скорую руку, когда необходимо временно зафиксировать кабель.



**Рис. 4.58.** Металлическая скоба с одним ушком



**Рис. 4.59.** Крепление кабеля к стене при помощи металлической скобы



Если под рукой нет ничего из фирменного крепежа, то можно изготовить его самостоятельно, нарезав полосок из жести (в крайнем случае — из консервной банки) и использовав их как обычную металлическую скобу.



**Рис. 4.60.** Самоклеящаяся площадка с зажимом для кабеля

Такие наконечники применяются в основном для силовых кабелей среднего и большого сечения, хотя в радиоаппаратуре устанавливаются и на провода небольшого сечения.

Наконечники бывают медными, алюминиевыми или медно-лужеными. Они отличаются друг от друга размерами и формой контакта (рис. 4.62 и 4.63).

### ВНИМАНИЕ!

Никогда не прибивайте провода гвоздями и не прикручивайте шурупами. Любое нарушение внешней оболочки и изоляции может привести к повреждению провода со всеми вытекающими отсюда последствиями.

### Кабельные наконечники

Чтобы быстро и надежно присоединить кабель к источнику питания или прибору, используются кабельные наконечники. Данное соединение весьма надежно и требует меньше усилий при монтаже (рис. 4.61).



**Рис. 4.61.** Провода присоединены к контактам электроустройства при помощи наконечников



**Рис. 4.62.** Медные кабельные наконечники

Используя кабельные наконечники, можно значительно упростить процедуру присоединения кабеля к аппаратуре и повысить надежность контакта. Наконечники опрессовываются при помощи специальных клещей (рис. 4.64).

### ВНИМАНИЕ!

Материал наконечника должен совпадать с материалом ТПЖ проводника.



**Рис. 4.63.** Медно-луженый кабельный наконечник



**Рис. 4.64.** Кабельные наконечники — гильзы различного размера, лежащие в лотках; пресс-клещи для обжима наконечников и клеммные колодки

## 4.6. Способы соединения проводников

Места соединения проводов — зона особой опасности. Как правило, 90 % всех неполадок и аварий возникает именно в контактах и кабельных скрутках.

Способов соединения проводников существует множество. Самый распространенный и простой из них — **ручная скрутка** ТПЖ винтом и заматывание данного места изолейтой (рис. 4.65).

Чтобы качественно выполнить скрутку, необходимо знать, как именно это делается (рис. 4.66).

Однако именно в таких самодельных соединениях чаще всего происходит разрыв цепи. Иногда к такому способу прибегать нель-

зя — например, при соединении медных и алюминиевых проводников.

Чтобы избежать таких ситуаций, необходимо выполнять соединения при помощи специальной арматуры, которой на сегодняшний день вполне достаточно — есть из чего выбрать (рис. 4.67).

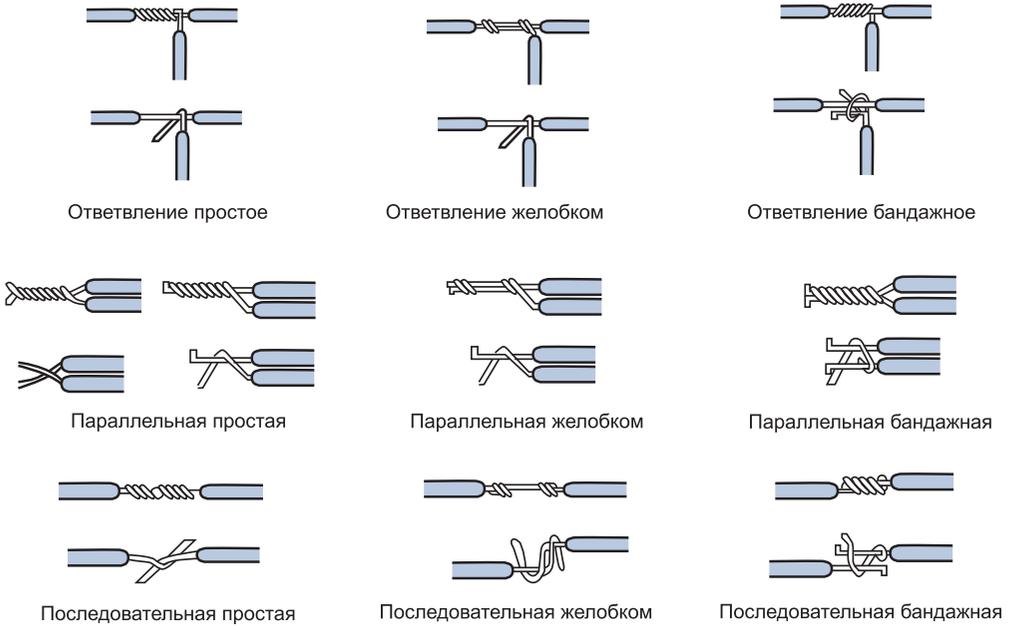
**Кабельные сжимы** — эти приспособления помогают соединять жилы проводов, не разрезая ТПЖ. Сжим состоит из плашки с винтами и карболитовой коробки (рис. 4.68). Используется для ответвления проводов от основной (магистральной) линии.

**Клеммная колодка** — очень удобный вариант соединения проводов, особенно

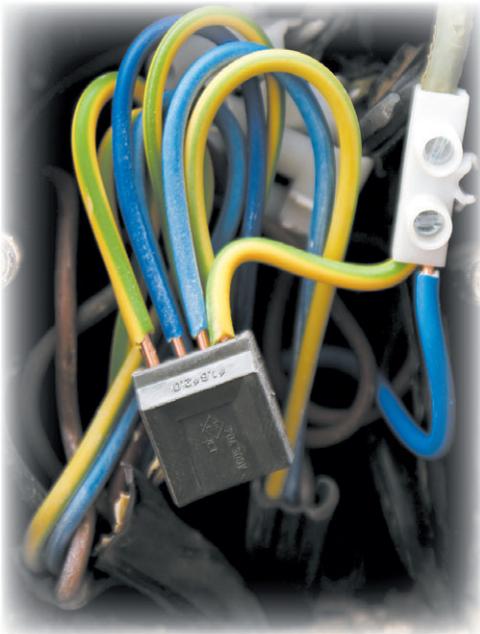
когда их много. Состоит из пластикового корпуса с находящимися внутри



**Рис. 4.65.** Скрутка кабельных жил, сделанная вручную и защищенная изолейтой



**Рис. 4.66.** Варианты соединения проводов скруткой



**Рис. 4.67.** Современные способы соединения проводов при помощи клемм и клеммных колодок



**Рис. 4.68.** Присоединение провода к магистральной жиле при помощи ответвительного сжима



медными винтовыми контактами (рис. 4.69). Колодка может состоять из 12 или больше пар соединения. Если нужно меньшее количество, лишние просто отрезаются ножом (рис. 4.70).



Рис. 4.69. Клеммная колодка



Рис. 4.70. Соединение проводов при помощи клеммной колодки

**Скрутка (колпачок)** — простейший способ соединения ТПЖ небольшого сечения (рис. 4.71 и 4.72). Применяется, когда необходимо соединить вместе несколько концов провода. Оголенные жилы скручиваются вместе, и колпачок скрутки навинчивается на них.



Рис. 4.71. Скрутки



Рис. 4.72. Соединение жил при помощи скруток-колпачков

**Пружинные клеммы** — очень удобный вариант соединения, при их помощи можно соединять вместе медные и алюминиевые проводники (рис. 4.73 и 4.74).



Рис. 4.73. Виды клемм



Рис. 4.74. Пружинная клемма

Концы жил оголяются и вставляются внутрь клеммы, где пружинный зажим фиксирует их на месте (рис. 4.75).



Рис. 4.75. Клемма на 3 проводника



**Клеммники (нолевые шины)** применяются в распределительных шкафах (рис. 4.76).

Они представляют собой медную планку, которая крепится на специальных диэлектрических зажимах и имеет несколько отверстий для подсоединения проводов при помощи винтовых зажимов. Такой способ соединения используется, когда необходимо соединить несколько проводников в одно целое. Например, при подсоединении подходящих проводов заземления к общему.

**Винтовые зажимы** представляют собой контакты, провод в которых крепится при помощи винтов. Сам зажим монтируется на подстилающей поверхности при помощи винтов (рис. 4.77).

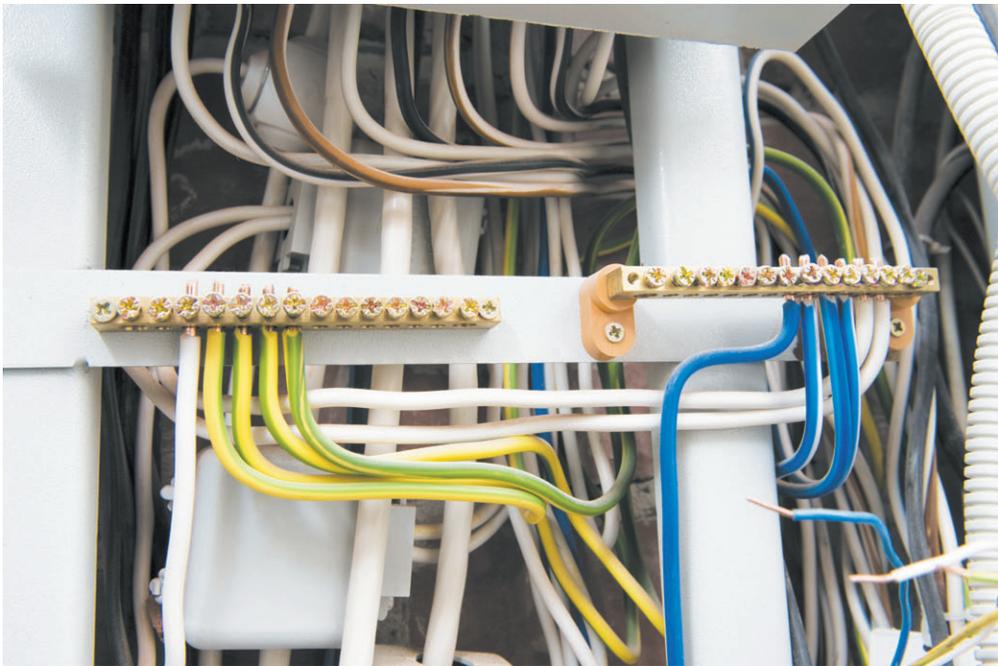
**Пайка.** Соединение проводов при помощи паяльника и специальных припоев постепенно отходит в прошлое.

На замену этому трудоемкому процессу пришли новые виды соединений, рассмотренные выше. Однако иногда приходится соединять провода и так.

**Термоусадочная трубка (ТУТ)** — отличная альтернатива классической изолянте (рис. 4.78). Более того, она обладает качествами,



**Рис. 4.77.** Винтовой зажим и закрепленный в нем пятижильный кабель



**Рис. 4.76.** Клеммники в распределительном шкафу: *слева* — заземляющая шина, *справа* — нулевая



которые изолянте недоступны. По внешнему виду напоминает кембрик. При необходимости изолировать открытые участки кабеля, повисить его механические и изоляционные свойства ТУТ нарезается кусками, которые надеваются сверху оболочки или изоляции. Затем ТУТ просто нагревается при помощи паяльной лампы, фена, горелки или обычной зажигалки.

Трубка уменьшается в размерах, плотно обхватывая кабель и надежно изолируя его.



**Рис. 4.78.** Термоусадочная трубка, обрабатываемая пламенем горелки

# 5. Электромонтажные и электроустановочные изделия

Электромонтажные изделия — это все то, что понадобится для проведения работ по электрике. Сюда входят различные аксессуары для крепления кабеля, всевозможные скобы, коробки, клеммы, розетки, выключатели, хомуты и т. д. (рис. 5.1).

Ассортимент их огромен. Нет смысла перечислять все виды продукции, существующие на сегодняшнем рынке. Достаточно будет лишь упомянуть их основные типы, чтобы можно было начать ориентироваться в этом разнообразном хозяйстве, и вкратце рассказать, для чего и как применяются эти изделия.



**Рис. 5.1.** Электромонтажные и электроустановочные изделия

## 5.1. Изделия для прокладки кабеля

Чтобы смонтировать электрическую цепь, одних проводов часто бывает недостаточно. Ведь кабель надо к чему-то прикрепить, спрятать или защитить каким-либо образом. Придать эстетичный вид проведенным кабелям и проводам тоже важно. Для этих целей служат разнообразные изделия из металла и пластика, созданные для того, чтобы сделать эксплуатацию электрических проводников максимально удобной, эстетичной и безопасной.

В домашних условиях кабели и провода чаще всего прячутся в стене, замуровываются в штукатурку. Это прекрас-

ный выход из положения. Проводов не видно, они надежно скрыты за слоем гипса или цемента, который не только надежно скрывает кабель, но и служит хорошим диэлектриком при условии, что штукатурка сухая (рис. 5.2).

В такой ситуации есть несколько существенных минусов. Во-первых, до провода весьма сложно добраться. При повреждении цепи крайне трудно выяснить, где именно произошли обрыв или утечка. Когда это становится ясно, то бывает жаль обдирать керамическую плитку или обои, ведь, выполнив починку, придется восстанавливать все



как было. Во-вторых, чтобы поменять проводку на более современную и надежную, придется делать ремонт заново. Это не каждому по карману.

Есть и другой путь: помещать кабель не внутри стен, а поверх них. Такой вид прокладки проводов называется открытым. Однако в данном случае проводники будут видны, а это не совсем эстетично. К тому же их легко перебить, случайно задев каким-либо предметом. На самом деле все это не так страшно. Для открытой прокладки проводов любого типа внутри и снаружи помещений существуют специальные короба, пластиковые или металлические (рис. 5.3).

Пластиковые применяются внутри помещений, а металлические — снаружи или на производстве, а также в служебных помещениях. Пластиковые короба для кабелей и проводов называют кабель-каналом или электромонтажным коробом.

### Кабель-каналы

По сути, это пластиковые профили, в сечении имеющие форму буквы «П», открытая сторона накрывается крышкой, которая прилегает к профилю при помощи двойного замка. Такого вида



Рис. 5.2. Скрытая проводка кабеля

короба распространены наиболее широко. Кроме П-образной формы они бывают треугольными, полусферическими, а порой и другой причудливой формы, предназначенной для самых разнообразных поверхностей. Цвет кабель-канала обычно белый, но есть и другие. Материал, из которого он изготовлен, — негорючий ПВХ или полиэтилен.

Короба крепятся к поверхности при помощи дюбель-гвоздей, шурупов, саморезов и металлических скоб. Для этого на некоторых видах кабель-каналов есть специальные отверстия. Кроме того, к пластиковым, деревянным и шпаклеванным поверхностям короб можно просто приклеить. Для этого применяется специальный клей. Кабель-канал предназначен для прокладки любых видов проводников: информационных, силовых и осветительных.

Как правило, электроканалы выпускаются в виде отрезков по 2 м в длину. Продукция иностранных фирм может иметь другие размеры. Например, французская компания Legrand выпускает короба длиной 2, 2,2, 2,5 и 3 м. Ширина и высота в зависимости от сечения и количества проводников могут быть от 10 до 60 мм. Более подробно основные размеры кабель-канала представлены в табл. 5.1.



Рис. 5.3. Открытая проводка, уложенная в кабель-канал поверх деревянной облицовки



Таблица 5.1. Аксессуары к кабель-каналу

Наименование	Описание	Материал	Цвет	Размер кабель-канала: Ш × В, мм
Поворот 90° КМП 	Служит для соединения двух кабель-каналов одинакового типоразмера под углом 90°	ПВХ	белый	15 × 10, 16 × 16, 20 × 10, 25 × 16, 40 × 16, 40 × 25, 60 × 40, 100 × 40, 100 × 60
Т-образный угол КМТ 	Служит для Т-образного соединения трех кабель-каналов одинакового типоразмера	ПВХ	белый	15 × 10, 16 × 16, 20 × 10, 25 × 16, 40 × 16, 40 × 25, 60 × 40, 100 × 40, 100 × 60
Внутренний угол КМВ 	Служит для соединения двух кабель-каналов одинакового типоразмера под внутренним углом 90°	ПВХ	белый	15 × 10, 16 × 16, 20 × 10, 25 × 16, 40 × 16, 40 × 25, 60 × 40, 100 × 40, 100 × 60
Внешний угол КМН 	Служит для соединения двух кабель-каналов одинакового типоразмера под внешним углом 90°	ПВХ	белый	15 × 10, 16 × 16, 20 × 10, 25 × 16, 40 × 16, 40 × 25, 60 × 40, 100 × 40, 100 × 60
Соединитель на стык КМС 	Служит для соединения двух кабель-каналов одинакового типоразмера на прямой плоскости	ПВХ	белый	15 × 10, 16 × 16, 20 × 10, 25 × 16, 40 × 16, 40 × 25, 60 × 40, 100 × 40, 100 × 60



Таблица 5.1 (продолжение)

Наименование	Описание	Материал	Цвет	Размер кабель-канала: Ш × В, мм
Заглушка КМЗ 	Служит для закрытия торца кабель-канала	ПВХ	белый	15 × 10, 16 × 16, 20 × 10, 25 × 16, 40 × 16, 40 × 25, 60 × 40, 100 × 40, 100 × 60
Коробка универсальная КМКУ 88 × 88 × 44 	Предназначена для размещения в коробке электроустановочных изделий, имеет две съемные боковые стенки для соединения между собой необходимого количества универсальных коробок, на одной боковой поверхности имеется перфорация для соединения с нужным размером кабель-канала	АБС	белый	любой
Распределительная коробка с контактной группой GE 41212 	Необходима для расположения в ней мест соединения проводов и легкого доступа к ним в случае необходимости. Габаритные размеры — 75 × 75 × 20	АБС	белый	любой

При помощи различных аксессуаров, поворотных углов, тройников и заглушек к кабель-каналу, представленных в табл. 5.1 и 5.2, монтируются электрические сети любого типа сложности (рис. 5.4 и 5.5).

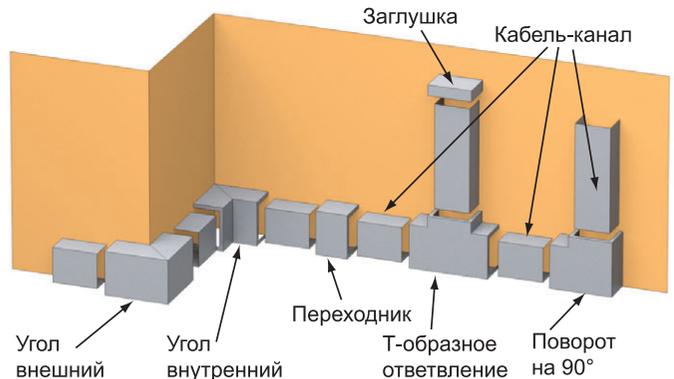


Рис. 5.4. Аксессуары к кабель-каналу

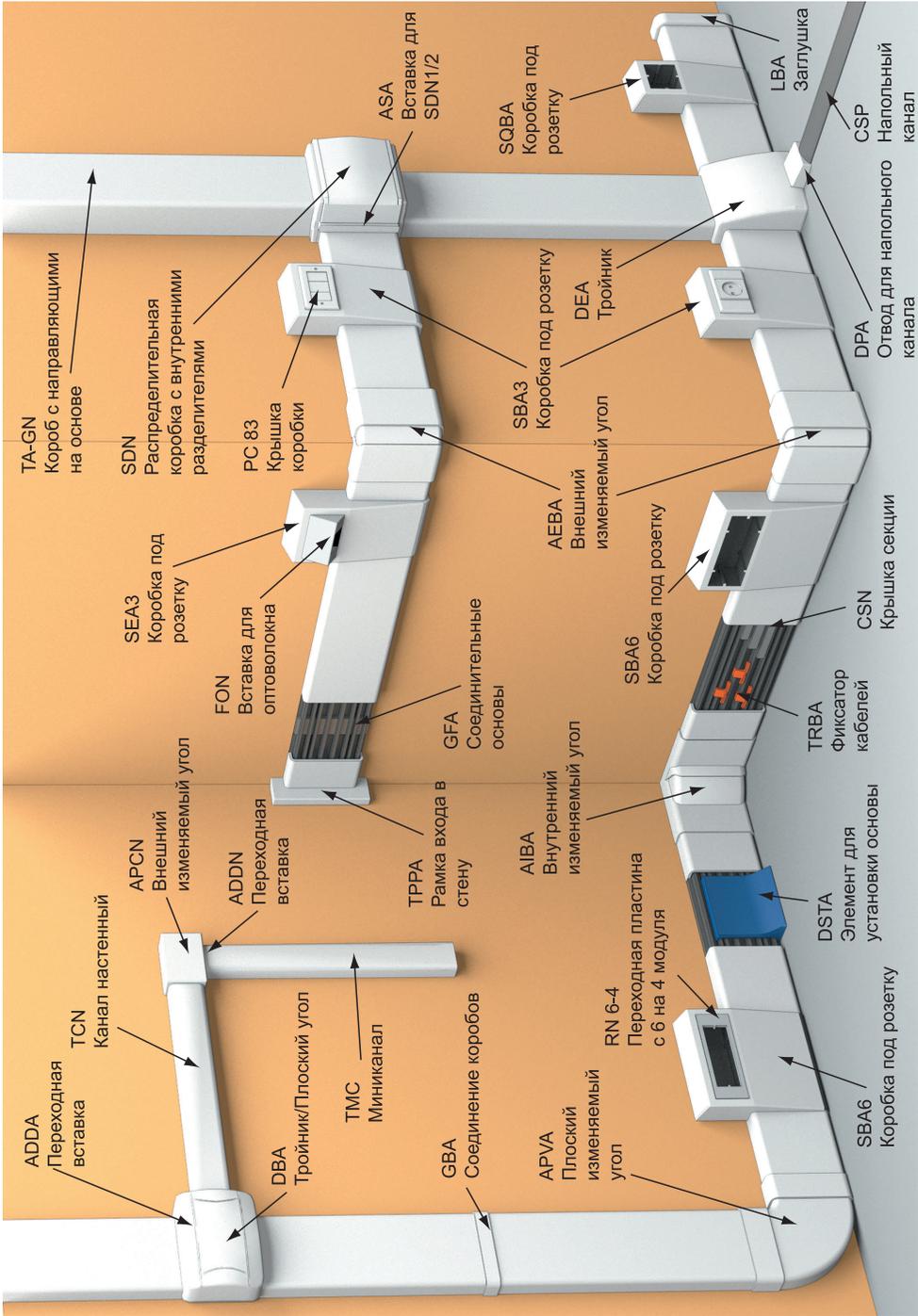


Рис. 5.5. Образец монтажа электрической системы при помощи кабель-канала и аксессуаров к нему



Таблица 5.2. Аксессуары для напольных и плинтусных кабель-каналов

Наименование	Описание	Количество в упаковке	Способ монтажа
Адаптер для напольного кабель-канала 	Служит для ответвления напольного кабель-канала от плинтусного	10 шт.	
Внешний изменяемый угол 	Служит для соединения двух кабель-каналов под внешним углом от 70° до 135°	10 шт.	
Внутренний изменяемый угол 	Служит для соединения двух кабель-каналов под внутренним углом от 80° до 120°	10 шт.	
Заглушка 	Служит для закрытия торца кабель-канала	10 шт.	
Одноместная установочная коробка 	Предназначена для размещения в коробке электроустановочных изделий с посадочным местом 60 мм	5 шт.	



Наименование	Описание	Количество в упаковке	Способ монтажа
Поворот 90° 	Служит для соединения двух кабель-каналов под углом 90°	10 шт.	
Соединитель на стык 	Служит для соединения двух кабель-каналов на прямой плоскости	10 шт.	
Т-образный угол 	Служит для Т-образного соединения трех кабель-каналов	10 шт.	
Распределительная коробка 	Служит в качестве разветвителя напольного кабель-канала и клеммной коробки	10 шт.	
Напольный плинтус 	Используется как плинтус по границе стены и пола	28 м	
Напольный плинтус 	Используется для скрытия проводки, идущей по полу	42 м	



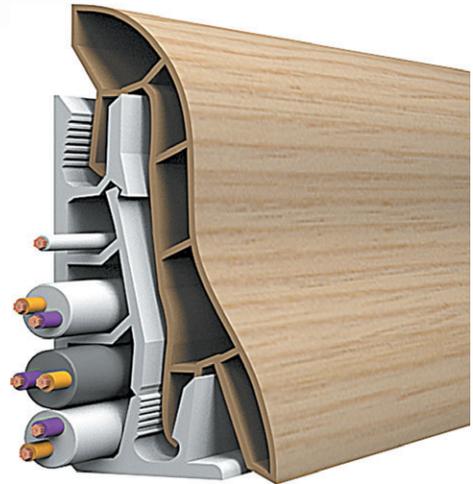
Кроме поворотных элементов существуют специальные вставки для монтажа розеток и выключателей прямо на поверхности коробов (рис. 5.6).



**Рис. 5.6.** Кабель-канал с различными видами розеток, смонтированных на поверхности

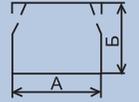
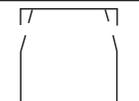
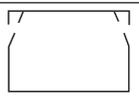
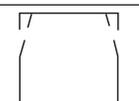
Помимо основных видов кабель-канала есть специализированные изделия. К ним относятся напольные и плинтусные короба. Отличаются они местом проведения канала — вдоль пола или потолка, поэтому имеют специфическую форму (рис. 5.7).

Данные по аксессуарам напольных кабель-каналов представлены в табл. 5.3.



**Рис. 5.7.** Напольный плинтус с каналами для проводов

**Таблица 5.3.** Ассортимент напольных кабель-каналов

	Размеры А × Б, мм	Полезное сечение S, мм <sup>2</sup>	Цвет	Количество в упаковке, м
	10 × 7	63	Белый	200
	12 × 12	130	Белый	120
	15 × 10	135	Белый	144
	16 × 16	230	Белый	84



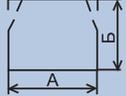
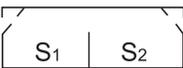
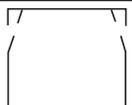
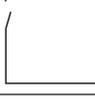
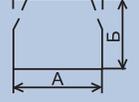
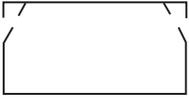
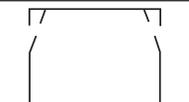
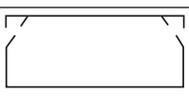
	Размеры А × Б, мм	Полезное сечение S, мм <sup>2</sup>	Цвет	Количество в упаковке, м
	20 × 10	180	Белый	96
	25 × 16	360	Белый	50
	25 × 25	563	Белый	32
	30/2 × 10	$S_1 = 135 \times S_2 =$ $= 135$	Белый	32
	30 × 25	675	Белый	32
	40/2 × 16	$S_1 = 210 \times S_2 =$ $= 350$	Белый	30
	40 × 16	576	Белый	30
	40 × 25	900	Белый	24
	40 × 40	1440	Белый	24
	60 × 40	2160	Белый	18
	60 × 60	3240	Белый	12



Таблица 5.3 (продолжение)

	Размеры А × В, мм	Полезное сечение S, мм <sup>2</sup>	Цвет	Количество в упаковке, м
	80 × 40	2880	Белый	10
	80 × 60	4320	Белый	8
	100 × 40	3600	Белый	8
	100 × 60	5400	Белый	8

Для прокладки одиночных кабелей, например антенного, есть специальные плинтусы, которые на вид ничем не отличаются от обычных (рис. 5.8). Середина у такого изделия пустотелая, закрытая крышкой. Данный плинтус прекрасно подходит, чтобы спрятать

1–2 провода, не устанавливая дополнительных коробов.

Плюсы пластиковых коробов:

- не надо выполнять трудоемкие работы по штроблению и штукатурке перекрытий;
- легкий доступ к кабелю;

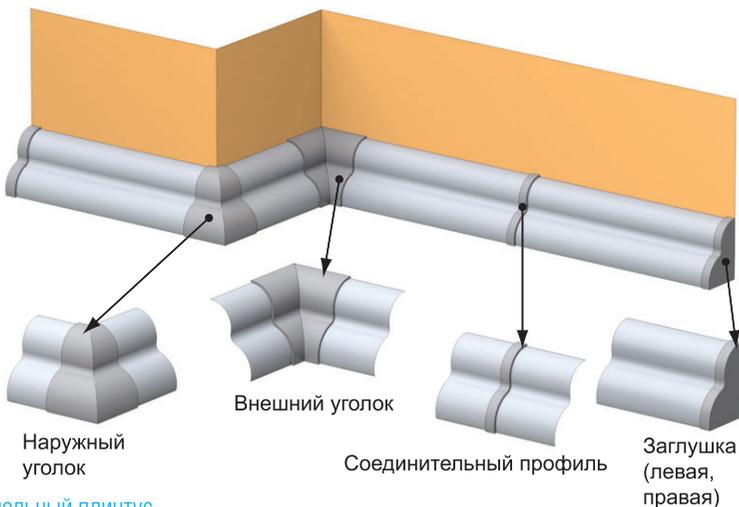


Рис. 5.8. Напольный плинтус



- дополнительная защита для электропроводников;
- легкость монтажа;
- возможность создавать современные дизайнерские решения.

Минусы кабель-каналов:

- не всегда вписываются в дизайн помещения;
- требуют дополнительного пространства;
- легко ломаются при неаккуратном использовании;
- требуют массу дополнительных аксессуаров.

### Металлические короба

Их еще называют лотками. Поскольку металлические короба весьма редко используются в бытовых условиях, то описать их можно вкратце. Предназначены для проведения кабелей внутри и снаружи помещений. Главная задача — защитить кабель от механических повреждений и скомпоновать их множество в одну трассу. Лотки изготавливают-

ся из оцинкованной стали, имеют форму П-образного профиля, накрытого крышкой. Бывают перфорированными и гладкими (рис. 5.9 и 5.10).

Перфорированные изделия легче, их проще монтировать при помощи крепежа, гладкие устанавливаются на специальные опоры (рис. 5.11).

Короба применяются при прокладке силовых кабелей в производственных помещениях, фальшполах или подвесных потолках.

Так же как и пластиковые короба, имеют массу аксессуаров для компоновки поворотов и крепления их к перекрытиям (рис. 5.12). Основные размеры металлических лотков представлены в следующей таблице (табл. 5.4).



**Рис. 5.9.** Виды металлических лотков (слева направо): гладкий, перфорированный и лестничный



**Рис. 5.10.** Лоток перфорированный

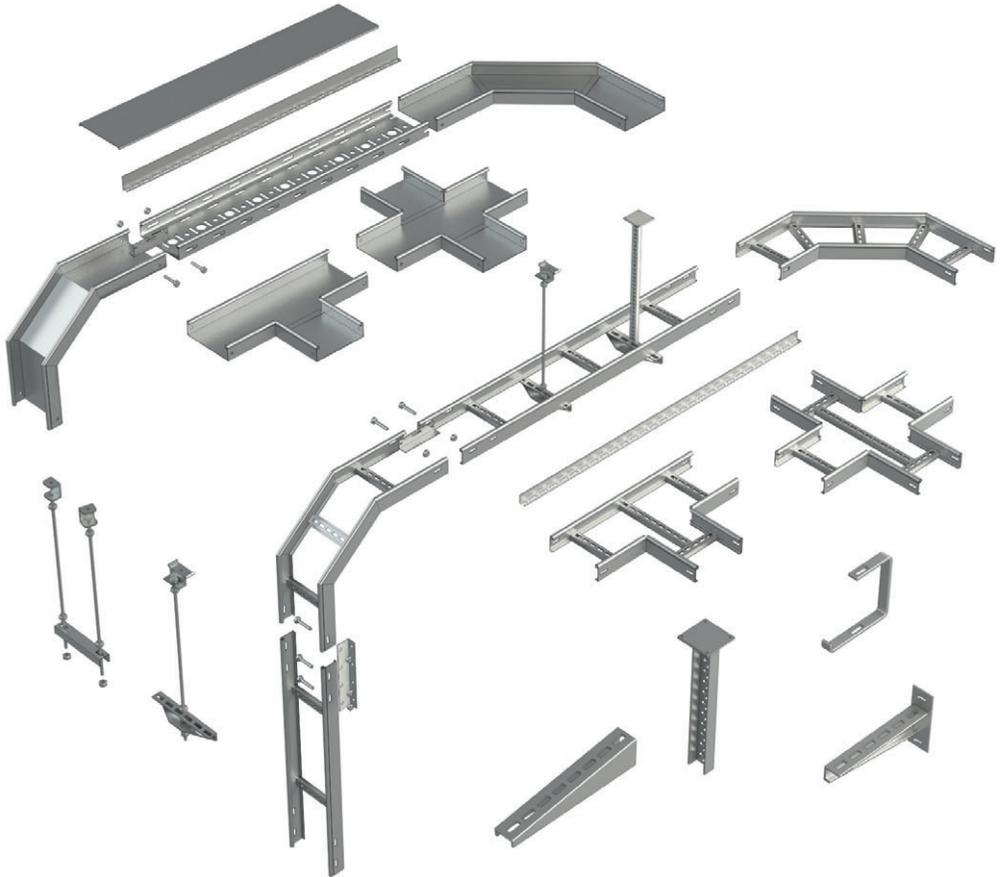


Рис. 5.11. Металлические лотки и аксессуары к ним

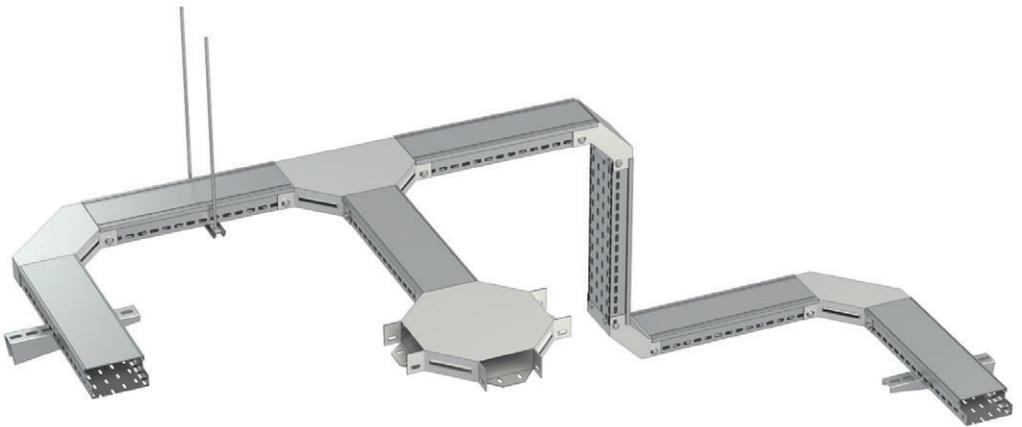


Рис. 5.12. Конструкция из металлического лотка



Таблица 5.4. Размеры металлических лотков

Размер, мм			Толщина металла, мм	Вес, кг	Полезная площадь сечения, см <sup>2</sup>
ширина	высота	длина			
50	50	2500	0,55	0,62	24,22
100	50	2500	0,55	083	48,44
200	50	2500	0,7	1,51	98,44
300	50	2500	0,7	2,08	147,44
400	50	2000	1,0	3,23	198,44

### Гофрированные пластиковые трубы

Кроме коробов существуют пластиковые и металлические трубы, предназначенные для прокладки кабеля. У этого вида продукции более широкий спектр применения. Кабель-канал в основном укладывается на ровную, гладкую поверхность — это необходимое условие для корректного монтажа. Трубы можно монтировать практически на любую поверхность, где их можно крепить при помощи металлических скоб и специальных клипс. Кроме того, гофрированную гибкую трубу (или гофру) можно поворачивать под любыми углами или даже укладывать извилами.

Гофра предназначена для прокладки любого вида проводников как внутри помещений, так и снаружи. Защищает кабель от механических повреждений и повышенной влажности, а также предохраняет людей от поражения током (рис. 5.13).



Рис. 5.13. Защищенные гофрой провода

Различают легкие и тяжелые трубы. Первый вид применяется по большей части внутри зданий. Тяжелые с повышенной прочностью и влагоустойчивостью — снаружи (рис. 5.14). Как первый, так и второй вид может быть со стальным зондом для протяжки кабелей



Рис. 5.14. Гофра, проведенная по наружной стене здания



или без него. Изготовлены гофрированные трубы из негорючего ПВХ.

Диаметр гофры колеблется от 16 до 32 мм.

Такие трубы протягиваются в помещениях со сложной ломаной структурой перекрытий либо под подвесными потолками, внутри гипсокартонных перегородок и т. д.

### ВНИМАНИЕ!

Легкая пластиковая гофра легко лопается и ломается на морозе, поэтому не стоит жалеть средства — для наружной прокладки лучше купить тяжелый вариант.

Ассортимент гофрированных труб наглядно представлен в табл. 5.5.

**Таблица 5.5.** Ассортимент гофры

Наименование	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Количество в упаковке, м
Гофрированная труба ПВХ с зондом 	16	10,7	100
	20	14,1	100
	25	18,3	50
	32	24,3	25
	40	31,2	15
	50	39,6	15
	63	50,6	15
Гофрированная труба ПВХ без зонда 	16	10,7	100
	20	14,1	100
	25	18,3	50
	32	24,3	25
	40	31,2	15
	50	39,6	15
	63	50,6	15

### Гофрированные металлические трубы (металлорукава)

Очень похожи на пластиковую гофру, но изготовлены из стальной оцинкованной ленты (рис. 5.15).

Применяются там же, где и гофра (рис. 5.16).

Основные отличия — повышенная защита от механических повреждений. Кроме того, при подключении заземляющего провода к металлорукаву он исполняет роль электромагнитного экрана, что немаловажно при прокладке информационных кабелей.



**Рис. 5.15.** Металлорукав

Размеры металлорукава приведены в табл. 5.6.



**Рис. 5.16.** Проведение электропроводки при помощи металлорукава в технических помещениях

**Таблица 5.6.** Размеры металлорукава

Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Метров в бухте
11,6	7,8	100
13,9	9,1	100
15,9	10,9	100
18,9	14,9	100
21,9	16,9	50
24	18,7	50
26	20,7	50
30,8	23,7	50
38	30,4	25
44	36,4	25
58,7	46,5	15

**Гладкие жесткие трубы**

Второе название — трубы ПВХ. Это жесткий вариант пластиковой трубы. Как понятно из названия, изготавливаются такие трубы из поливинилхлорида, не распространяющего горение (рис. 5.17).

Служат для защиты и укладки проводов. Могут замуровываться в штукатурку, бетонные полы и т. д. Это исключительно удобно, поскольку провода скрыты, а извлечь их для ремонта и замены очень легко — достаточно просто вытянуть наружу. Трубы ПВХ пожаробезопасны, предохраняют от поражения электрическим током. Поскольку они не гнутся, для поворотов и разводов используются многочисленные аксессуары: тройники, поворотные углы, муфты и заглушки (рис. 5.18–5.21).

Размеры труб указаны в табл. 5.7.



Рис. 5.17. Трубы ПВХ для проведения кабеля

Таблица 5.7. Размеры труб ПВХ

Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Длина, м
16	13,6	3
20	17,0	3
25	22,0	3
32	28,4	3
40	36,2	3
50	46,4	3
63	56,5	3



Рис. 5.18. Клипса для крепежа гофры или труб ПВХ

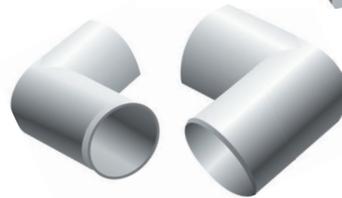


Рис. 5.19. Поворотные углы на 90°

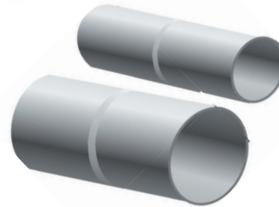


Рис. 5.20. Соединительные муфты



Рис. 5.21. Тройники для труб ПВХ



### Кембрики

Это своего рода чехлы — гибкие шланги из ПВХ или полипропилена, которые надеваются на кабель сверху оболочки или изоляции. Кембрик используется для придания кабелю более эстетичного вида и дополнительной защиты или когда необходимо объединить несколько проводов вместе.

Изделия для прокладки кабеля предусматривают следующие варианты крепления.

Кабель-канал крепится при помощи самых обычных дюбель-гвоздей размером  $6 \times 40$ . Если материал перегородки — дерево или мягкий пластик, можно прикрутить кабель-канал шурупами или просто приклеить.

Металлические лотки крепятся при помощи анкерных зажимов, дюбель-гвоздей и болтовых соединений. Приклеить лотки не получится. К тому же для их крепления иногда требуются специальные полки и кронштейны.

Гофрированные пластиковые и трубы ПВХ монтируются при помощи

специальных клипс, которые, в свою очередь, крепятся к перекрытиям при помощи шурупов или дюбель-гвоздей. Использовать такой вид крепежа необычайно удобно, монтаж готовой к использованию трубы осуществляется одним движением руки. При этом очень просто извлечь трубу обратно.

Металлическая скоба используется для крепления металлорукавов, гофры и труб ПВХ. Это более надежное крепление, нежели клипса (см. рис. 4.59).

Пластиковый хомут или стяжка применяется в тех случаях, когда надо закрепить трубы на скорую руку (рис. 5.22). К тому же это очень дешевый и простой метод.



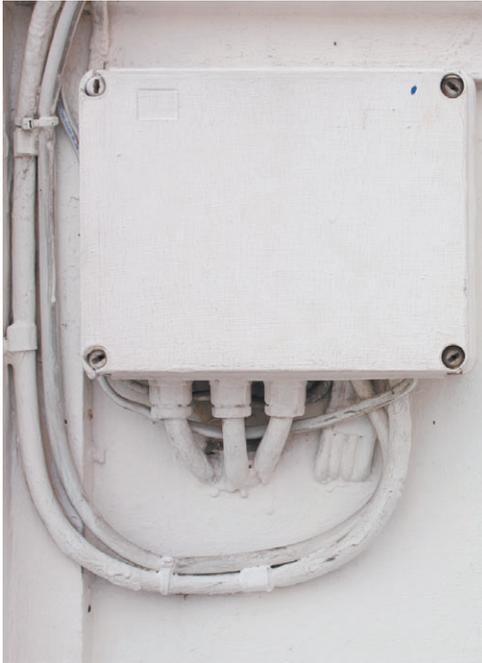
**Рис. 5.22.**  
Пластиковый  
хомут-стяжка

## 5.2. Электромонтажные коробки

Этот раздел назван по имени одного из видов пластиковых коробок. На самом деле таких видов много: распределительные, протяжные, установочные и т. д. (рис. 5.23). Распределительные и прочие коробки выполняют функции развязок и перекрестков. Чтобы электричество заглянуло в каждый уголок дома, необходимо разводить провода, соединяя их друг с другом. Места этих соединений и находятся в коробках, которые защищают узловые точки электросети.

Однако это не единственное их предназначение. Обозначить соединения кабелей для легкого доступа к ним, ремонта и подсоединения новых проводов или заглушки старых — для всего этого нужны коробки (рис. 5.24).

Ассортимент электромонтажных коробок очень велик: более 3000 видов. Нет смысла рассматривать их все. К пластиковым коробкам относят и подрозетники (установочные коробки).



**Рис. 5.23.** Наружная распределительная коробка



**Рис. 5.24.** Распределительная коробка скрытой установки

### Распределительные

Их еще называют распаечными (рис. 5.25–5.28). Служат для расключения проводов внутри помещений. Что это означает? К примеру, когда основ-

ной силовой кабель входит в комнату, от него необходимо запитать несколько электрических точек — розеток.

Жилы основного кабеля оголяются, и к нему при помощи скрутки или специальных клемм подсоединяются провода, ведущие к точкам. Место, в котором происходит это разветвление, заключается в коробку, которая крепится на стене или монтируется в нее. Эта коробка и называется распределительной. Изготавливают их из полипропилена, не распространяющего горение, или из металла.



**Рис. 5.25.** Распределительная коробка для наружной установки



**Рис. 5.26.** Распределительная коробка для встраиваемого монтажа

Различают коробки для скрытой и открытой установок. Первые заделываются в стену, оставляя видимой лишь крышку, вторые крепятся днищем прямо на подстилающую поверхность.

Определиться в выборе распределительной коробки очень просто. Если



**Рис. 5.27.** Распаечная коробка наружной установки с сальниками и шиной



**Рис. 5.28.** Наружная распаечная коробка с сальниками

проводка скрытая, то и коробка будет погружена в стену, а когда используется открытая проводка, то и коробка будет соответствующей. Величина коробок зависит от количества входящих и выходящих кабелей. Входные отверстия часто заслонены пластиковыми мембранами, которые выламываются при монтаже кабеля. Для защиты соединений от влаги эти отверстия комплектуются специальными резиновыми сальниками. Открытые коробки имеют входы, подходящие под размеры гофры или труб ПВХ, что позволяет компоновать с их помощью любые электрические системы (рис. 5.29).



**Рис. 5.29.** Распределительная коробка с гофрой — открытая установка

Распределительные коробки разделяются по степени защищенности от влаги и пыли. Информацию о степени защиты можно увидеть на самой коробке или в инструкции.

### Установочные

Второе название — подрозетники. Служат для монтажа электрических розеток и выключателей самых разнообразных моделей, начиная от силовых и заканчивая проходными (рис. 5.30 и 5.31).

Подрозетники изготавливаются из термостойчивого полипропилена.

Размеры установочных коробок совпадают с колодками розеток и выключателей. Меняется лишь высота изделия, а диаметр имеет постоянные размеры — 68–70 мм.

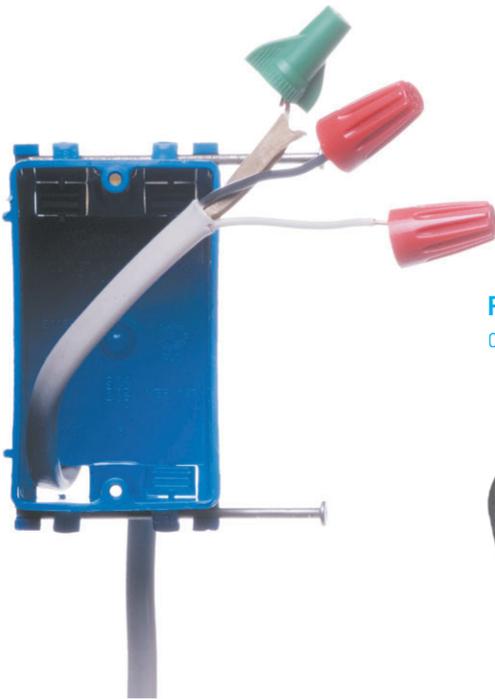
По способу установки разделяются на подрозетники для полых перегородок (под гипсокартон) и для капитальных стен (под бетон) (рис. 5.32, 5.33 и 5.34).



**Рис. 5.30.** Двойная розетка, установленная в подрозетник



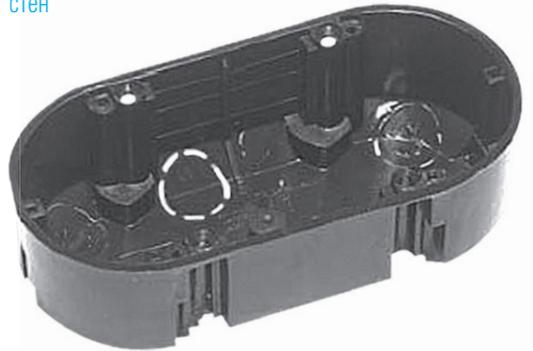
**Рис. 5.32.** Установочная коробка для полых стен



**Рис. 5.31.** Установочная коробка с проведенным кабелем



**Рис. 5.33.** Установочная коробка для капитальных стен



**Рис. 5.34.** Установочная двухместная коробка для двух розеточных колодок сразу



## 5.3. Розетки и выключатели

Эти изделия относятся к электроустановочным и являются важнейшим элементом любой домашней электросети. Помимо классических силовых розеток и выключателей освещения в последнее время появилось множество новых разновидностей этих приборов, которые заметно отличаются от старых образцов (рис. 5.35). Однако суть остается прежней.



Рис. 5.35. Розетка и выключатель фирмы Makel

### Розетки (разъемы)

Полное название — штепсельная розетка. Все знают, что это. Нет такого дома, в которых их нет. Ведь именно через розетки происходит подключение электроприборов, без которых немыслима современная жизнь.

Розетка — это часть штепсельного соединения, в которое также входит вилка (рис. 5.36). Эти составляющие называют «мамой» и «папой».

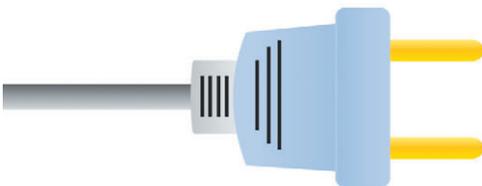


Рис. 5.36. Штепсельное соединение

Разновидностей розеток существует такое огромное количество, что непосвященному человеку очень сложно разобраться, какая именно ему нужна. По внешнему виду все розетки похожи. Чтобы определиться с выбором, необходимо знать кое-какие технические подробности.

Любая розетка состоит из следующих основных элементов:

- контактов;
- основания, которое называется колодкой;
- защитного корпуса.

**Контакт** — основной рабочий элемент розетки. Именно через него происходит передача энергии с силового кабеля на контакты подключаемого прибора.

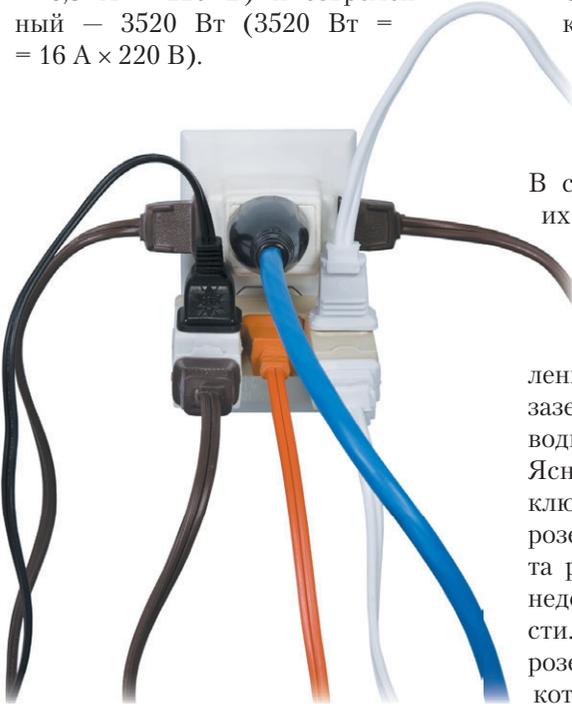
Материал контакта — металлический сплав, обладающий определенной упругостью для надежного соединения штырьков вилки с розеткой. С одной стороны контакты имеют винтовые или клавишные зажимы для подсоединения к силовому проводнику, с другой — взаимодействуют с вилкой.

Большое значение имеет техническая характеристика контактов, то есть на какое напряжение и силу тока они рассчитаны. Розетки старого образца рассчитаны на номинальное напряжение в 220–230 В и силу тока 6,3–10 А. Эти величины много меньше, чем современные, в которых допустимая сила тока — 10–16 А.





От данных показателей зависит суммарная мощность электроприборов, которые можно подсоединить к отдельной розетке (рис. 5.37). Сравните старый образец — 1386 Вт ( $1386 \text{ Вт} = 6,3 \text{ А} \times 220 \text{ В}$ ) и современный — 3520 Вт ( $3520 \text{ Вт} = 16 \text{ А} \times 220 \text{ В}$ ).



**Рис. 5.37.** Пример грубого нарушения правил эксплуатации силовых разъемов: сумма мощностей подключаемых приборов не должна превышать мощности отдельной розетки

Получается, что нынешние розетки едва ли не в три раза превосходят старые образцы. Происходит так из-за увеличения мощности бытовых электроприборов. Если в квартире стоят разъемы старого образца, то следует задуматься, а стоит ли подсоединять к ним стиральную машину или кондиционер. Материал контакта может не выдержать.

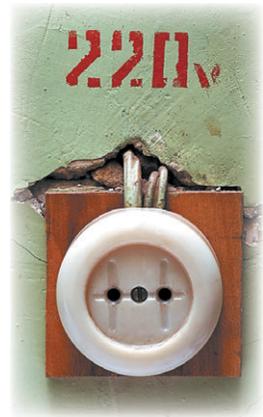
Это не единственная проблема старых розеток. Расстояние между выходными контактами тоже разное, у современных оно больше. Кроме того, диаметр

штырьков вилки также различается: вместо 4 мм он стал 4,8 мм. Имейте в виду, что не во всякую старую розетку можно подключить современный электроприбор без помощи молотка (рис. 5.38).

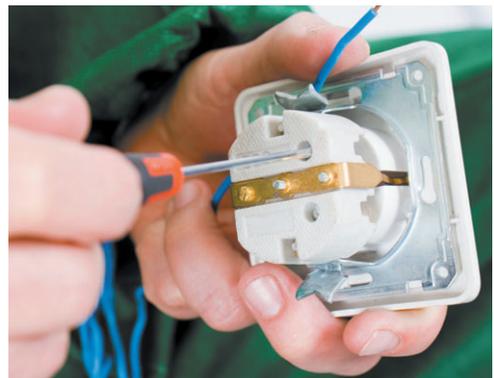
Сейчас в розетках устанавливаются три провода: фазовый, нулевой и заземляющий.

В старых образцах их только два — фаза и ноль, в то время как на новых приборах установлены специальные заземляющие проводники (рис. 5.39).

Ясно, что при подключении к старой розетке данная защита работать не будет, а это абсолютно недопустимо с точки зрения безопасности. Дело здесь не только в конструкции розеток, но и в питающей силовой сети, которая может иметь систему заземления, а может и не иметь. Это чаще всего случается в домах старой постройки.



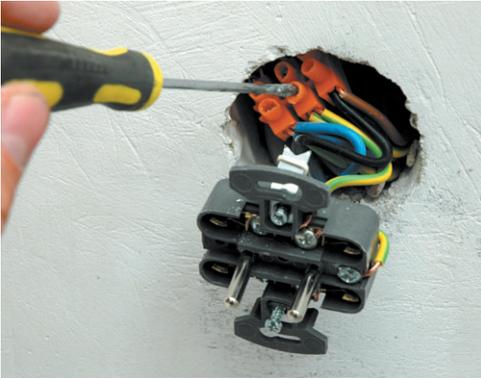
**Рис. 5.38.** Розетка старого образца



**Рис. 5.39.** Розетка с заземляющими контактами, по бокам колодки видны лапки, при помощи которых она крепится в установочной коробке



**Колодка** — основание розетки, то, на чем держатся контакты и защитный корпус (рис. 5.40). Сделана она из керамики или карболита (в старых образцах). Керамика — прекрасный диэлектрический материал, прочный и огнестойкий. Единственный его минус — это хрупкость. Иногда колодки изготавливаются из специального пластика, как, например, в розетках Wessen.



**Рис. 5.40.** Розеточная колодка

Если розетка встраиваемая, на колодке есть крепления для ее установки в подрозетнике.

**Защитный корпус** — это внешняя крышка разъема с отверстиями под штепсельную вилку (рис. 5.41).

Он выполняет защитную и декоративную функции.

В определенных видах розеток в крышку устанавливаются специальные приспособления, такие как защитные шторки, крышки, кнопки выталкивания вилок, подсветка и т. д. Делают крышки из термостойкой небьющейся пластмассы с разнообразными вставками, которые украшают розетки и могут быть заменены, если не подходят к новым обоям или элементам планировки.



**Рис. 5.41.** Встроенная розетка в подрозетнике

Хотя разновидностей розеток многие сотни и даже тысячи, делятся они на несколько основных типов.

**Встроенная розетка** так называется, потому что ее колодка вместе с контактами погружена в стену и защитный корпус почти не выступает из плоскости стены (рис. 5.42). Монтируется такая розетка при скрытой проводке в установочные коробки (подрозетники).

При установке **накладной розетки** не требуется делать в стене отверстие. Она просто прикрепляется к поверхности. Защитный корпус окружает разъем со всех сторон, не оставляя открытыми контакты, как в случае со скрытыми розетками.

У **розеток с заземлением** есть контакты, соединенные с заземляющим проводом (рис. 5.43). Предназначены для установки в электрические сети, у которых есть заземление.

**Двойные розетки** используются для подключения сразу двух штепсельных вилок.

В основании имеют одну колодку стандартного размера, поэтому



**Рис. 5.42.** Встроенная розетка без заземления



**Рис. 5.43.** Встроенная розетка с заземлением

встроенный вариант двойной розетки пригоден для установки в один подрозетник. Если в одном месте требуется подключение розетки с количеством гнезд больше 2, то помещают

накладные колодки (открытая проводка) или монтируют несколько одногнездовых розеток рядом и накладывают сверху рамку (скрытая проводка) (рис. 5.44).

**Розетки с дополнительными функциями** могут быть любого типа, главное отличие — в корпусе или колодке установлены дополнительные гаджеты. Наиболее распространенные приспособления: подсветка, защитные шторки для детей, крышки, уберегающие от влаги, выталкиватель вилки и таймер отключения (рис. 5.45–5.47).

Розетки могут быть самого разного типа. Например, двойная встроенная розетка с землей или одногнездовая наружная без земли (маркируется как б/з).

Существует такой вид розетки, как **проходная**. Это означает, что она не яв-



**Рис. 5.45.** Розетка с таймером

ляется конечной в электрической цепи. Силовой провод, запитывая такую розетку, идет дальше к следующей. Они монтируются при бескоробочном расключении проводов.

Помимо силовых существуют и розетки для наконечников информационных кабелей.

**Антенная розетка** отличается от обычной силовой внешним видом ввода. Вместо обычных двух отверстий под штыри вилки у нее разъем под наконечник антенного кабеля (рис. 5.48). Такие розетки устанавливают в местах, где стоят телевизоры или их переносят с места на место.



**Рис. 5.44.** Выключатели и розетки, соединенные с помощью рамки в один блок



### ПРИМЕЧАНИЕ

Никогда не доставайте вилку из розетки, держа за шнур. При малейшем перекосе штырьков вилки она застрянет в контактах розетки. Дернув за провод, можно просто вытащить розетку из стены и создать угрозу короткого замыкания.



**Рис. 5.48.** Блок из силовой, антенной, телефонной и компьютерной розеток



**Телефонная розетка** создана под разъем телефонного аппарата. Существует несколько видов: от самых простых, устанавливаемых рядом с телефонным аппаратом, до сложных, имеющих вид и размеры силовой розетки (рис. 5.49).

**Рис. 5.46.** Розетка с выключателем

**Компьютерная розетка** по внешнему виду очень похожа на телефонную (рис. 5.50).

Отличается размерами кабельного наконечника и количеством контактных проводов. Используется для подключения к Интернету и соединения компьютеров между собой.

Среди многочисленных видов разнообразных розеток встречаются такие, которые объединяют в одном корпусе антенные, телефонные и компьютерные разъемы (рис. 5.51).

В разных странах штепсельные разъемы могут сильно отличаться друг от друга. Например, фен, купленный



**Рис. 5.47.** Накладная розетка с крышкой для защиты от брызг — такие устанавливают в ванных комнатах



**Рис. 5.49.** Простая телефонная розетка с одним гнездом



**Рис. 5.50.** Компьютерная розетка с двумя гнездами



**Рис. 5.52.** Универсальный переходник

в России, невозможно подключить к французской розетке. При необходимости подсоединения несовпадающих разъемов используются специальные переходники (рис. 5.52). Кстати, так называемые еввророзетки — немецкий стандарт.

**Колодка** — это своего рода заготовка для самостоятельного изготовления удлинителей (рис. 5.53).

Она может использоваться как обычная силовая розетка открытой установки. При изготовлении удлинителя к колодке крепится шнур (обычно используется ПВХ) необходимой длины и к его концу монтируется штепсельная вилка — удлинитель готов.

Помимо обычных бытовых существуют **переносные удлинители**, которые применяют при различных строительных работах или вне дома, например в саду (рис. 5.54).

**Силовые разъемы** — это штепсельные соединения, предназначенные для подключения к однофазной и трехфазной сетям различных электроприборов (рис. 5.55).

В быту они используются достаточно редко. При помощи силового разъема может подключаться электроплита, сварочный аппарат или бетономешалка (рис. 5.56).



**Рис. 5.51.** Группа розеток, включающая в себя силовые разъемы, телефонное, компьютерное и антенное соединения в одной рамке



**Рис. 5.53.** Колодка удлинителя со шнуром и вилкой



**Рис. 5.56.** Однофазный силовой разъем с вилкой

### Выключатели



**Рис. 5.54.** Переносной удлинитель с катушкой для кабеля



**Рис. 5.55.** Силовые штепсельные соединения

Видов выключателей существует великое множество. Многочисленные фирмы-производители наперебой предлагают богатейший ассортимент продукции на любой вкус. Точно так же, как и розетки, выключатели состоят из трех основных частей: контактов, колодки и защитной крышки. Они изготовлены из тех же материалов, что и розетки (рис. 5.57).

Разница в следующем. Если розетки служат для подключения к электросети, то выключатели действуют наоборот. Они разрывают электрическую цепь. Подвижных элементов в розетке нет. В выключателе весь принцип работы построен на перекидном контакте, который, изменяя свое положение, размыкает или замыкает цепь. К выключателю, в отличие от розетки, подходит лишь один провод — фазовый. В некоторых видах есть контакт для подсоединения провода земли.

Точно так же, как и розетки, выключатели бывают скрытой (встраиваемые) и наружной (накладные) установок. На этом их сходство заканчивается.



Основные виды выключателей следующие.

**Клавишные выключатели:** основной вид — это прибор с одной клавишей или кнопкой (рис. 5.58).

Такой выключатель используется, когда необходимо включить или выключить один источник света. Для удобства и экономии места устанавливают выключатели с 2, 3 или с большим количеством клавиш (рис. 5.59).

Такой агрегат способен включать и отключать несколько независимых друг от друга источников света. Это очень удобно, когда из одной точки можно управлять освещением нескольких комнат.

**Проходной выключатель (переключатель)** — этот вид позволяет управлять одним источником света из двух разных точек. По внешнему виду он ничем не отличается от обычного выключателя. Разница становится заметной при взгляде на его контакты. Вместо 2 в одноклавишном переключателе их 3. У двухклавишного — 6 вместо 3. Проходной выключатель — вещь очень удобная. Можно зайти в спальню, включить его у входа, лечь в кровать и выключить свет при помощи переключателя у изголовья.

На корпусе **выключателя с подсветкой** или прямо на клавишах встроена индикаторная лампочка, которая светится в темноте (рис. 5.60). Зайдя в комнату, вы сразу понимаете, где он расположен. Не приходится искать выключатель на ощупь.

**Контрольный** по внешнему виду ничем не отличается от выключателя с подсветкой, но принцип работы прямо противоположный. Индикаторная лампа загорается при включенном свете и отключена при разомкнутой цепи. Это необходимо, когда по внешнему виду нужно определить, включено ли освещение в удаленном помещении.



Рис. 5.57. Одноклавишный встроенный выключатель



Рис. 5.58. Двухклавишный накладной выключатель



Рис. 5.59. Трехклавишный выключатель



Рис. 5.60. Двухклавишный выключатель с подсветкой



**Ударопрочные и пылевлагозащищенные выключатели** с повышенной механической прочностью и защитой от влаги и пыли устанавливаются на улице, в ванных комнатах и т. д. (рис. 5.61).

Светорегулятор (диммер) — это выключатель — регулятор освещения (рис. 5.62). В последнее время они стали очень популярными. С помощью диммера можно погрузить комнату в полумрак или залить слепящим светом, плавно поворачивая ручку или нажимая клавишу. Существуют диммеры, которые управляются не вручную, а при помощи пульта от телевизора или голосовыми командами. Стоит такая вещь в 6–7 раз дороже, чем обычный выключатель. Помимо преимуществ диммер имеет и некоторые минусы. Например, он создает радиопомехи. Подключенные последовательно светорегуляторы ведут себя непредсказуемо. Они не могут использоваться при энергосберегающих лампах (с ПРА).

Кнопочные, или **линейные, выключатели** монтируются сразу на провод. Чаще всего они используются в торшерах, бра и прочей осветительной технике (рис. 5.63).

**Выключатель с таймером** имеет часовой механизм, который включает или отключает свет в заданные промежутки времени.

С такими выключателями можно устанавливать различные датчики, срабатывающие на звук, свет или движение. Иногда такие датчики монтируются прямо в корпус выключателя (рис. 5.64 и 5.65).



Рис. 5.61. Пылевлагозащищенный выключатель



Рис. 5.62. Диммер с поворотным регулятором



Рис. 5.63. Линейный выключатель



Рис. 5.64. Выключатель с датчиком движения



Рис. 5.65. Уличный светильник, оснащенный автоматическим выключателем с фотозлементом



## 5.4. Осветительная аппаратура

Среди всех электроустановочных и электромонтажных изделий осветительная аппаратура имеет наиболее богатый ассортимент. Это происходит потому, что элементы освещения несут в себе не только сугубо технические характеристики, но и элементы дизайна. Возможности современных ламп и светильников, их конструкторское разнообразие настолько велики, что немудрено растеряться (рис. 5.66).

Например, существует целый класс светильников, предназначенных исключительно для гипсокартонных потолков. Многочисленные виды ламп имеют различную природу света и эксплуатируются в неодинаковых условиях. Чтобы

разобраться, какого типа лампа должна стоять в том или ином месте и каковы условия ее подключения, необходимо вкратце изучить основные виды осветительной аппаратуры.

У всех ламп есть одна общая часть: цоколь, при помощи которого они соединяются с проводами освещения. Это касается тех ламп, в которых есть цоколь с резьбой для крепления в патроне. Размеры цоколя и патрона имеют строгую классификацию.

Необходимо знать, что в бытовых условиях применяют лампы с 3 видами цоколей: маленьким, средним и большим. На техническом языке это означает E14, E27 и E40. Цоколь, или патрон,



Рис. 5.66. Виды ламп



Е14 часто называют «миньон» (в пер. с фр. — «маленький»).

Самый распространенный размер — Е27 (рис. 5.67). Е40 используют при уличном освещении. Лампы этой маркировки имеют мощность 300, 500 и 1000 Вт.

Цифры в названии обозначают диаметр цоколя в миллиметрах.

Помимо цоколей, которые вкручиваются в патрон при помощи резьбы, есть и другие виды.

Они штырькового типа и называются G-цоколями.

**Рис. 5.67.** Лампа накаливания с подвесным патроном и цоколем Е27

Используются в компактных люминесцентных и галогенных лампах для экономии места. При помощи 2 или 4 штырьков лампа крепится в гнезде светильника (рис. 5.68).

Видов G-цоколей много. Основные из них: G5, G9, 2G10, 2G11, G23 и R7s-7.

На светильниках и лампах всегда указывается информация о цоколе. При выборе лампы необходимо сравнивать эти данные.

Мощность — одна из важнейших характеристик лампы. На баллоне или цоколе производитель всегда указывает мощность, от которой зависит светимость лампы. Это не уровень света, который она излучает. В лампах различной природы света мощность имеет совершенно несхожее значение. Например, энергосберегающая при указанной мощности 5 Вт будет светить не хуже лампы накаливания в 60 Вт. То же касается и люминесцентных ламп. Светимость лампы исчисляется в люменах. Как правило, это не указывается, так что при выборе лампы необходимо ориентироваться на советы продавцов или заглядывать в табл. 5.8.



**Рис. 5.68.** Цоколь типа 2G

**Таблица 5.8.** Светоотдача ламп разных типов

Тип лампы	Светоотдача, лм/Вт
Стандартная лампа накаливания	7–17
Криптоновая	8–19
Галогенная	14–30
Ртутная	40–60
Люминесцентная	40–90
Компактная люминесцентная	40–90
Натриевая	90–150



Светоотдача обозначает, что на 1 Вт мощности лампа дает столько-то люмен света. Из таблицы видно, что энергосберегающая компактная люминесцентная лампа в 4–9 раз экономичнее, нежели накаливания. Можно легко подсчитать, что стандартная лампа в 60 Вт дает примерно 600 лм, тогда как компактная имеет такое же значение при мощности 10–11 Вт. Настолько же она будет экономичнее по энергопотреблению.

**Лампа накаливания (ЛОН)** — самый первый источник электрического света, который появился в домашнем обиходе. Она была изобретена еще в середине 19 в., и хотя с того времени претерпела немало реконструкций, сущность осталась без изменений. Любая ЛОН состоит из вакуумного стеклянного баллона, цоколя, на котором располагаются контакты и предохранитель, и нити накаливания, излучающей свет (рис. 5.69).

Спираль накаливания сделана из вольфрамовых сплавов, которые легко выдерживают рабочую температуру горения +3200 °С (рис. 5.70). Чтобы нить мгновенно не перегорела, в современных лампах накачивают в баллон какой-нибудь инертный газ, например аргон.

Принцип работы лампы очень прост.

При пропускании тока через проводник малого сечения и низкой проводимости часть энергии уходит на разогрев спирали-проводника, отчего тот начинает светиться в видимом свете.

Несмотря на столь простое устройство, видов ЛОН существует огромное

множество. Они различаются по форме и размерам (рис. 5.71).

Декоративные лампы (свечи): баллон имеет вытянутую форму, стилизованную под обычную свечу (рис. 5.72). Как правило, используются в небольших светильниках и бра.

Окрашенные лампы: стекла баллонов имеют различный цвет с декоративными целями.

Зеркальными лампами называют лампы, часть стеклянного баллона которых покрыта отражающим составом для направления света компактным пучком. Такие лампы чаще всего используют в потолочных светильниках, чтобы направлять свет вниз, не освещая потолка.

Лампы местного освещения работают под напряжением 12, 24 и 36 В. Они потребляют немного энергии, но и освещение соответствующее. Применяются в ручных фонарях, аварийном освещении и т. д.



**Рис. 5.70.** Свет в лампе накаливания исходит от раскаленной вольфрамовой спирали



**Рис. 5.69.** Лампа накаливания



**Рис. 5.71.** ЛОН с матовым стеклом дает более мягкий и равномерный свет



**Рис. 5.72.** Декоративная лампа-свеча с цоколем E14



ЛОН по-прежнему остаются в первых рядах источника света, несмотря на некоторые недостатки. Их минусом является очень низкий КПД — не более 2–3 % от потребляемой энергии. Все остальное уходит в тепло. Вторым минусом заключается в том, что ЛОН небезопасны с противопожарной точки зрения. Например, обычная газета, если ее положить на лампочку в 100 Вт, вспыхивает примерно через 20 мин. Надо ли говорить, что в некоторых местах ЛОН нельзя эксплуатировать, например в маленьких абажурах из пластика или дерева. Кроме того, такие лампы недолговечны. Срок службы ЛОН составляет примерно 500–1000 ч. К числу плюсов можно отнести дешевизну и простоту монтажа. ЛОН не требуют каких-либо дополнительных устройств для работы, подобно люминесцентным.

**Галогенные лампы** мало чем отличаются от ламп накаливания, принцип работы тот же. Единственная разница между ними — это газовый состав в баллоне (рис. 5.73).

В данных лампах к инертному газу примешивают йод или бром. В результате становится возможным повыше-

ние температуры нити накаливания и уменьшение испарения вольфрама. Именно поэтому лампы можно делать более компактными, а срок их службы повышается в 2–3 раза.

Однако температура нагревания стекла повышается весьма значительно, поэтому галогенные лампы делают из кварцевого материала. Они не терпят загрязнений на колбе. Прикасаться незащищенной рукой к баллону нельзя — лампа перегорит очень быстро.

Линейные галогенные лампы используются в переносных или стационарных прожекторах. В них часто бывают датчики движения (рис. 5.74 и 5.75).



Рис. 5.74. Галогенная линейная лампа



Рис. 5.75. Прожектор

Такие лампы используют в гипсокартонных конструкциях. Компактные осветительные устройства имеют зеркальное покрытие (рис. 5.76–5.77).



Рис. 5.73. Галогенная лампа с обычным цоколем



**Рис. 5.76.** Галогенные компактные зеркальные лампы с цоколем G4



**Рис. 5.77.** Лампа ко встроенному светильнику

К минусам галогенных ламп можно отнести чувствительность к перепадам напряжения. Если оно «играет», лучше приобрести специальный трансформатор, выравнивающий силу тока.

Принцип работы **люминесцентных ламп** серьезно отличается от ЛОН. Вместо вольфрамовой нити в стеклянной колбе такой лампы горят пары ртути под воздействием электрического тока (рис. 5.78).

Свет газового разряда практически невидим, поскольку излучается в ультрафиолете. Последний заставляет све-

титься люминофор, которым покрыты стенки трубки. Этот свет мы и видим. Внешне и по способу соединения люминесцентные лампы также сильно отличаются от ЛОН. Вместо резьбового патрона с обеих сторон трубки есть два штырька, закрепляющихся следующим образом: их надо вставить в специальный патрон и повернуть в нем (рис. 5.79).

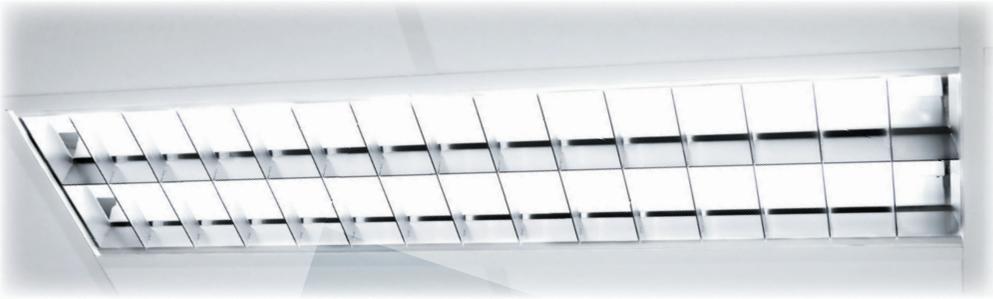
Люминесцентные лампы имеют низкую рабочую температуру. К их поверхности можно без опаски прислонять ладонь, поэтому они устанавливаются где угодно. Большая поверхность свечения создает ровный рассеянный свет. Именно поэтому их иногда называют лампами дневного света (рис. 5.80). Кроме того, варьируя состав люминофора, можно изменять цвет светового излучения, делая его более приемлемым для человеческих глаз. По сроку службы люминесцентные лампы превосходят лампы накаливания почти в 10 раз.



**Рис. 5.79.** Цоколь G5 люминесцентной лампы с контактными штырьками



**Рис. 5.78.** Обычная люминесцентная лампа



**Рис. 5.80.** Светильник с люминесцентными лампами

Минусом таких ламп является невозможность прямого подключения к электросети. Нельзя просто накинуть 2 провода на торцы лампы и воткнуть вилку в розетку. Для ее включения используются специальные балласты. Связано это с физической природой свечения ламп. Наряду с электронными балластами используются стартеры, которые как бы поджигают лампу в момент включения (рис. 5.81).

Большинство светильников под люминесцентные лампы оборудованы встроенными механизмами свечения наподобие электронных пускорегулирующих аппаратов (ПРА) или дросселями.

Маркировка люминесцентных ламп не похожа на простые обозначения ЛОН, имеющие только показатель мощности в ваттах. Для рассматриваемых ламп она следующая:

- ЛБ – белый свет;
- ЛД – дневной свет;
- ЛЕ – естественный свет;
- ЛХБ – холодный свет;
- ЛТБ – теплый свет.

Цифры, идущие за буквенной маркировкой, обозначают: первая цифра – степень цветопередачи, вторая и третья – температуру свечения. Чем выше степень цветопередачи, тем более естественно освещение для человеческого глаза. Рассмотрим пример, относящийся

к температуре свечения: лампа с маркировкой ЛБ840 означает, что эта температура равна 4000 К, цвет белый, дневной. Следующие значения расшифровывают маркировку ламп: 2700 К – сверхтеплый белый, 3000 К – теплый белый, 4000 К – естественный белый или белый, более 5000 К – холодный белый (дневной).

В последнее время появление на рынке **компактных люминесцентных энергосберегающих ламп** произвело настоящую революцию в светотехнике (рис. 5.82).

Были устранены главные недостатки люминесцентных ламп – их громоздкие размеры и невозможность использовать обычные нарезные патроны. ПРА были вмонтированы в ламповый цоколь, а длинная трубка свернулась в компактную спираль. Теперь разнообразие видов энергосберегающих ламп очень



**Рис. 5.81.** Стартеры для пуска люминесцентных ламп



велико. Они различаются не только по своей мощности, но и по форме разрядных трубок (рис. 5.83).

Плюсы такой лампы очевидны: нет нужды устанавливать электронный балласт для запуска, пользуясь специальными светильниками (рис. 5.84). Экономичная люминесцентная лампа пришла на смену обычной ЛОН. Однако у нее, как и у всех люминесцентных ламп, есть недостатки.

Минусов несколько:

- ❑ такие лампы плохо работают при низких температурах, а при  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже начинают светить тускло;
- ❑ долгое время запуска — от нескольких секунд до нескольких минут;
- ❑ слышен низкочастотный гул от электронного балласта;
- ❑ не работают вместе со светорегуляторами;
- ❑ сравнительно дорогие;
- ❑ не любят частого включения и выключения;
- ❑ в состав лампы входят вредные ртутные соединения, поэтому она требует специальной утилизации;

**Рис. 5.82.** Компактная люминесцентная энергосберегающая лампа с ПРА



**Рис. 5.83.** Энергосберегающие лампы



**Рис. 5.84.** Декоративный светильник с энергосберегающими лампами

□ если использовать в выключателе индикаторы подсветки, данная осветительная аппаратура начинает мерцать.

Как бы ни старались производители, свет люминесцентных ламп пока не очень похож на естественный и режет глаза.

Кроме энергосберегающих ламп с ПРА существует множество разновидностей без встроенного электронного балласта. Они имеют совершенно другие виды цоколя (рис. 5.85).

Принцип свечения **дуговой ртутной лампы** высокого давления (ДРЛ) — дуговой разряд



**Рис. 5.85.** Компактная люминесцентная лампа без ПРА обычно используется в светильниках, оборудованных электронным балластом

в парах ртути (рис. 5.86). Такие лампы обладают высокой светотдачей — на 1 Вт приходится 50–60 лм. Запускаются при помощи ПРА. Недостатком является спектр свечения — их свет холоден и резок. Лампы ДРЛ чаще всего используются для уличного освещения в светильниках типа «кобра» (рис. 5.87).

**Светодиодные лампы** — этот продукт высокой технологии впервые был сконструирован в 1962 г. С той поры светодиодные лампы стали постепенно внедряться на рынок осветительной продукции (рис. 5.88).



**Рис. 5.86.** Лампа ДРЛ



**Рис. 5.87.** Уличный светильник типа «кобра», ПРА встроенный



**Рис. 5.88.** Светодиодный фонарь характеризуется ярким светом и крайне низкими энергозатратами



**Рис. 5.89.** Светодиодная лампа

Светодиод по принципу действия — это самый обычный полупроводник, у которого часть энергии в переходе р-п сбрасывается в виде фотонов, то есть видимого света. Такие лампы имеют просто потрясающие характеристики. Они десятикратно превосходят ЛОН по всем показателям: долговечности, светоотдаче, экономичности, прочности и т. д. (рис. 5.89).

Есть у них лишь одно «но» — это цена. Она приблизительно в 100 раз превосходит цену обычной лампы накалива-

ния. Однако работа над этими необычными источниками света продолжается, и можно ожидать, что вскоре мы будем радоваться изобретению более дешевого, нежели его предшественники, образца.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

Ввиду необычных физических характеристик светодиодов из них можно изготавливать настоящие композиции, например в виде звездного неба на потолке комнаты. Это безопасно и не требует больших затрат энергии.

## 5.5. Трансформаторы

Эти устройства используются не только на понижающих и повышающих напряжение подстанциях и для передачи переменного тока на расстоянии. Трансформаторы — многотонные механизмы, установленные на опорах, смонтированных в бетонный фундамент (рис. 5.90).

Меньшие собратья таких гигантов находят применение и в быту для защиты электроприборов от колебаний напря-

жения тока и повышения или понижения напряжения (рис. 5.91).

Трансформаторы делятся на однофазные и трехфазные. Последние используют для подключения электрической сварки и станков в условиях, приближенных к бытовым: в гаражах, подсобных помещениях, на небольших производствах и т. п. Однофазные используют только в быту. Например, в сельской местности или на террито-



**Рис. 5.90.** Трансформатор на подстанции

рии с устаревшим оборудованием, допускающим скачки напряжения, трансформатор устанавливается на входе силового кабеля в дом. Стоит напряжению понизиться или повыситься, что опасно для электроприборов, трансформатор автоматически исправит положение, спасая электрооборудование. Такие устройства называют еще стабилизаторами (рис. 5.92).

Кроме того, масса трансформаторов расположена вокруг нас. Например, в компьютере находится несколько устройств с различным потреблением



**Рис. 5.91.** Блок адаптера для мобильного телефона — это тоже трансформатор

электротока, в то время как источник питания всего один — общая сеть. Несколько трансформаторов снабжают необходимым уровнем напряжения эти разномастные приборы.



**Рис. 5.92.** Бытовой стабилизатор напряжения

## 5.6. Автоматические выключатели

**Автоматические выключатели (ВА)** совсем не похожи на обычные, которые устанавливаются в каждой комнате для включения и выключения света (рис. 5.93). Их задача несколько другая. ВА устанавливаются в распределитель-

ных щитах и служат для предохранения цепи от скачков напряжения и неперiodического отключения энергии на определенных участках электросети.

Автоматы, как их чаще называют, устанавливаются на входе в дом или



квартиру и располагаются в специальных боксах, металлических или пластиковых (рис. 5.94).

Существует множество разновидностей ВА. Некоторые из них служат лишь в качестве выключателей цепи и предохранения сети от перегрузки. Также, например, старые ВА типа АЕ в черном карболитовом корпусе (рис. 5.95). В большинстве старых щитков в подъездах жилых домов стоят именно такие. Впрочем, они вполне надежны и эксплуатируются до сих пор (рис. 5.96).

Современные вариации допускают дополнительные функции, например защиту от токов пониженной нагрузки.

По времени срабатывания на недопустимое напряжение автоматы делятся

на 3 вида: селективные, нормальные и быстродействующие.

Время срабатывания нормального автомата колеблется от 0,02 до 0,1 с.

В селективных ВА это время такое же. Быстродействующие ВА работают проворнее — у них данная величина составляет всего 0,005 с.

Все ВА заключены в пластиковый небьющийся корпус со специальным креплением (планкой или рейкой) на задней плоскости. Устанавливать автомат на такое крепление очень легко — достаточно вставить его на рейку до щелчка.

Снять можно при помощи отвертки, слегка потянув за специальное ушко сверху ВА. Это существенно облегчает задачу по установке автомата в шкафу (рис. 5.97).

Внутри корпуса располагается «начинка» автомата, его главные предохранительные устройства, которых может быть 2 (рис. 5.98).

Речь идет об электромагнитном и тепловом расцепителях — своеобразных механизмах автоматического прерывания цепи. Биметаллическая пластина при нагревании проходящим через нее током недопустимо высокого значения распрямляется и размыкает контакты — это тепловой расцепитель. По времени срабатывания он самый медленный. Электромагнитный расцепитель рабо-



Рис. 5.93. Автоматический выключатель



Рис. 5.95. Автоматический выключатель серии АЕ



Рис. 5.94. Распределительный щит с автоматами



Рис. 5.96. Щиток ВА серии АЕ в подъезде

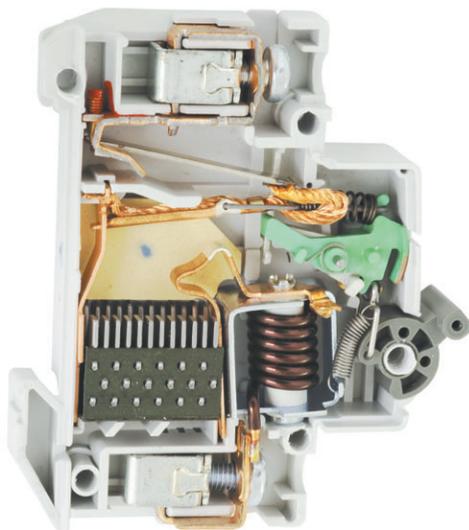


Рис. 5.98. Внутреннее устройство автоматического выключателя

тает по правилу «мертвой руки». Катушка, находящаяся в центре автомата, непрерывно поддерживается на месте стабильным напряжением. Стоит ему выскочить за номинальные пределы, как катушка буквально выскакивает со своего места, разрывая цепь. Такой способ разрыва цепи самый быстрый.

У всех ВА есть контакты для присоединения подходящих и отходящих проводов (рис. 5.99).

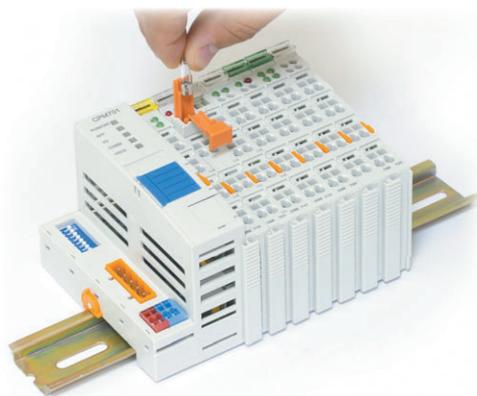


Рис. 5.97. Крепление ВА

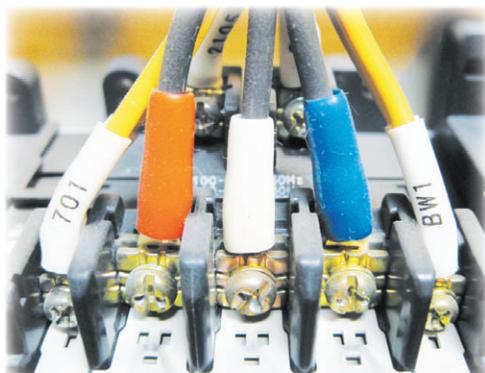
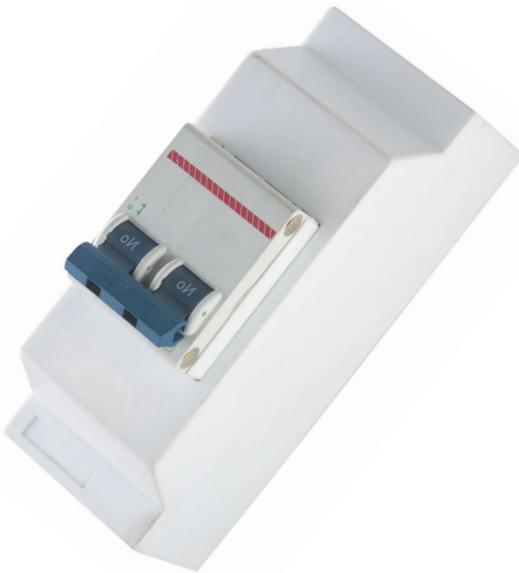


Рис. 5.99. Провода подсоединяются к контактам АВ при помощи винтовых зажимов



Автоматы различают по степени чувствительности к срабатыванию отключения. В стандартных наиболее распространенных моделях чаще всего применяются ВА с пороговым значением, примерно равным 140 % от номинального. При повышении напряжения в полтора раза срабатывает электромагнитный (быстрый) расцепитель. При незначительном превышении номинального напряжения работает тепловой расцепитель. Процесс отключения при этом может растянуться на часы, что сильно зависит от температуры внешней среды. Однако автомат среагирует на изменение напряжения в любом случае.

ВА различают по количеству полюсов. Что это значит? В одном автомате может быть несколько независимых друг от друга электрических линий, которые соединены между собой общим механизмом отключения (рис. 5.100 и 5.101). Автоматы бывают одно-, двух-, трех- и четырехполюсными (это касается бытового применения).



**Рис. 5.100.** Двухполюсный автомат в пластиковом боксе в выключенном состоянии

У ВА есть различия по другим показателям. Они отличаются по пороговой силе тока, которую пропускают через себя. Чтобы автомат мог сработать и в аварийной ситуации отключить электросеть, он должен быть настроен на определенный порог чувствительности. Такую настройку производит изготовитель, поэтому на автомате сразу пишут числовое значение данного порога. Для бытовых нужд используют автоматы с показателями 6,3, 10, 16, 25, 32, 40, 63, 100 и 160 А (рис. 5.102). Есть автоматы со значениями и 1000, и 2600 А, но в быту они не используются. Эти цифры означают суммарную мощность всех потребителей электрического тока, которые будут подключаться к цепи, «охраняемой» автоматом.

Чувствительность автомата необходимо рассчитывать не только по суммарной мощности предполагаемых энергопотребителей, но и проводке, и электромонтажным изделиям — розеткам и выключателям.

В табл. 5.9 представлена типология автоматов.



**Рис. 5.101.** Трехполюсный выключатель: все линии срабатывают одновременно при отключении, они соединены вместе при помощи одной перемычки рычага



Таблица 5.9. Типы автоматов

Тип	Назначение
A	Для размыкания цепей с большой протяженностью электропроводки и защиты полупроводниковых устройств
B	Для осветительных сетей общего назначения
C	Для осветительных цепей и электроустановок с умеренными пусковыми токами (двигателей и трансформаторов)
D	Для цепей с активно-индуктивной нагрузкой, а также защиты электродвигателей с большими пусковыми токами
K	Для индуктивных нагрузок
Z	Для электронных устройств

Далее рассмотрим соответствие сечения кабеля и автомата, защищающего этот проводник, при помощи табл. 5.10 и 5.11.

Максимальный длительный ток кабеля принят для температуры жил +65 и воздуха +25 °С.

Количество одновременно прокладываемых проводников — до 4.

Ряд автоматов: 0,5 А, 1 А, 2 А, 3 А, 4 А, 6 А, 10 А, 13 А, 16 А, 20 А, 25 А, 32 А, 40 А, 50 А и 63 А.

Данные табл. 5.11 подходят и для трехжильного кабеля. В этом случае третья жила должна быть проводом защитного заземления или зануления.



**Рис. 5.102.** Ряд из однополюсных автоматов на 16 А. Допустим, за отдельный участок в квартире, например кухню, у нас отвечает один автомат на 6,3 А (бывает и такое — электрики пошутили). По известной формуле Ватт = Вольт × Ампер вычисляем, сколько приборов (и каких) может питаться от нашей сети. Получается, что это значение равно 1386 Вт, поскольку напряжение по умолчанию 220 В. Значит, на такой кухне нельзя включить даже мощный чайник, не говоря уже о холодильнике или электроплите — автомат сработает мгновенно и не даст недопустимому, на его взгляд, току проходить на подконтрольную территорию. В данном случае надо срочно менять ВА на 25 или даже 32 А.



Таблица 5.10. Двухжильный проложенный в коробе медный кабель

Сечение, мм <sup>2</sup>	Максимальная длительная сила тока кабеля, А	Сила тока кабеля/1,45, А	Автомат, А	Превышение силы тока, %
1,5	19	13,1	13	—
2,5	27	18,62	16	—
4	38	26,2	25	—
6	50	34,48	32	—
10	70	48,27	40 (50)	3,5
16	90	62,06	50 (63)	1,5

Таблица 5.11. Двухжильный проложенный в коробе медный провод

Сечение, мм <sup>2</sup>	Максимальная длительная сила тока кабеля, А	Сила тока кабеля/1,45, А	Автомат, А	Превышение силы тока, %
1	15	10,34	10	—
1,5	18	12,41	10 (13)	4,7
2	23	15,86	13 (16)	0,87
2,5	25	17,24	16	—
4	32	22,06	20	—
6	40	27,58	25	—
10	48	33,1	32	—
16	55	37,93	32 (40)	5,4

**Устройство защитного отключения (УЗО)** по внешнему виду очень напоминает обычный автомат: те же корпус и рычаг отключения (рис. 5.103). Собственно, УЗО и может выступать в качестве ВА, то есть как выключатель определенного участка цепи (рис. 5.104). Помимо этого, у него есть еще несколько функций. Главная из них — это защита человека от электрического тока и случайной утечки из сети. УЗО не может защитить от короткого замыкания, оно просто не прореагирует на него. Принцип работы УЗО — сравнивать входящий из сети ток с показателями, на которые настроен прибор. Допустим, если человек взялся рукой за провод и через него пошел ток, УЗО моментально



Рис. 5.103. Устройство защитного отключения номинальной силой тока 25 А и отсечкой 30 мА



**Рис. 5.104.** По внешнему виду УЗО практически не отличается от автомата, прозрачное окошко предназначено для закладки маркирующей бумажки, обозначающей, к какой зоне сети подключен прибор

разомкнет цепь, поскольку сигнал из сети не будет совпадать с нормальными показателями.

То же произойдет, если случится обрыв провода. УЗО обязательно устанавливается в любом распределительном щите, иногда их там несколько. Особенно это касается помещений с повышенным уровнем влажности — ванной и кухни. Важно помнить, что УЗО реагирует только на утечку тока из цепи. Любое другое нарушение работы, даже такой случай, когда человек возьмет в руки фазовый и нейтральный провода, то есть сам станет частью цепи, оставит его безучастным. Так что не стоит надеяться на одно лишь УЗО, а лучше укомплектовать распределительный щит дополнительными устройствами защиты от всех видов нарушения работы сети. На лицевой части любого УЗО есть кнопка «Тест», нажав которую можно узнать, в рабочем ли состоянии

механизм. Если он исправен, то разомкнет цепь (отщелкнется), если же изменений не произойдет — прибор не работает (рис. 5.105).

Точно так же, как и ВА, УЗО отличаются по чувствительности к значению силы тока и могут иметь несколько полюсов для подсоединения независимых проводников. Ряд числовых значений у них совпадает с автоматами: 6,3, 10, 16, 25 А и т. д. Однако у них есть и второй показатель — это отклонение величины силы тока по входящему проводнику. В бытовом УЗО, который предназначен в основном для защиты человека, порог чувствительности к отклонению от номинала равен 30 мА (рис. 5.106).

УЗО срабатывает очень быстро, в течение 0,05 с. В идеале это должно означать, что человек даже не успеет почувствовать укол тока, как сеть обесточится. Менее чувствительные УЗО используются в электротехнике, в которой порог опасного отклонения много выше, чем в случае поражения человека. Показания такого УЗО — 300 и 500 мА.



**Рис. 5.105.** УЗО на 40 А/30 мА



### ПРИМЕЧАНИЕ

Если номинальный ток превысит показатель силы тока в УЗО, то он не отключится подобно автомату, а просто сгорит, поэтому прибор нужно ставить с запасом.

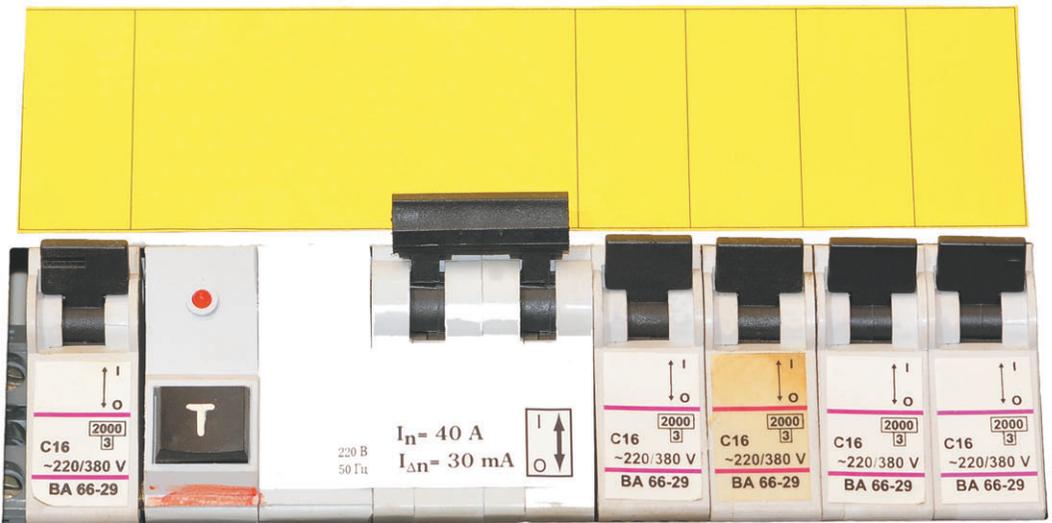
**Дифференциальный автомат (АД)** — это гибридное устройство, совмещающее в себе УЗО и механизм защиты от перегрузки тока, то есть обычный автоматический выключатель (рис. 5.107). Дифавтоматы, как их часто называют, различаются по многочисленным показателям. Например, регуляция номинального порогового тока, задержка времени и т. д. Дифавтомат заменяет собой сразу два устройства: автоматический выключатель и УЗО.

Это сокращает время монтажа и удобно при обслуживании. Многие АД имеют специальную индикацию, которая при срабатывании показывает, от чего именно произошел разрыв цепи: короткого замыкания или утечки. По внешнему виду АД практически ничем не



**Рис. 5.107.** Дифференциальный трехполюсный автомат

отличаются от УЗО, только маркировка на нем другая. Продукция российского производства имеет надпись на лицевом щитке «АД» и далее числовые значения.



**Рис. 5.106.** УЗО в ряду с обычными автоматами



## 5.7. Предохранители

По названию понятно, что эти устройства от чего-то предохраняют. Так и есть на самом деле. Они предохраняют потребителей от сверхвысоких токов и коротких замыканий — в общем, от перегрузок в сети. К предохранителям относятся всем известные пробки и плавкие вставки, которые используются в распределительных щитах. Предохранители бывают одноразовые и многократного использования. К последним можно отнести и обычные ВА.

### Пробки

Представляют собой фарфоровую оболочку в виде цилиндра, которая включает в себе вставку в виде стеклянной трубки с тонким проводником внутри и контактами на торцах (рис. 5.108). Вкручиваются такие пробки на щитке рядом со счетчиком, их цоколь очень похож на цоколь обычной лампы накаливания. Принцип работы такого устройства прост: ток высокого напряжения проходит через тонкий проводник внутри стеклянной трубки, он расплавляется и цепь разрывается — пробка перегорела (рис. 5.109).

Плюсы пробки очевидны: она не зависит от работы механических устройств, в основе ее работы — физические свойства ма-



**Рис. 5.109.** Тонкий проводник внутри предохранителя, который расплавляется под действием тока повышенного напряжения

териалов. Минусы также понятны: раз сработав, она нуждается в замене. Это будет не один щелчок рычагом выключателя, а замена перегоревшего элемента.

### Автоматические предохранители

Эти механизмы напоминают внешним видом обычную пробку (рис. 5.110). Отличие в том, что принцип работы основан не на сменных плавких предохранителях, а на тепловых расцепителях. Такой предохранитель, если он среагировал на повышенное напряжение или короткое замыкание, можно привести в рабочее состояние нажатием кнопки. Менять сгоревший сердечник, как в случае с обычным предохранителем, не нужно.



**Рис. 5.108.** Электрический предохранитель-пробка

**Рис. 5.110.** Автоматический предохранитель



### Плавкие вставки

Это специальные предохранители, предназначенные для установки в распределительных щитах (рис. 5.111).

Принцип действия напоминает работу обычной пробки. Они имеют сердцевину из легкоплавкого металла и керамическую оболочку. Рабочая сердцевина крепится в качестве держателя прямо на контакты рубильника.



**Рис. 5.111.** Плавкая вставка

Такие плавкие вставки пригодятся при подключении частного дома к электрической сети. Наиболее популярным является щит ЯБПВУ на 100 А с рубильником. Он располагается на входе в дом и предохраняет сеть от перегрузки и короткого замыкания (рис. 5.112). При помощи рубильника можно обесточить дом, отключив его от общей линии.



**Рис. 5.112.** Ящик с рубильником, внутри находятся плавкие вставки

## 5.8. Ящики и боксы под автоматы

Чтобы расположить автоматы и прочую электромонтажную аппаратуру и защитить ее от воздействия внешней среды, а также скрыть от случайного нажатия, используются металлические и пластиковые боксы (рис. 5.113).

Ассортимент таких изделий весьма велик. Сюда входят и миниатюрные коробочки на 2–4 автомата, и гигантские навесные шкафы на несколько сотен групп. В быту, как правило, используются пластиковые встраиваемые и навесные боксы под группы автоматов от 6 до 24. Они обладают современным дизайном и весьма удобны в эксплуатации.



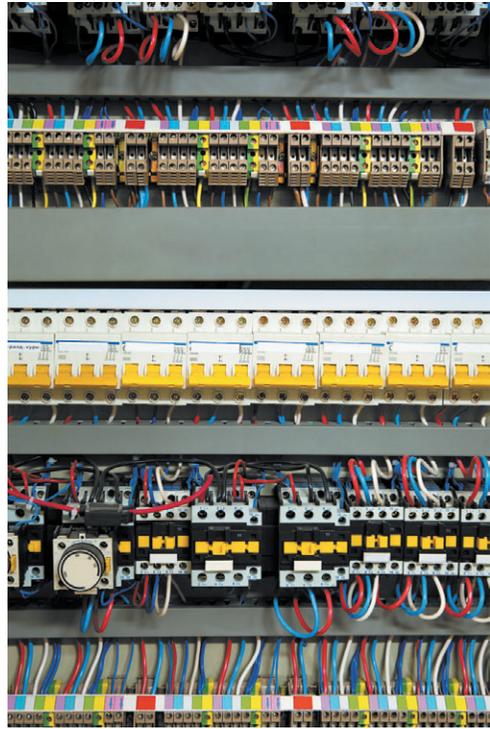
**Рис. 5.113.** Пластиковый бокс наружной установки на 6 групп автоматов



В зависимости от подстилающей поверхности и способа проведения проводки пластиковый бокс может быть наружным или внутренним. Бокс внутренней установки монтируется в нишу, которая выдалбливается или прорезается в перегородке. Снаружи остается лишь дверца. Боксы наружной установки монтируются прямо на стену при помощи дюбель-гвоздей или шурупов и не требуют дополнительных работ. В комплекте с боксом всегда идут крепеж и DIN-рейка (металлическая планка, на которую крепится аппаратура, со специальной защелкой на тыльной стороне) — на ней держатся автоматы. В зависимости от производителя иногда в комплект входит шина для подключения ноля или заземляющего провода. Боксы снабжены дверцей с прозрачной крышкой, которая может закрываться на ключ или просто защелкиваться.

Металлические ящики, как и пластиковые боксы, бывают наружной или скрытой установки. Они во всем похожи на пластиковые изделия, но выполнены из металла и иногда имеют более высокую степень защиты (герметичность). Устанавливаются они, как правило, в производственных и нежилых помещениях. В общем, задача ящиков, боксов и щитов заключается в том,

чтобы сгруппировать электроаппаратуру в одном месте, сделать такой монтаж максимально удобным и быстрым, а сами автоматы, УЗО и прочее защитить от неблагоприятных условий среды (рис. 5.114).



**Рис. 5.114.** Внутренности металлического ящика на несколько десятков групп автоматов

## 5.9. Электрические счетчики

Эти приборы в сети могут и не присутствовать. Единственная их задача — подсчитать, сколько энергии протекло на определенном участке цепи за какое-то время (рис. 5.115 и 5.116).

Счетчики измеряют электроэнергию в киловатт-часах. Что же обозначает эта единица измерения? Ответ прост: устройство мощностью в 1000 Вт долж-

но работать целый час, чтобы потратить 1 кВт·ч. По формулам, которые были приведены в главе «Общая теория электричества», довольно легко посчитать, какой прибор сколько потребляет. Если отнестись к этой величине относительно, то примерно столько энергии нужно затратить, чтобы вскопать 2,5 сотки огорода. Много это или мало — решать вам.



Рис. 5.115. Современный электросчетчик

Электрических счетчиков существует немало: от самых старых с оборотными дисками (механических) до новейших цифровых устройств (электронных). Самое главное отличие счетчиков друг от друга заключается в том, для какой цепи они предназначены — однофазной или трехфазной.

В принципе, все, что нужно знать домашнему мастеру по электрике насчет электрического счетчика, — это то, что он должен быть. Вмешиваться в работу данного прибора или устанавливать его самостоятельно нельзя. Для этого существуют профессиональные электрики, которые имеют на руках официальный документ, заверяющий право устанавливать и ремонтировать эти счетные приборы.

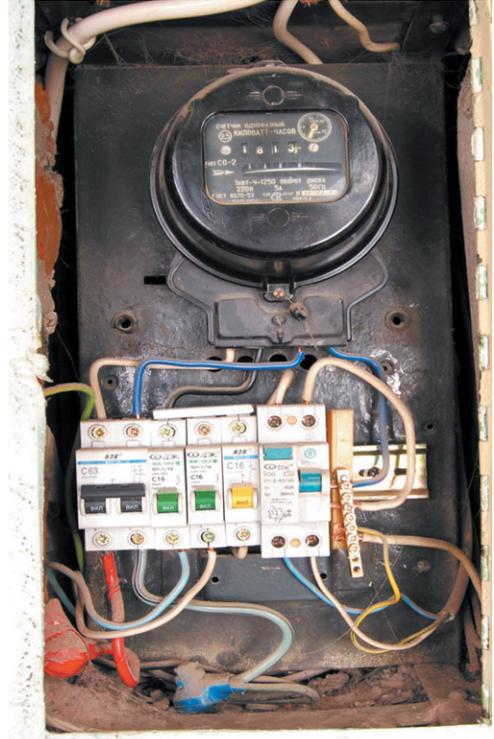


Рис. 5.116. Механический старый счетчик: видна пломба, которую поставил электрик после установки прибора

### **ВНИМАНИЕ!**

Любые действия, которые так или иначе нарушают корректную работу счетчика, влекут за собой уголовную ответственность.

# 6. Монтаж кабеля

## 6.1. Выбор проводников

Монтаж кабеля — важнейший этап электрификации жилого дома. Чтобы установленная проводка прослужила долгие годы без сбоев и ремонта, нужно не только верно выбрать провода и кабели, но и правильно их уложить (рис. 6.1).

Для этого необходимо учитывать следующие факторы.

1. Мощность всех энергопотребляющих устройств, которые будут установлены в доме или квартире: нужно сложить показатели всех

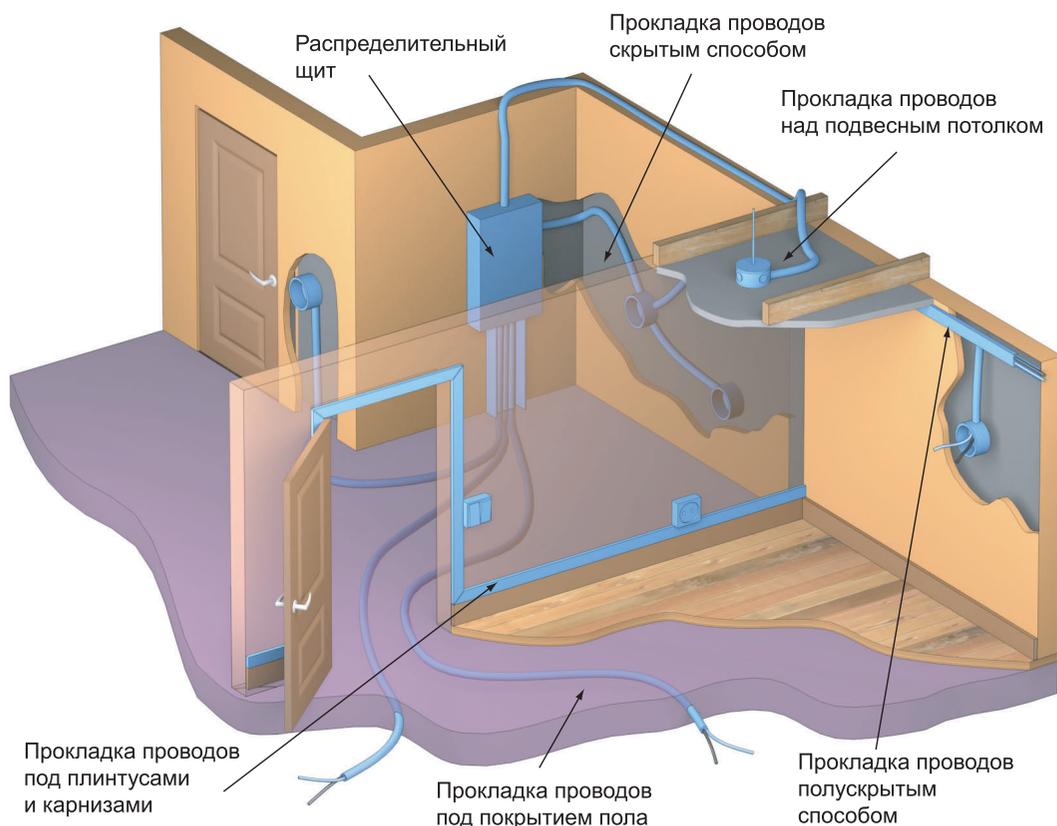


Рис. 6.1. Варианты прокладки проводки



приборов. Так вы получите суммарную потребляемую величину. Кроме того, необходимо выяснить, какая максимальная мощность выделена сетью. Стоит учесть все нюансы и планы на будущее. Допустим, сейчас в квартире стоят холодильник, телевизор, стиральная машина и компьютер. Суммарная мощность данных электроприборов вместе с освещением составит не более 3,5 кВт.

В будущем вы планируете поставить кондиционер, электроплиту и еще один компьютер, к тому же изменить схему освещения на более мощную. Понятно, что потребление энергии сразу возрастет и проводку надо будет поменять. Чтобы избежать таких проблем в будущем, необходимо сразу внести все желаемые изменения в проект и на его основе выбрать тип электропроводки.

Данные по проводке можно посмотреть в табл. 4.1, где указаны сечение кабеля и мощность, на которую рассчитан этот проводник.

### **ВНИМАНИЕ!**

Никогда не ставьте номинальную мощность проводки к потребляемой впритык. Всегда помните, что эти показатели рассчитаны на условный провод в идеальных условиях без соединений, возможных отклонений в конструкции проводника, температуры и т. д.

Легко представить ситуацию, когда провод ПУГНП  $3 \times 1,5$  ставится на кухню, в которой суммарная мощность приборов составляет 3,5–4 кВт. Для провода такого сечения это предел возможностей. Допустим, он проведен за холодильником и нагрелся от решетки его радиатора. Температура ПУГНП и сопро-

тивление возросли, плохо скрученное соединение заискрило и при возросшей нагрузке просто перегорело. Такая ситуация недопустима. В лучшем случае придется искать место обрыва (не факт, что найдете) и соединять ПУГНП. В худшем — менять всю проводку и тянуть ее заново. Это означает выброшенные на ветер деньги за ремонт, не говоря уже об опасности пожара.

На данный момент принято ставить провода с сечением ТПЖ  $1,5 \text{ мм}^2$  на освещение и  $2,5 \text{ мм}^2$  — на розетки. Для электроприборов с повышенной энергоемкостью (электрических плит, мощных кондиционеров и т. д.) существуют другие виды проводников. Сечение ТПЖ для них необходимо выбирать по мощности самого прибора. Например, для электрической плиты рекомендуется провод с сечением жилы не менее  $4 \text{ мм}^2$ , такой как ПВС  $3 \times 4$  или даже  $3 \times 6$ . Лучше всего подводить к таким приборам отдельные трехфазные линии.

Важную роль играет цена провода. Чем толще ТПЖ, тем дороже кабель. Однако ни в коем случае не экономьте на проводке. Это просто невыгодно. Если слабый провод перегорит, то замена обойдется в его десятикратную стоимость. Ведь придется вскрывать перегородки, менять кабель и заделывать заново стены — весь ремонт насмарку. Лучше потратить большую сумму, но быть спокойным, зная, что выбранный проводник простоит не один десяток лет и справится с любой нагрузкой.

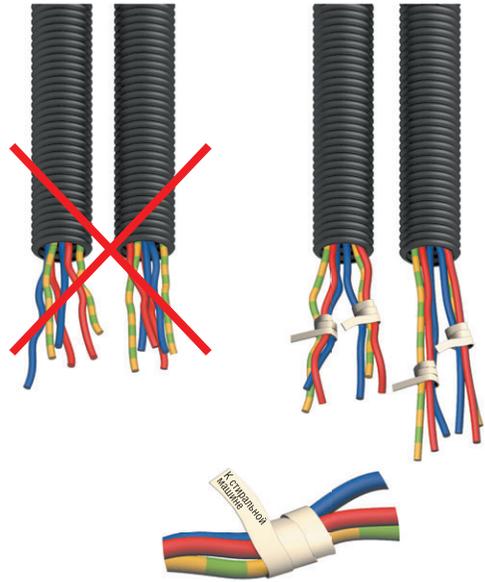
2. Выбор типа провода или кабеля зависит от способа прокладки: внутреннего или наружного. Для вну-



тренного подойдут провода и кабели с монолитной жилой и плоским сечением, например ПУНП или ВВГ. Для наружного — гибкие провода или с круглым сечением: ПВС, ПУГНП или ШВВП. Разумеется, такое деление не строгое. Например, круглый кабель, такой как NYM, потребует более глубокую штробу, нежели плоский ВВГ, что увеличит трудоемкость работы. Гибкие провода ПУГНП отлично укладываются в кабель-канал и протаскиваются сквозь гофру, тогда как с монолитным кабелем придется повозиться, особенно если он солидного сечения.

Перед началом установки необходимо выбрать цвет изоляции ТПЖ: заземляющей, фазовой и нулевой. Заземляющая жила всегда имеет желто-зеленую расцветку. Цвета фазовых и нулевых могут сильно отличаться, поскольку производители кабельной продукции зачастую красят эти два провода в произвольный цвет. Основные цвета фазового проводника — коричневый, красный и белый. Нулевой проводник — синий или черный (рис. 6.2).

На самом деле нет строгого определения цветов. Бывают случаи, когда все жилы в кабеле окрашены в один и тот же цвет, — маркируйте ТПЖ изолянтной. Это нужно делать и в том случае, если соединяются два кабеля с разной окраской изоляции жил. Лучше всего, когда провод имеет одинаковую расцветку жил (рис. 6.3). В данной ситуации следует выбрать определенный цвет и твердо запомнить или записать, к чему он относится. Иначе не избежать курьезных случаев соединения фазового проводника с нулевым в скрутке.



**Рис. 6.2.** Каждый провод помечается, к чему относится, — это облегчает монтаж проводки

3. Материал, из которого состоит проводник, — еще один важный фактор. В настоящее время происходит повсеместная замена старых алюминиевых проводов на медные. Это правильно, поскольку они по многим показателям превосходят алюминиевые. Работать с медью намного проще, и она более безопасна. Правда, есть одно «но» — цена. Алюминиевые провода стоят примерно в 1,5–2 раза дешевле, чем медные. Если нельзя, но очень хочется, можно ставить и алюминий. В этом случае надо быть готовым к тому, что негибкие хрупкие провода потребуют больших усилий при монтаже.



**Рис. 6.3.** При соединении проводов необходимо ориентироваться на цвет изоляции ТПЖ



## 6.2. Схема проводки

Чтобы рассчитать количество проводников, выбрать места для монтажа электрических точек и грамотно соединить кабель, необходимо составить общую схему электропроводки.

Рассмотрим способы соединения электрической цепи.

□ **Параллельное** — при таком способе входящие в цепь элементы объединены двумя узлами и не соединены друг с другом (рис. 6.4).

При таком соединении элементов, даже если одна из ламп перегорит и разорвет цепь, остальные не погаснут, поскольку у тока останутся «обходные» пути.

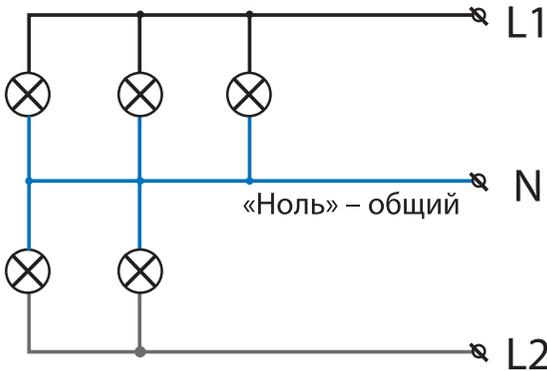


Рис. 6.4. Схема параллельного соединения цепи на примере светильника с 5 лампами

□ **Последовательное** — все элементы цепи располагаются друг за другом и не имеют узлов (рис. 6.5).

Пример последовательного соединения — всем известная елочная гирлянда: большое количество лампочек, соединенных одним проводом. Если сгорит одна, цепь разорвется и погаснут все.

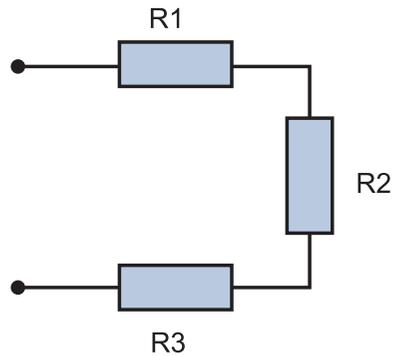


Рис. 6.5. Последовательное соединение

Основных типов расключения проводки три. Рассмотрим их подробно, поскольку от выбранного типа зависит вся схема целиком.

1. **Тип «звезда»** иногда называют бескоробочным, или европейским, типом разводки. Вкратце данный тип можно отобразить так: одна розетка — одна линия кабеля до щитка. Это означает, что каждая розетка и точка освещения имеют отдельную кабельную линию, которая заходит прямо в квартирный щиток и в идеале имеет автоматический выключатель.

В чем преимущества и недостатки такого типа расключения? Плюс — прежде всего в безопасности и возможности контроля над каждой электрической точкой. К тому же не требуется устанавливать распределительные коробки. Расключение именно такого типа делается, когда устанавливают систему «умный дом». Минус «звезды» — как минимум трехкратный расход проводки и, соответственно, трудовых затрат



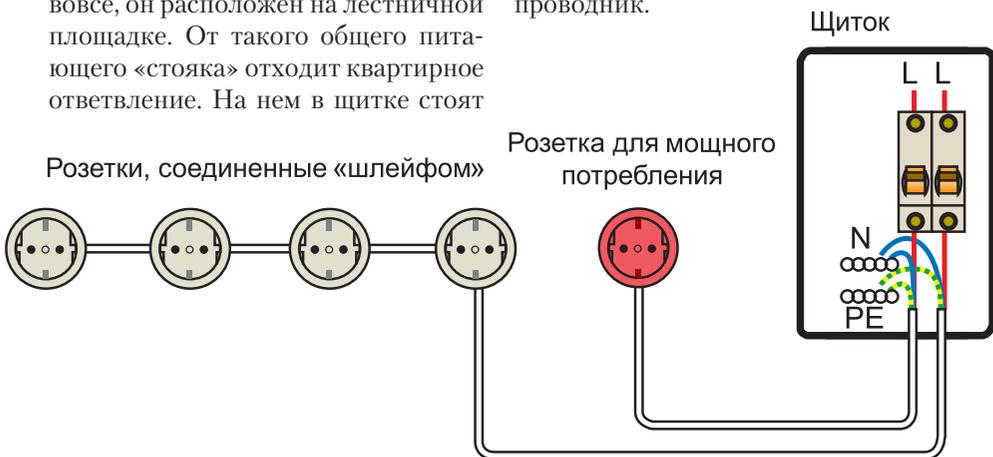
по ее монтажу. Кроме того, квартирный щиток становится размером со средний шкаф. Он может насчитывать 70–100 групп автоматов, особенно если на объекте есть еще и информационные сети. Установить самостоятельно такой щиток сложно, и он дороже обычного.

2. **Тип «шлейф»** напоминает «звезду», но отличается от нее экономичностью. Изобразить его можно так: розетка — розетка — розетка — квартирный щиток или распаячная коробка. На один кабель последовательно подключаются несколько электрических точек, от которых общий питающий проводник идет либо к квартирному щитку, либо к распаячной коробке (рис. 6.6).
3. **Тип расключения в распределительных коробках** — наиболее часто встречающийся вариант (рис. 6.7). Именно таким образом делалась разводка в советское время. Экономичный способ, не требующий особых затрат. В квартире щитка нет вовсе, он расположен на лестничной площадке. От такого общего питающего «стояка» отходит квартирное ответвление. На нем в щитке стоят

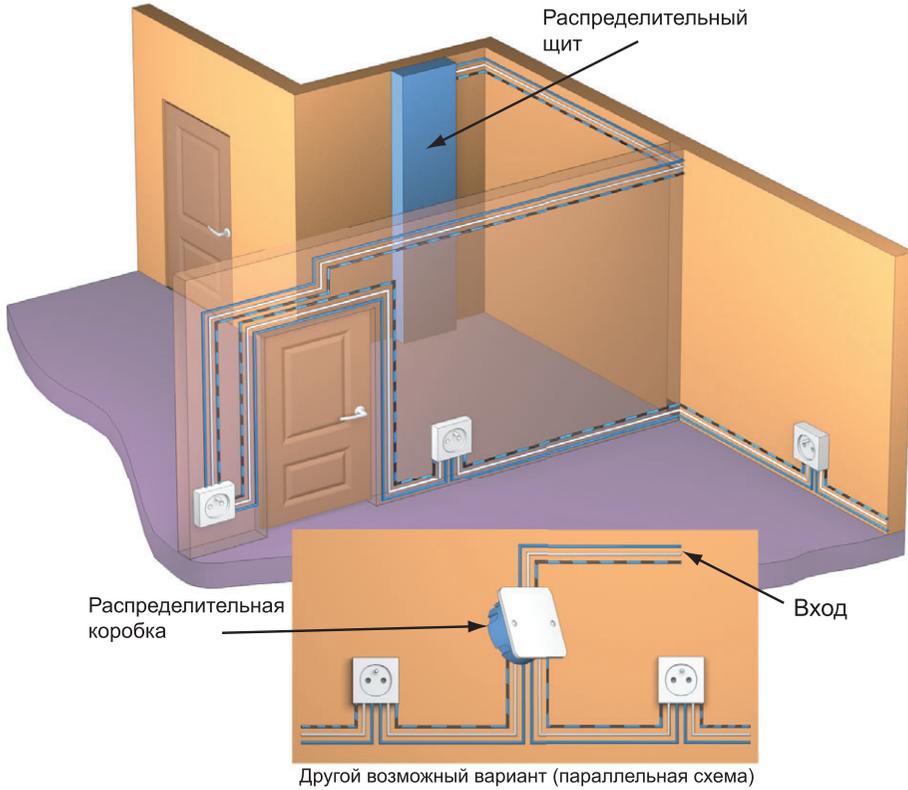
счетчик и автоматический выключатель (иногда — 1, иногда — 2–3, редко больше). Питающий кабель заходит в квартиру, затем при помощи распределительных коробок — в помещения, подходя к каждой точке. Можно сказать, что от распределительной коробки проводка идет к точкам «звездой».

В чистом виде типы разводки применяются редко. Исходя из имеющихся в наличии ресурсов и по желанию обычно выбирается смешанный тип. Приведем пример по разводке в отдельной квартире (рис. 6.8).

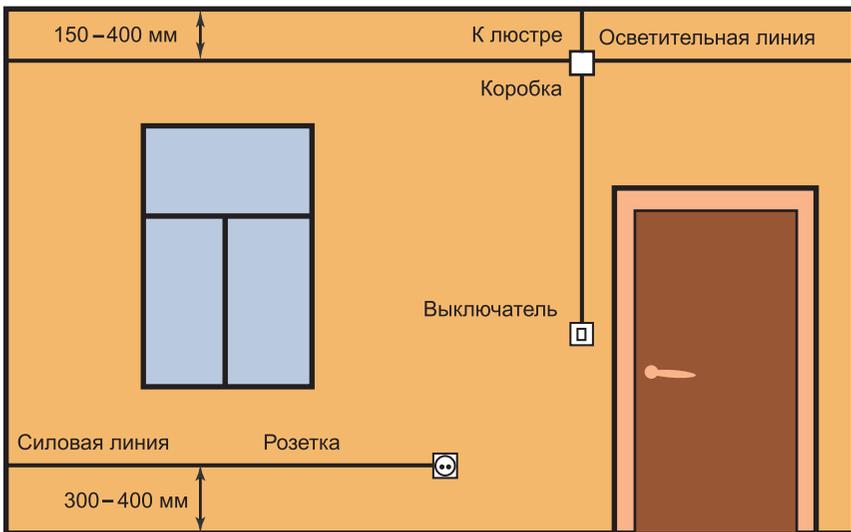
Питающий кабель входит в квартирный щиток, где стоят несколько групп автоматов и устройств защиты. В щитке общий кабель разводится на несколько зон, например по жилым комнатам и отдельно по ванной и кухне с разделением на розетки и освещение. Питающий кабель отдельной зоны заходит в комнату и расключается в коробке по точкам. Здесь возможны варианты: кабель пойдет на розетки «шлейфом» или на каждую точку будет выделен отдельный проводник.



**Рис. 6.6.** Два вида расключения проводов: розетка — щиток («звезда») и щиток — розетка — розетка — розетка («шлейф»)



**Рис. 6.7.** Способы расключения розеток: последовательный «шлейфом» и параллельный в распределительных коробках



**Рис. 6.8.** Силовые кабели и провода освещения подключены к щитку отдельно



Профессиональные электрики составляют такие схемы с учетом всех факторов. Это пожелания хозяина объ-

екта, то есть что именно хочется увидеть в квартире или доме (рис. 6.9).



**Рис. 6.9.** Перед тем как расставлять электрические точки на схеме, необходимо начертить подробный план будущей обстановки





мы не может разобраться в загадочных иероглифах, которые он сам же и придумал.

После этого вычерчиваются линии, которые обозначают прокладку проводки. Обязательно укажите на плане, на каком расстоянии от потолка или пола находится кабель, особенно если проводка скрытого типа.

Далее приведен пример электрической схемы квартиры (рис. 6.13). Разными цветами показаны провода освещения, силовые кабели и провод заземления. Условными значками изображены светильники, розетки, выключатели и распределительные коробки. Такая схема очень наглядна, и по ней можно выполнять все необходимые расчеты.

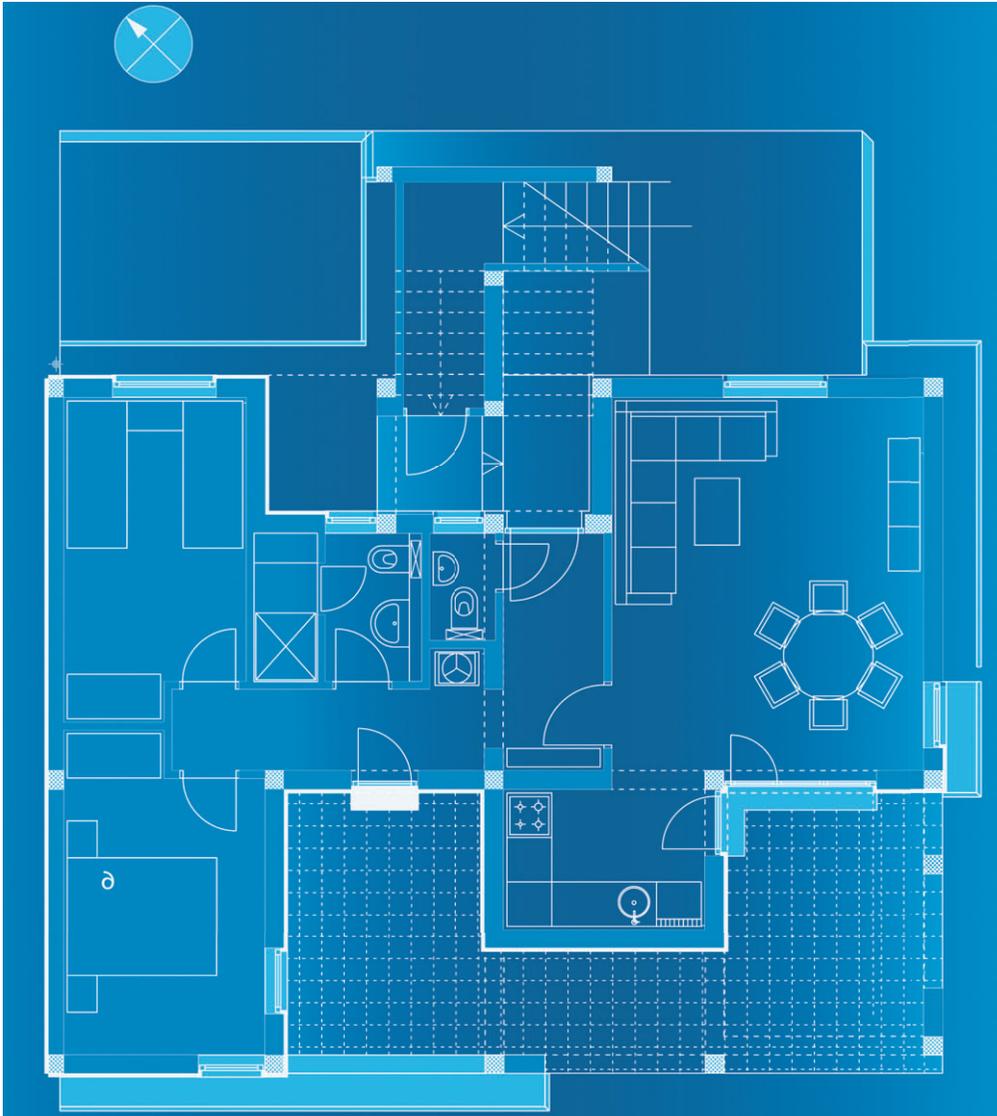
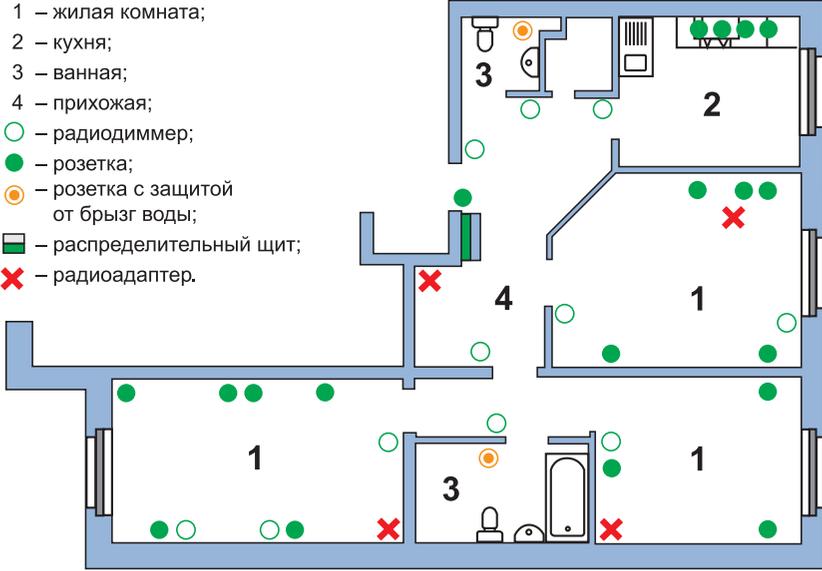


Рис. 6.11. Электрическая схема, выполненная с использованием современных компьютерных программ

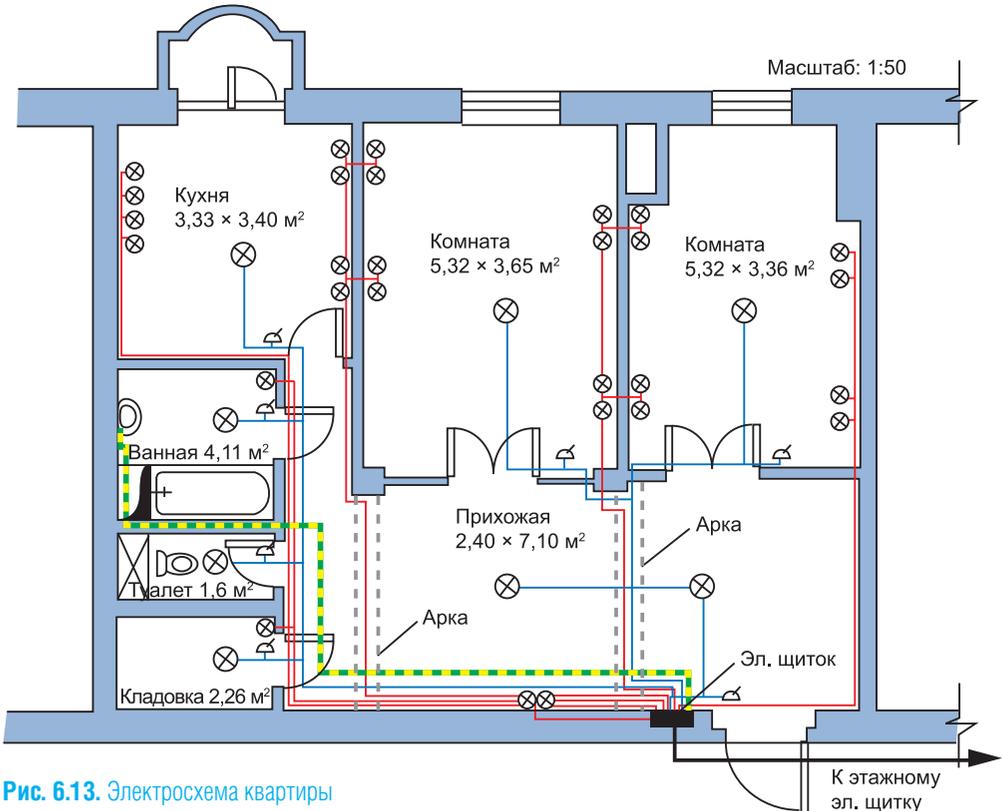


## 6. Монтаж кабеля

- 1 – жилая комната;
- 2 – кухня;
- 3 – ванная;
- 4 – прихожая;
- – радиодиммер;
- – розетка;
- (с точкой) – розетка с защитой от брызг воды;
- – распределительный щит;
- ✗ – радиоадаптер.



**Рис. 6.12.** Первоначально на схеме выставляются все электрические точки, которые необходимо разместить в квартире или доме



**Рис. 6.13.** Электросхема квартиры

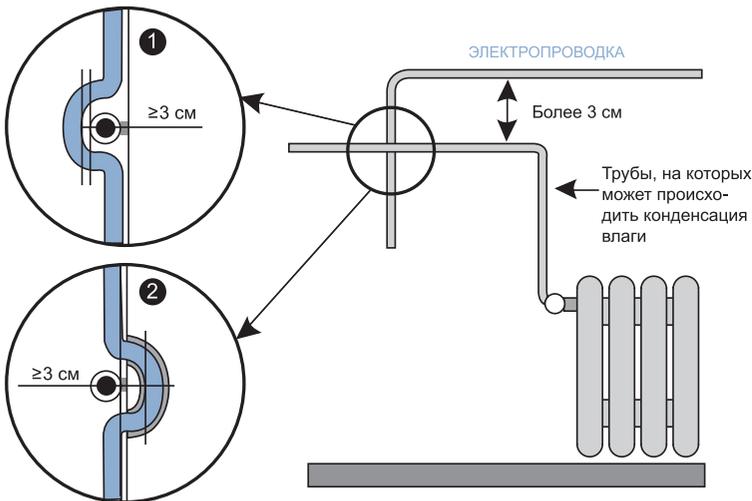


Это необходимо для того, чтобы в дальнейшем точно знать, где проходят провода. Иначе можно, вешая картину или полку, попасть сверлом прямо в кабель. Существуют типовые правила для монтажа. Они таковы.

1. Провод прокладывается только по вертикальным и горизонтальным линиям под прямыми углами. Если возникнет желание схитрить и сэкономить кабель, проведя его по диагонали, лучше так не делать. В дальнейшем найти этот кривой путь весьма трудно, а попасть в него гвоздем проще простого.
2. Расстояние от провода до потолка или пола должно быть 15 см. От углов, дверных косяков и оконных рам — не менее 10 см. При обводке через трубы отопления следует соблюдать зазор между ними и проводкой не меньше 3 см (рис. 6.14).
3. Необходимо избегать пересечения проводов при прокладке. Если это

трудновыполнимо, то расстояние между кабелями должно быть не меньше 3 мм.

4. Для упрощения расчетов все розетки и выключатели должны находиться на одинаковой высоте. Обычно выключатели устанавливаются слева от двери на высоте, достаточной для того, чтобы опущенной ладонью прикоснуться к ним, то есть 80–90 см. Розетки монтируют на высоте 25–30 см. Однако на кухне и в случае подключения высоко висящих электроприборов это расстояние может быть и другим. Лучше всего, если провод к выключателям будет спускаться сверху, а к розеткам подводиться снизу — так делает большинство электриков.
5. Длина проводника, выходящего из электрической точки, должна быть 15–20 см. Это делается для удобства монтажа точек при скрытом типе проводки. Если она открытого типа, то длина проводника может быть меньше: 10–15 см.



### ВНИМАНИЕ!

Концы жил проводников, которые заходят в электрические точки, должны быть заизолированы изолянтной.

Вооружившись чертежом, можно начинать монтировать электропроводку.

Рис. 6.14. Обводка проводки вокруг отопительных труб



### 6.3. Монтаж скрытой проводки

Монтаж скрытой проводки начинается на этапе ремонта или строительства, когда ничего, кроме черновых стен и потолка, еще нет. Это лучший вариант — не надо делать штробы, а потом замазывать их штукатуркой (рис. 6.15).

Толщина слоя штукатурки, которая покрывает кабель, при таком варианте должна быть не менее 6–7 мм. В этом случае штукатурка покрывает провод без всяких затруднений. Однако такая толщина зависит от стены. Если поверхность ровная и слой штукатурки не превышает 3–4 мм, то такой вариант не подойдет. Лишний расход никому не нужен: увеличив толщину слоя штукатурки на 3–4 мм, вы сделаете расход материала на квартиру весьма существенным. Проще сначала отштукатурить стену, а затем по ней штробить перегородку на нужную глубину.

#### **ВНИМАНИЕ!**

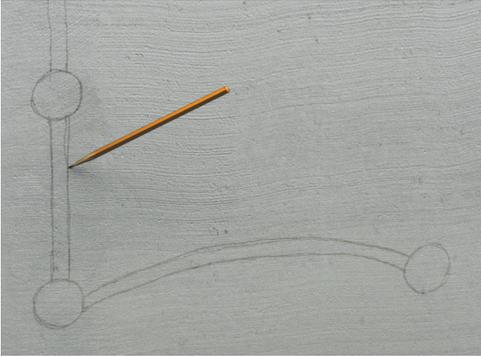
Перед тем как монтировать кабели и провода, необходимо обязательно проверить их на целостность при помощи индикатора или лампы-пробника. Та же процедура повторяется после монтажа.

В любом случае первоначально чертятся линии, по которым будет проходить кабель. От потолка или пола отмеряется расстояние, на которое будут отстоять провода. При этом необходимо учитывать, что эта величина может быть уменьшена в зависимости от последующих работ, например укладки пола или монтажа навесного потолка (рис. 6.16–6.21).

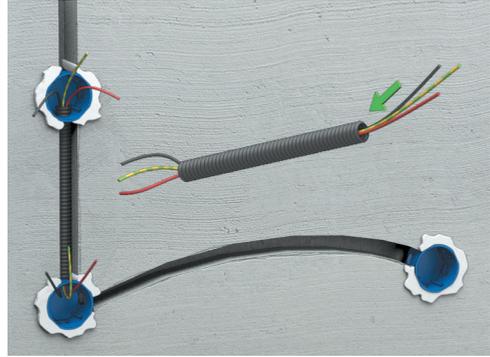
Линии хорошо чертить при помощи длинного строительного уровня — получится не только ровно, но и прямо.



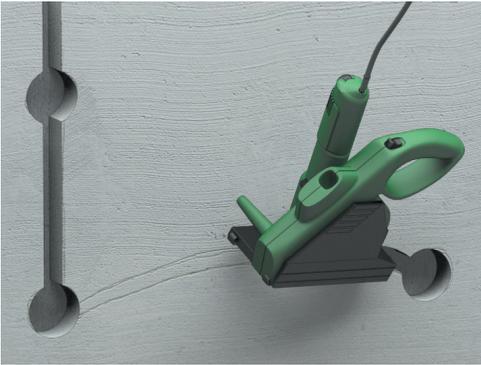
**Рис. 6.15.** Провода, заделанные в штукатурку



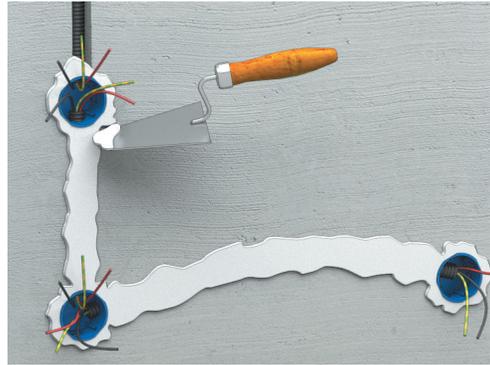
**Рис. 6.16.** Шаг первый: перед тем как начать работу, необходимо вычертить прямо на стене месторасположение коробок и штроб



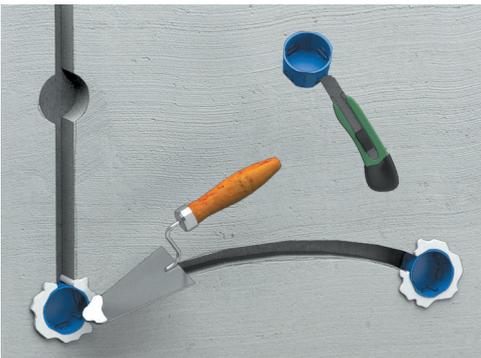
**Рис. 6.19.** Шаг четвертый: после того как коробки прихвачены, нужно отмерить отрезки кабеля и труб (если они будут прокладываться) и вложить проводники в штробы



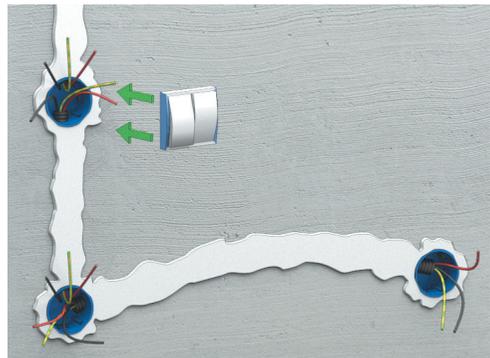
**Рис. 6.17.** Шаг второй: при помощи перфоратора режутся отверстия под коробки и штроборезом или болгаркой делаются штробы между ними



**Рис. 6.20.** Шаг пятый: уложенный кабель и коробки замазываются штукатуркой



**Рис. 6.18.** Шаг третий: в установочных коробках выламываются лючки, затем провода вставляются в отверстия и прихватываются гипсом или штукатуркой



**Рис. 6.21.** Шаг шестой: после того как штукатурка высохнет, можно устанавливать розетки и выключатели



Расстояние в 15 см должно отмеряться с учетом последующих изменений, иначе потом может получиться так, что искомый провод окажется за потолком или полом. Затем по линиям ставятся точки, в которых кабель будет прикрепляться к стене. В зависимости от вида проводника (с гибкой жилой или монолитной) крепеж может быть на расстоянии 40 см (для гибкой) или 20–30 см (для монолитной).

Необходимо сказать несколько слов о крепеже. Идеальным для бетонных и кирпичных стен является дюбель-хомут, или, в просторечии, увешка (UW). Для установки кабеля сечением  $3 \times 1,5$  или  $3 \times 2,5$  используются крепления с маркировкой 5/10. Для такого размера увешки требуется бур диаметром 6 мм и длиной от 60 мм.

После этого нужно просверлить отверстия в точках крепления при помощи перфоратора. Необходимо обхва-

тить кабель дюбелем и просто вставить в проделанное вами отверстие нужной глубины. Пластиковые усики крепежа заклинятся, и провод окажется надежно прихваченным к стене одним движением. Это намного проще, чем пользоваться другим видом крепежа.

Делая поворот на  $90^\circ$ , помните, что он должен быть плавным и не меньше, чем указано в спецификации кабеля. В основном в домашних видах проводки делают изгиб, равный 6 диаметрам кабеля. Перед тем как прижимать проводник увешкой, необходимо смотать с бухты 10 м. Затем выпрямляйте его рукой, чтобы кабель был без перекрутов и изгибов, — это существенно упростит монтаж.

Подведя кабель к электрической точке, оставьте хвостик длиной 15–20 см. После того как кабель закреплен увешками, можно приступать к оштукатуриванию стен и дальнейшему ремонту.

### 6.4. Штробление стен

Если ситуация такова, что на голые черновые стены кабель положить не удастся или слой штукатурки слишком тонок, то стены придется штробить. Борозда или прямоугольная выемка в стене для кабеля и называется штробой. Сделать ее просто, но зачастую весьма трудоемко.

Начинать следует с разметки. После этого выбирается инструмент для данной работы: болгарка, перфоратор или штроборез. Электрический штроборез по причине дороговизны используют не все, хотя он очень удобен. Гораздо чаще используется болгарка или перфоратор. При работе с этими инструментами необходимо надевать защитные очки и одежду. Поднятая пыль может быть

такой густой, что вы ничего не увидите на расстоянии вытянутой руки. Если нет электроинструмента, штробить придется зубилом и молотком. Это очень трудоемко, к тому же выемка получится неровной, и есть опасность, что часть штукатурки отвалится.

Глубина штробы должна быть достаточной для того, чтобы кабель скрылся в ней с запасом. Учтите, что в данном случае коробка под розетку обычно устанавливается в стену (рис. 6.22).

Аккуратнее и проще работать болгаркой, особенно если проводов в штробе несколько. Для резки штукатурки или кирпича используют сменные диски по камню, для твердого железобетона — алмазные насадки. По всей линии протя-



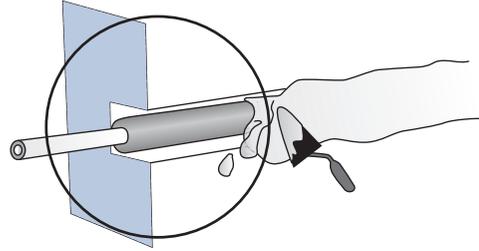
женности кабеля прорезаются 2 параллельно идущие линии на достаточную глубину, чтобы скрыть провод, и еще пара миллиметров берется про запас (еще нужно скрыть крепеж). Ширина штробы зависит от количества проводов. При этом необходимо помнить, что они должны располагаться на расстоянии 3–5 мм друг от друга. Прорезав эти 2 линии, при помощи обычного долота или перфоратора сбейте перемычку между ними — и штроба готова. Теперь в нее можно монтировать кабель.

Проводник крепится все теми же увешками. Теперь штробу можно замазывать штукатуркой. Перед тем как это сделать, необходимо еще раз проверить, все ли на месте и на достаточную ли длину выдвинуты концы проводов. До оштукатуривания нужно вычистить пыль из штроб щеткой и покрыть выемку грунтовкой. После этого развести необходимое количество штукатурной смеси и наносить ее шпателем, вдавливая внутрь штробы (рис. 6.23 и 6.24).

Затем широким шпателем нужно удалить излишки штукатурки и оставить смесь высыхать примерно на сутки.



**Рис. 6.22.** Штроба в бетонной стене



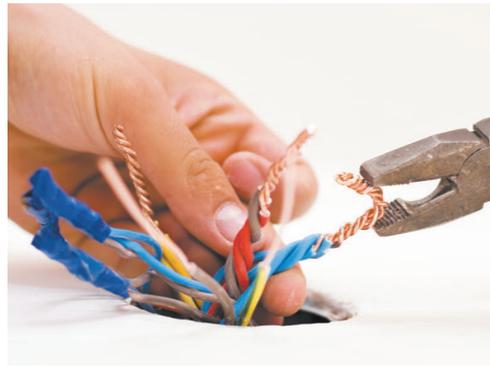
**Рис. 6.23.** После того как кабель закреплен в штробе, его покрывают штукатуркой — цементной или гипсовой



**Рис. 6.24.** После того как проводка уложена в штробу и оштукатурена, можно приступать к другим видам отделки

В местах, где будут располагаться разветвительные коробки, провода остаются висеть пучками (рис. 6.25).

Коробки монтируются после заделывания штроб, поскольку не всегда ясно, на какую глубину их устанавливать.



**Рис. 6.25.** Концы проводов скручиваются вместе и изолируются

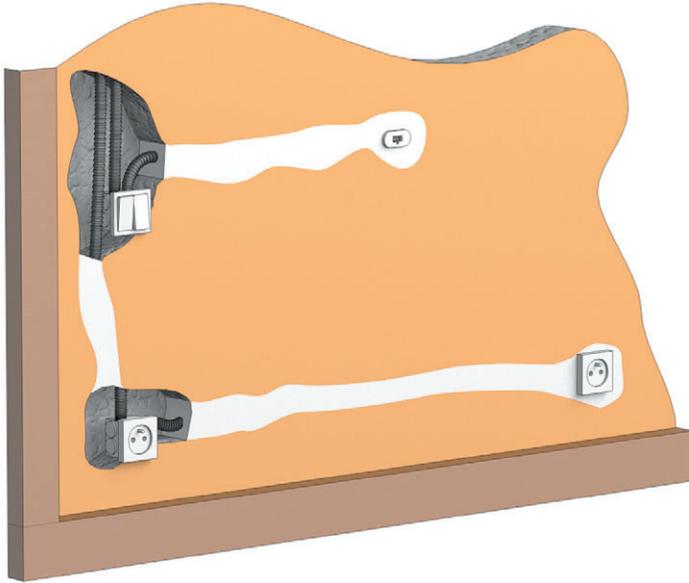


## 6.5. Скрытая прокладка проводки в трубах

Для особо надежной проводки кабелей используются пластиковые трубы, гофрированные или ПВХ (рис. 6.26).

Такой способ прокладки используется достаточно редко — в помещениях с повышенной влажностью и резкими

перепадами температур. Например, в хозяйственных неотапливаемых строениях, подвалах, банях и т. д. Трубы в штробах прокладывают практически так же, как и кабель (рис. 6.27–6.32).



**Рис. 6.26.** Скрытая прокладка кабеля в гофрированных трубах



**Рис. 6.27.** Скрытая укладка кабеля в гофрированной трубе: глубина штробы должна быть такой, чтобы от гофры до края выемки было не менее 5 мм



**Рис. 6.28.** Трубу крепят в штробе при помощи обычных гвоздей или прижимают, закручивая шурупы (если позволяет материал стены)



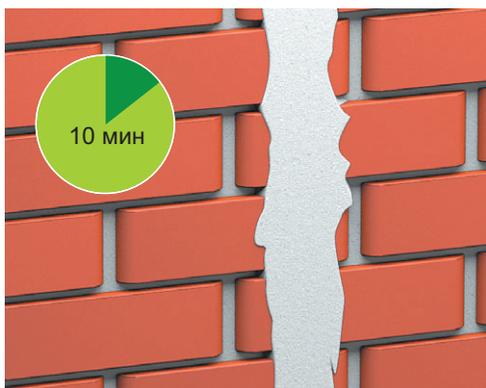
**Рис. 6.29.** Перед тем как замазать штробу штукатуркой, необходимо смочить выемку водой и обработать грунтовкой



**Рис. 6.32.** Удалите шпателем излишки смеси, выравнивая поверхность



**Рис. 6.30.** Штробу замазывают штукатуркой при помощи шпателя



**Рис. 6.31.** После нанесения штукатурки подождите 10 мин, чтобы она подсохла

Если один из кабелей заключен в пластиковую трубу, то допускается перекрест проводников (рис. 6.33).



**Рис. 6.33.** Два вида укладки кабеля в стену: в гофрированной пластиковой трубе и без нее



Единственная разница — ширина и глубина штробы будут намного больше. Пластиковые трубы крепятся увешками или металлическими скобами, если их диаметр превышает 40 мм. Можно фиксировать трубы в штробе и при помощи быстро застывающего гипса (рис. 6.34).

Такой способ прокладки более трудоемок, но существенно повышает надежность и долговечность проводников. Кроме того, в случае замены или ремонта кабеля можно легко вынуть его из трубы, которая зафиксирована в стене, и произвести все необходимые работы.



**Рис. 6.34.** Несколько мазков гипса прихватят кабель уже через пару минут

### 6.6. Скрытая прокладка кабеля в перегородках, полах и потолках

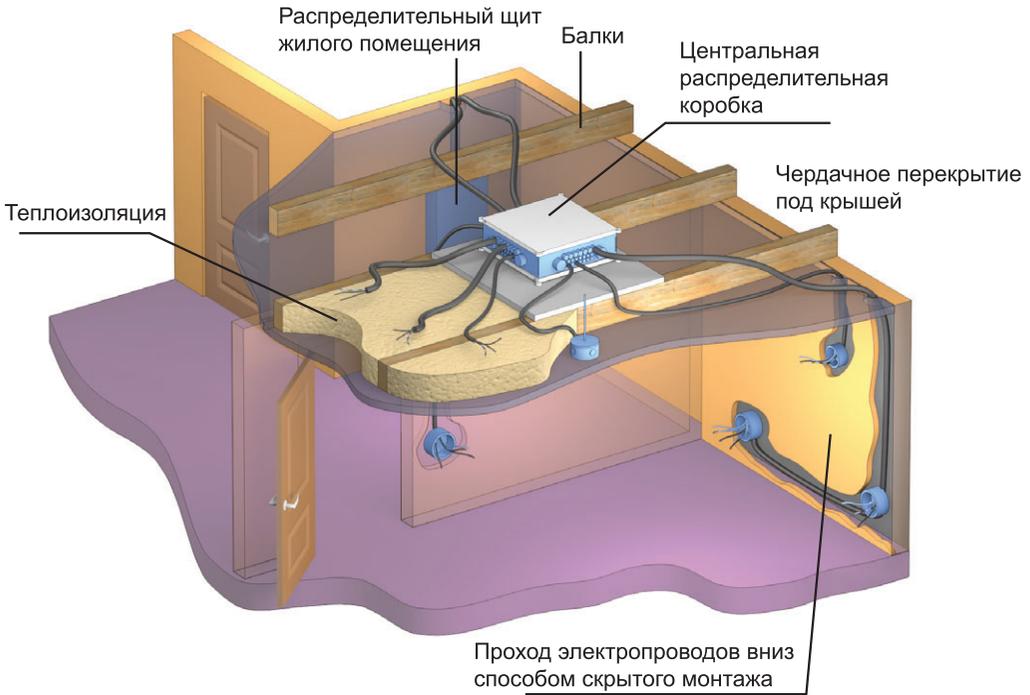
Если в помещении предусматривается подвесной потолок из гипсокартона с металлическим каркасом, то монтаж кабеля сильно упрощается. Не требуется штробить стены в горизонтальном направлении, все провода прячутся под гипсокартон, подводятся к стенам и опускаются вертикально вниз под нужные электрические точки. Можно избежать бурения отверстий под распаячные коробки, разместив их там же. Единственное «но» — в таком случае в гипсокартоне напротив коробок придется вставить пластиковые лючки. Вмонтировав такой лючок, можно в любой момент получить доступ к электрической аппаратуре, размещенной за перегородкой или подвесным потолком (рис. 6.35).



**Рис. 6.35.** Пластиковый лючок для гипсокартона

Провода освещения можно крепить к потолку хомутами или увешками. Хороший вариант, когда проводка заключена в пластиковые трубы, прикрепленные к потолку при помощи клипс. Это повышает пожаробезопасность гипсокартонной конструкции (рис. 6.36).

Если есть желание, то кабель можно проложить и в полу. Хорошо подходят для такого способа монтажа полы из дерева и гипсоволоконных плит. В первом случае в лагах выпиливаются или просверливаются отверстия, в которые просовываются пластиковые трубы, а внутри них проходит кабель. Во втором случае трубы просто укладываются на пол, прикрепляются скобами к нему и засыпаются керамзитом или другим наполнителем, поверх которого настилается напольное покрытие (рис. 6.37).



**Рис. 6.36.** Прокладка проводки в гипсокартонном потолке



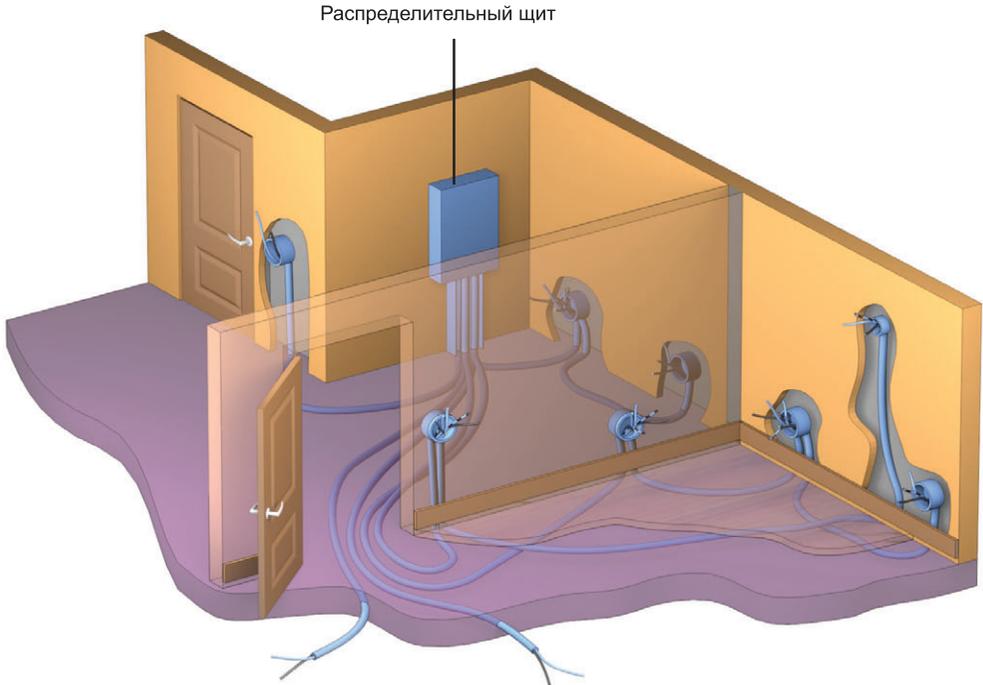
**Рис. 6.37.** Трубы, расположенные внизу, позднее будут под полом



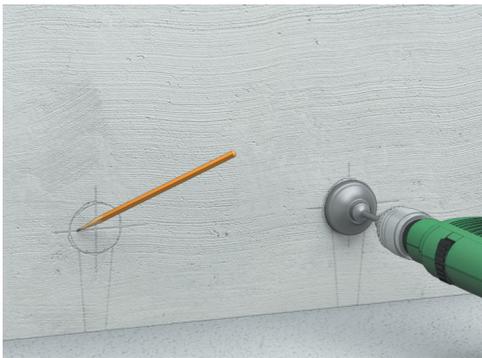
Есть вариант, когда проводка прячется в трубы и заливается цементным раствором — помещается под стяжку (рис. 6.38–6.44). Однако так делать не рекомендуется, особенно если слой раствора над трубой достаточно тонкий.

**ВНИМАНИЕ!**

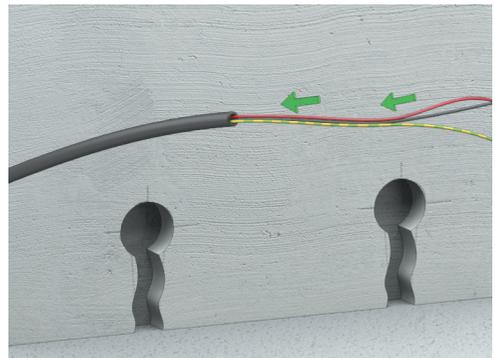
Если проводка прячется в перегородки, за облицовку или в пол, то в этих местах нельзя соединять провода. Это можно делать только в коробках, за пределами скрытой прокладки проводки.



**Рис. 6.38.** Вариант скрытой прокладки: проводка вмурована в бетонную стяжку



**Рис. 6.39.** Алгоритм монтажа проводки в бетонной стяжке, шаг первый: разметка электрических точек (необходимо учесть толщину будущей стяжки, чтобы розетки оказались на нужном расстоянии от пола)



**Рис. 6.40.** Шаг второй: измеряется длина отрезков труб и в них протягивается кабель



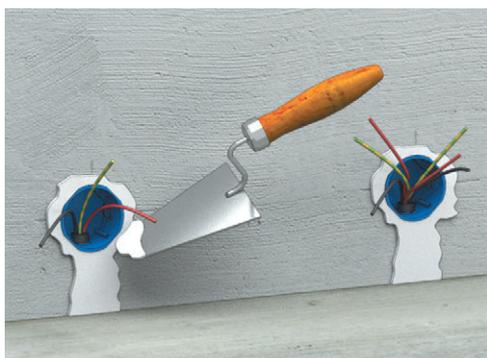
**Рис. 6.41.** Шаг третий: после того как трубы укладываются на полу, они накрываются армирующей сеткой и прикрепляются к этому слою хомутами



**Рис. 6.44.** Шаг шестой: устанавливаются розетки



**Рис. 6.42.** Шаг четвертый: заливается цементный раствор и стяжка выравнивается



**Рис. 6.43.** Шаг пятый: труба в штробах и коробки замазываются штукатуркой



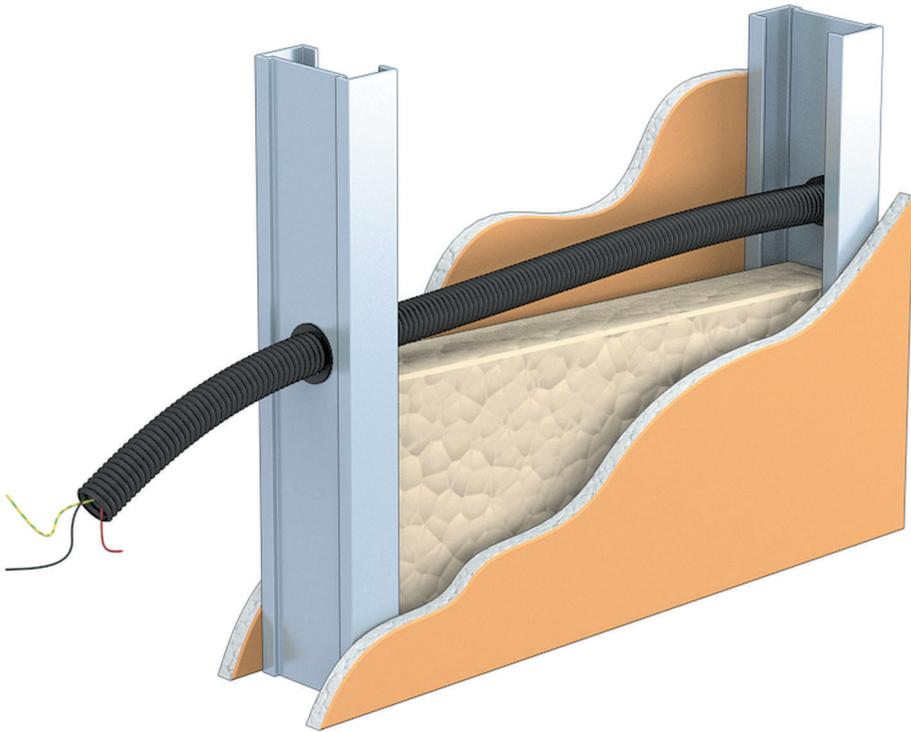
**Рис. 6.45.** Кабель, проведенный за гипсокартонной облицовкой, — нарушение налицо: проводка протянута без защитных пластиковых труб

В перегородки или за гипсокартонные конструкции провода прячутся довольно часто. Самой распространенной ошибкой бывает их монтаж без защитных оболочек (рис. 6.45).



В металлических профилях просто пробиваются отверстия. Перед тем как нашить гипсокартон, провода проволлакиваются сквозь них (рис. 6.46). Это грубейшее нарушение всех норм. Края профиля могут повредить изоляцию проводки, и ток пойдет на металлические детали конструкции.

Они находятся там с момента изготовления перекрытия. Спрятать в них провода — замечательная идея, поскольку не требуется штробления, а провода надежно защищены. В потолке пробиваются два отверстия: одно — у стены, второе — в месте, где будет располагаться светильник. При помощи



**Рис. 6.46.** Правильный вариант прокладки кабеля через гипсокартонную перегородку: проводники заключены в гофрированную трубу

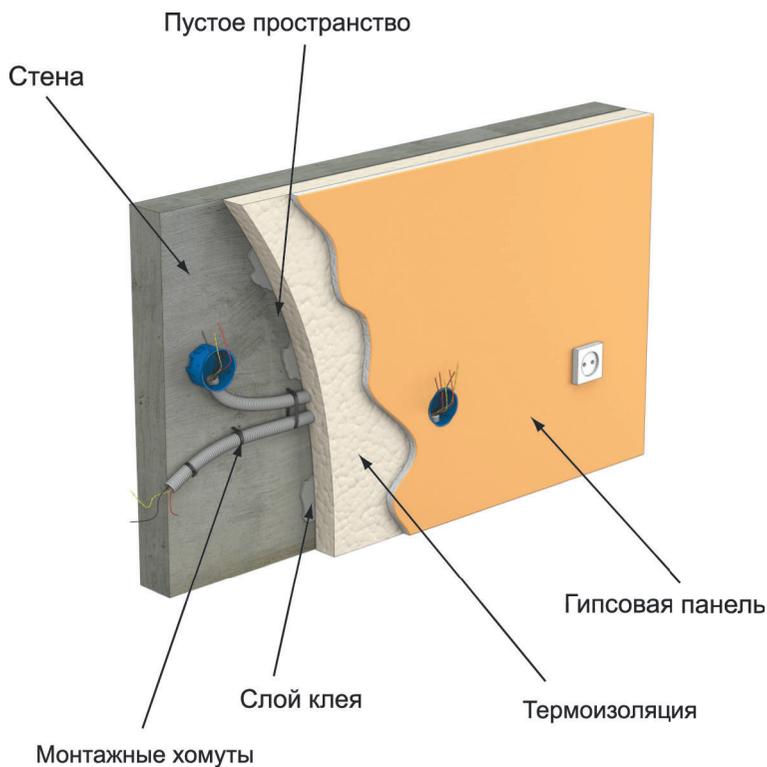
Кроме того, вытащить такой провод для замены или ремонта практически невозможно. Он запутается в заусенцах профилей и острых краях подвесов. Есть простейшее решение такого вопроса — кабели заключаются в пластиковые трубы или короба, а те, в свою очередь, просовываются в отверстия профиля (рис. 6.47 и 6.48).

При прокладке проводов освещения часто используются пустоты в потолоч-

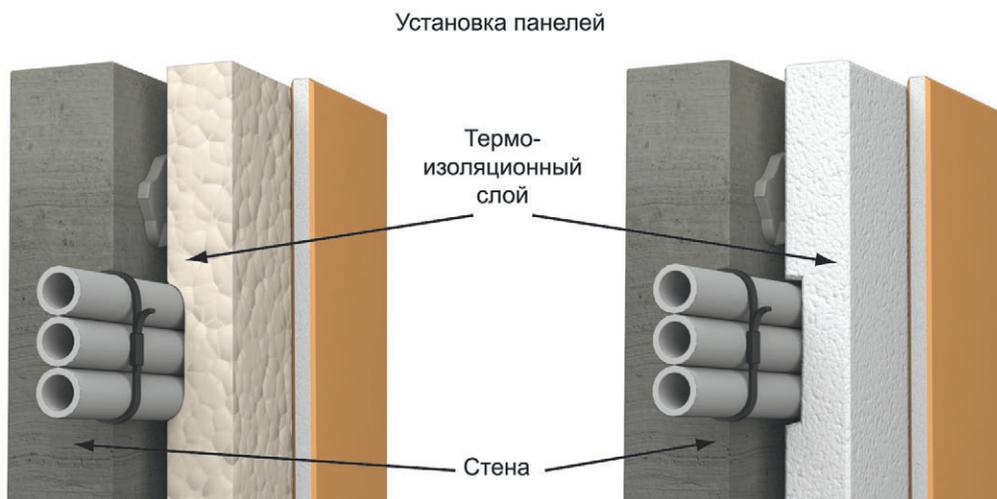
зона из жесткой проволоки провод протаскивается через канал в плите.

### **ВНИМАНИЕ!**

Если проводка прячется в перегородки, полы или потолки, то она обязательно должна быть заключена в пластиковые трубы или лотки. Это требование пожарной безопасности и защищенности людей.



**Рис. 6.47.** Укладка кабеля в гипсокартонной перегородке



**Рис. 6.48.** Прокладка труб через утеплитель в гипсокартонных перегородках: на рисунке *слева* — минеральная вата, она легко сжимается и не требует дополнительных работ; *справа* — пенопласт, в котором прорезаются каналы для размещения труб с кабелем, перед тем как уложить его на место



## 6.7. Монтаж открытой проводки

Существенно отличается от монтажа скрытой проводки. Главная задача в данном случае — убрать провода под декоративные поверхности, чтобы они находились под защитой и не портили внешнего вида жилых комнат. Это замечательный выход из положения, но только в том случае, если проводится полный ремонт с заменой всех декоративных покрытий (штукатурки, обоев, керамической плитки и т. д.) или отделка начинается с нуля. Другое дело, если ремонт уже закончен и нет ни желания, ни необходимости что-либо менять, а проводку ставить надо. В такой ситуации монтируется проводка открытого типа. Еще один случай — это бревенчатый дом, поскольку долбить или вырезать штробу в дереве трудоемко, да и размещать кабель там небезопасно (рис. 6.49).

Любая открытая проводка прокладывается в специальных защитных кожухах. Это могут быть металлические лотки, гофрированные и ПВХ-трубы, кабель-каналы.

В скрытой прокладке доступ к проводам затруднен, а иногда и просто невозможен без того, чтобы разбирать декоративные покрытия. Открытый способ тем и хорош, что без каких-либо дополнительных усилий можно добраться до любого участка электрической сети.

Идеальным вариантом для открытой проводки в жилых помещениях является **кабель-канал** (рис. 6.50).

Его удобство заключается в следующем.

1. Короб эстетичен, а это немаловажно для внешнего облика квартиры или дома. Современный ассортимент

данного вида продукции настолько велик, что позволяет выбрать внешний вид и расцветку кабель-канала под любой дизайн.

2. Его очень просто монтировать. Этот процесс нетрудоемкий и не требует особых навыков.
3. На поверхности кабель-канала можно расположить розетки и выключатели, они идеально впишутся в общую конструкцию.



**Рис. 6.49.** Устаревший способ наружной прокладки: кабель прикреплен к стене электроустановочной скобой и ничем не защищен



Монтаж данного защитного кожуха начинается с определения размеров канала и расчета того, какие аксессуары понадобятся для всей конструкции. Для этого придется начертить подробный план с разверткой стен. Каждая изображается отдельно с проставлением всех размеров. На чертеже обязательно должны быть указаны количество проводов и их сечение, чтобы определить размеры кабель-канала.

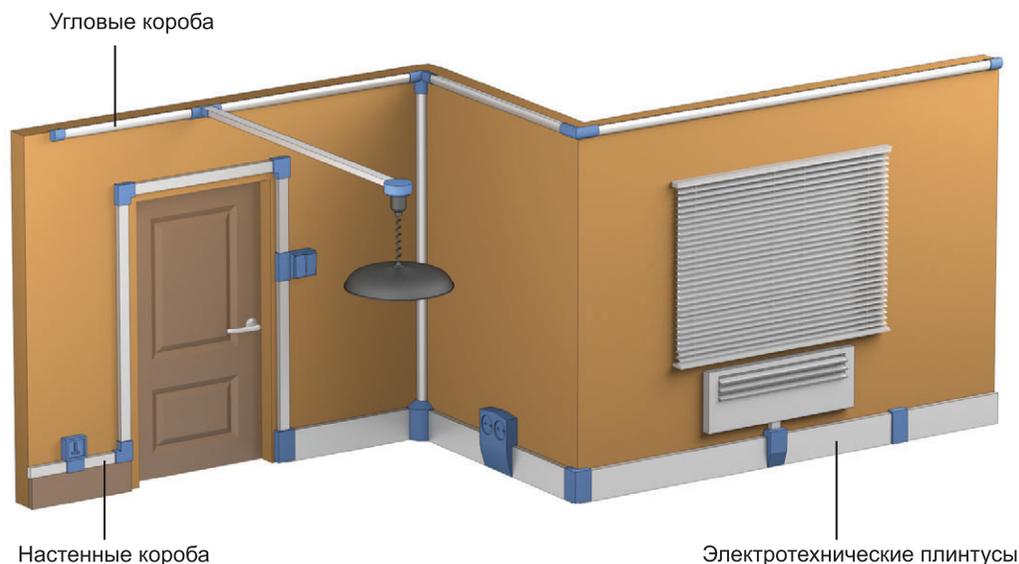
В отличие от скрытой проводки короб можно крепить к стенам под любыми углами. Захочется сэкономить на материале — по диагонали, а если возникнет желание поразить необычным дизайном, выполните ломаные узоры по поверхности стены. Однако, как правило, кабель-канал монтируется под прямыми углами. Можно основной провод провести под потолком и спустить вниз перпендикулярные отводы, либо наоборот — над самым полом и поднимать провода вверх. Вариантов масса, впрочем, как и видов короба.

Есть напольный вариант (рис. 6.51), потолочный и обычный, который подойдет во всех случаях.

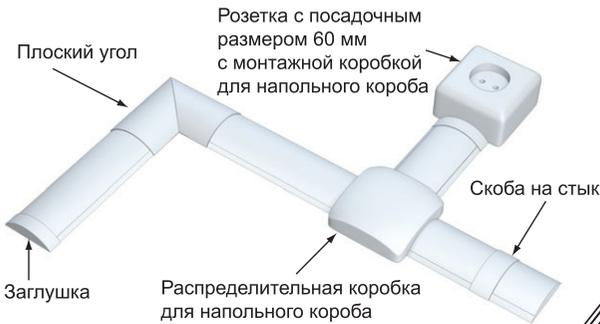
Аксессуары к кабель-каналу — это поворотные углы, внутренние или наружные, на  $90^\circ$  или плавные, торцевые заглушки, тройники, переходы под кожух другого сечения и т. д. Изгибы трассы данного защитного кожуха прикрываются наружными и внутренними углами. Можно обойтись и без них, просто надрезая и сгибая короб и крышку, но монтаж с аксессуарами намного быстрее и эстетичнее (рис. 6.52).

Составив подробный чертеж, нужно сосчитать количество этих деталей, а также длину короба. Аксессуары и размеры кабель-канала представлены в табл. 5.1–5.3. Как правило, такой защитный кожух продается отрезками по 2 м, хотя иностранные производители выпускают и другие размеры.

После того как все аксессуары и кабель-канал закуплены, можно на-



**Рис. 6.50.** Пример прокладки электропроводки при помощи кабель-канала и аксессуаров к нему

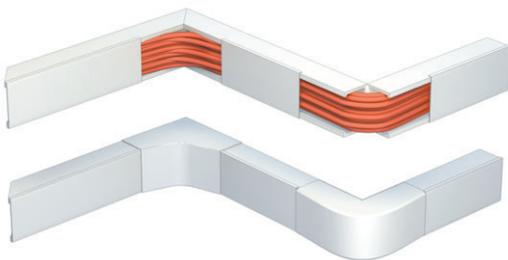


**Рис. 6.51.** Конструкция из напольного кабель-канала

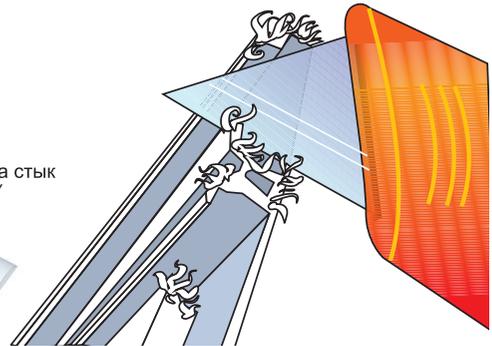
чинать монтаж. Для этого прямо на поверхности стены вычерчивается положение короба. Все линии желательно проверять строительным уровнем, чтобы получилось ровно. Затем можно приступать к креплению кабель-канала к стене.

Если стена гладкая и ровная, то короб можно просто приклеить. Термоклей мгновенного действия продается во всех строительных магазинах. При помощи клеевого пистолета он удобно и быстро наносится на рабочую поверхность. Это очень быстрый способ крепления, но, к сожалению, из-за неровностей поверхности не всегда подходит (рис. 6.53–6.57).

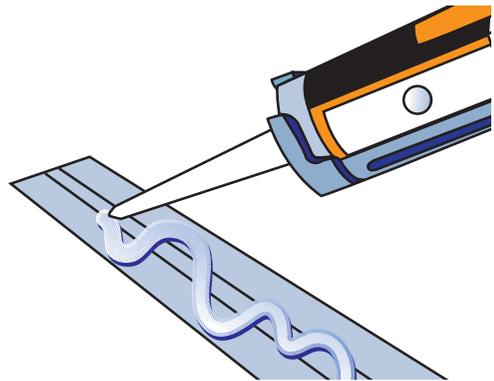
Более распространенный и надежный способ — прикрепить кабель-канал при помощи дюбель-гвоздей, если стены бетонные или кирпичные, или обычными шурупами, когда деревянные. К гипсо-



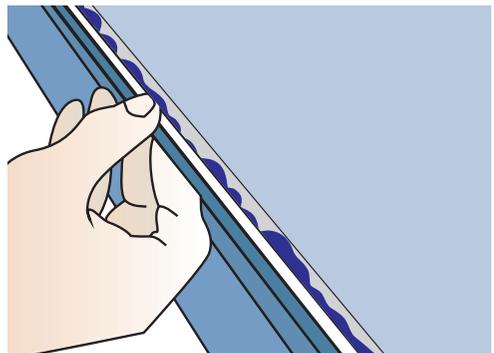
**Рис. 6.52.** Изгибы трассы кабель-канала



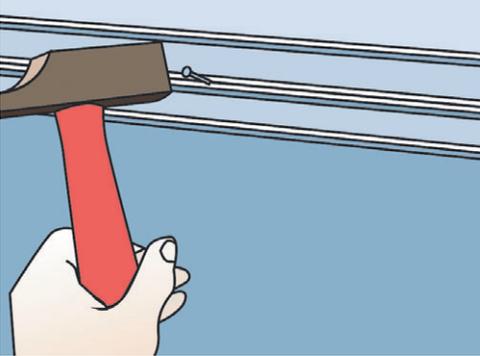
**Рис. 6.53.** Шаг первый: короб режется на куски необходимой длины, с обреза удаляются все заусенцы



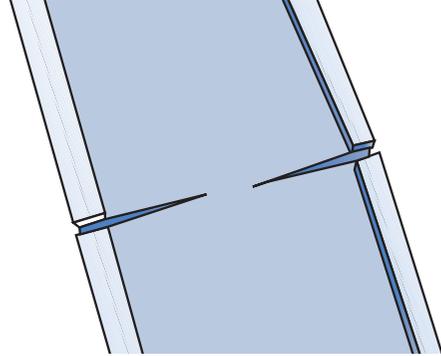
**Рис. 6.54.** Шаг второй: на тыльную сторону спинки кабель-канала наносится клей



**Рис. 6.55.** Шаг третий: нужно приставить короб к месту крепления и присадить, чтобы липкое вещество попало на стену, после этого снять кабель-канал, подождать несколько минут, пока клей не загустеет, и потом крепить окончательно



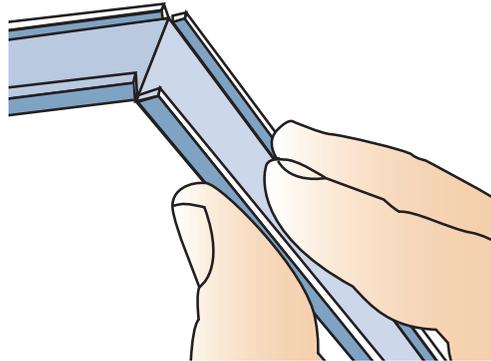
**Рис. 6.56.** После того как короб приклеился, можно подстраховать его, забив гвоздики в перегородку или завинтив шурупы в спинку



**Рис. 6.58.** Монтаж крышки короба, шаг первый: в месте изгиба надрезаются полки крышки



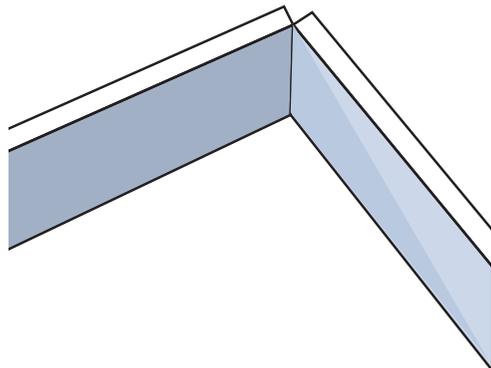
**Рис. 6.57.** Розетки закреплены на поверхности кабель-канала при помощи суппортов



**Рис. 6.59.** Шаг второй: крышка изгибается в месте надреза полок

картонным перегородкам или облицовке кабель-канал крепится при помощи специальных дюбелей-бабочек. В случае если кабель проходит по поворотам перегородок или аркам, можно сделать несколько параллельных надрезов на стенках кожуха, изогнув его в нужную плоскость. Точно так же надрезаются и крышки там, где необходимо изогнуть кабель-канал под углом (рис. 6.58–6.63).

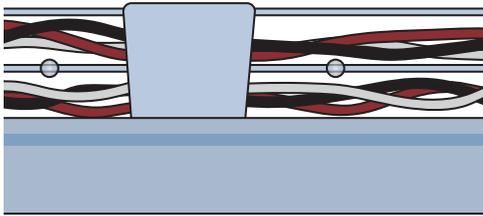
Дюбель-гвозди (рис. 6.64) или шурупы вкручиваются в середину короба, если он небольшого размера. Когда ширина спинки кожуха больше 50 мм, то крепеж должен прихватывать его по краям.



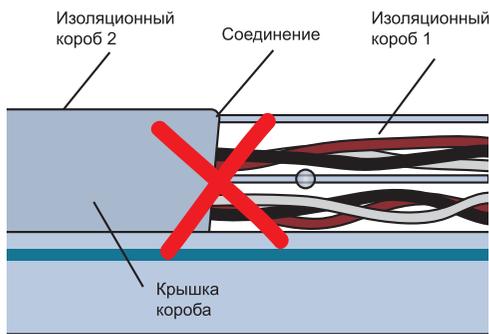
**Рис. 6.60.** Шаг третий: теперь крышку можно сгибать под любым углом, однако не стоит делать так несколько раз — она может переломиться



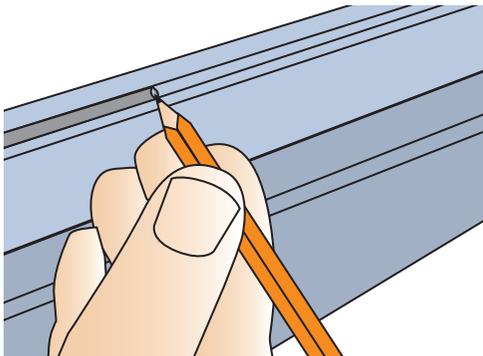
Кабель-канал начинается с места входа в помещение, затем последовательно двигается ко всем электрическим точкам. Это делается для корректной подгонки аксессуаров. После того как ко-



**Рис. 6.61.** Установка крышки кабель-канала, шаг первый: вставляется перемычка для поддержания формы короба



**Рис. 6.62.** Шаг второй: нельзя соединять крышки короба в том месте, где состыковывается кабель-канал, это может привести к тому, что поверхность будет неровной



**Рис. 6.63.** Отметки карандашом делаются, когда крышки приложены к коробу, чтобы в месте состыковки они плотно прилегали друг к другу

роб смонтирован, в него укладывается кабель. В некоторых кожухах есть специальные перегородки для разделения проводов. Это особенно удобно, когда в одном коробе располагаются информационные и силовые кабели. Короб укладывается так, чтобы между проводами оставался небольшой промежуток. Не стоит запихивать провода так, чтобы крышка короба не закрывалась. Лучше сразу взять кабель-канал большего размера. После того как укладка кабеля завершена, на короб надевается крышка. Достаточно вставить ее в пазы и надавить до щелчка.

**Металлические лотки** не применяются в жилых помещениях. Они используются в тех местах, где имеется несколько кабелей большого диаметра и им требуется механическая защита. Например, при производстве, где сосредоточены станки. Используются лотки и при проведении кабелей на открытом воздухе.

Металлические лотки имеют несколько вариантов крепления:

- 1) монтаж при помощи различных аксессуаров, которые крепятся к перегородкам при помощи дюбель-гвоздей, шурупов или болтовых соединений;



**Рис. 6.64.** Дюбель-гвозди



- 2) крепление непосредственно к стене при помощи все тех же дюбель-гвоздей или шурупов.

Металлические лотки имеют массу аксессуаров для соединения их между собой и разводки под различными углами. Размеры лотков представлены в табл. 5.4.

**Гофрированные трубы** чаще всего используются в подсобных нежилых помещениях (например, на чердаке), поскольку имеют не слишком эстетичный вид. Они идеально подходят для проведения проводки от распределительных щитков до квартир. В частном доме гофрированные трубы используются для защиты кабелей, которые идут от воздушной ЛЭП к дому. Однако можно встретить и вариант цветной гофры, которая вполне подходит для монтажа проводки внутри помещений.

Начинать монтаж гофры следует с составления схемы-чертежа. Необходимо помнить, что трубы не должны перекрещиваться друг с другом. Это неэстетично и не соответствует требованиям безопасности. Именно поэтому нужно тщательно вычертить схему разводки труб, чтобы они не пересекались друг с другом (рис. 6.65).

После составления чертежа закупаются все аксессуары, необходимое количество трубы и делается разметка.

Для правильного определения диаметра гофры нужно взять количество проводов, которые будут проходить внутри нее, и на куске трубы испытать их размещение. Помните, что пустота должна составлять как минимум половину внутреннего объема гофры, иначе протяжка проводов будет производиться с большим трудом или станет вовсе невозможной.

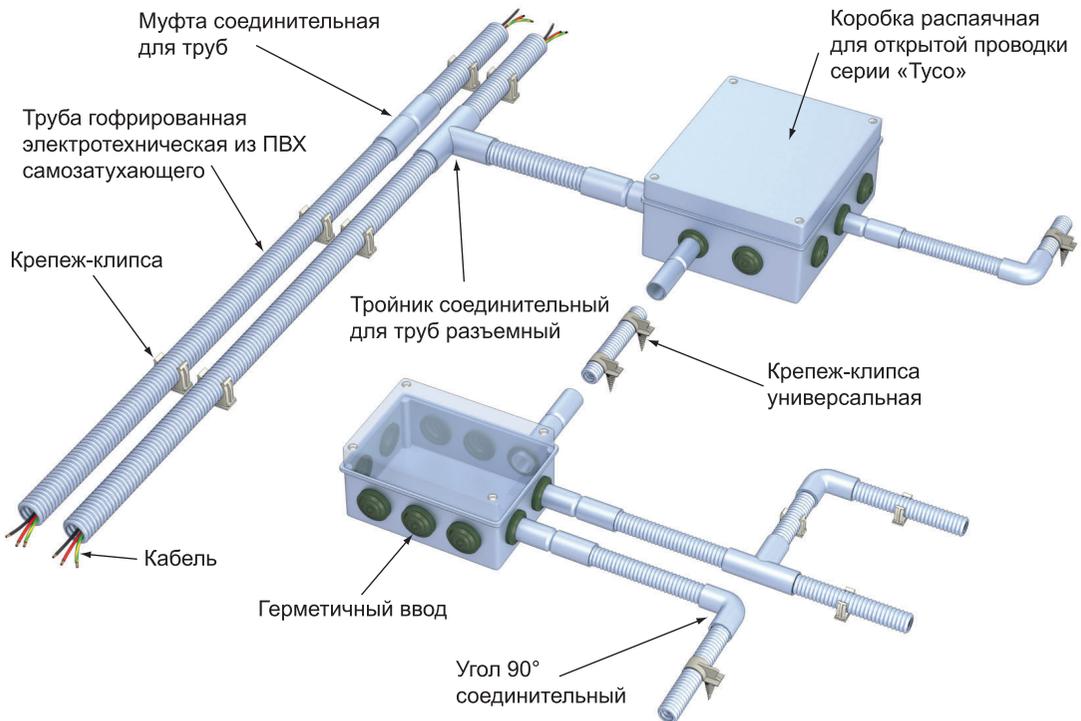


Рис. 6.65. Пример конструкции из гофрированных труб



Размеры труб можно посмотреть в табл. 5.5. Гофра бывает с зондом или без него. Для монтажа конструкции, состоящей из небольших кусков, подойдет труба без зонда. Если же линия провода, который нужно спрятать в гофру, достаточно длинная, то труба нужна с проволокой-зондом.

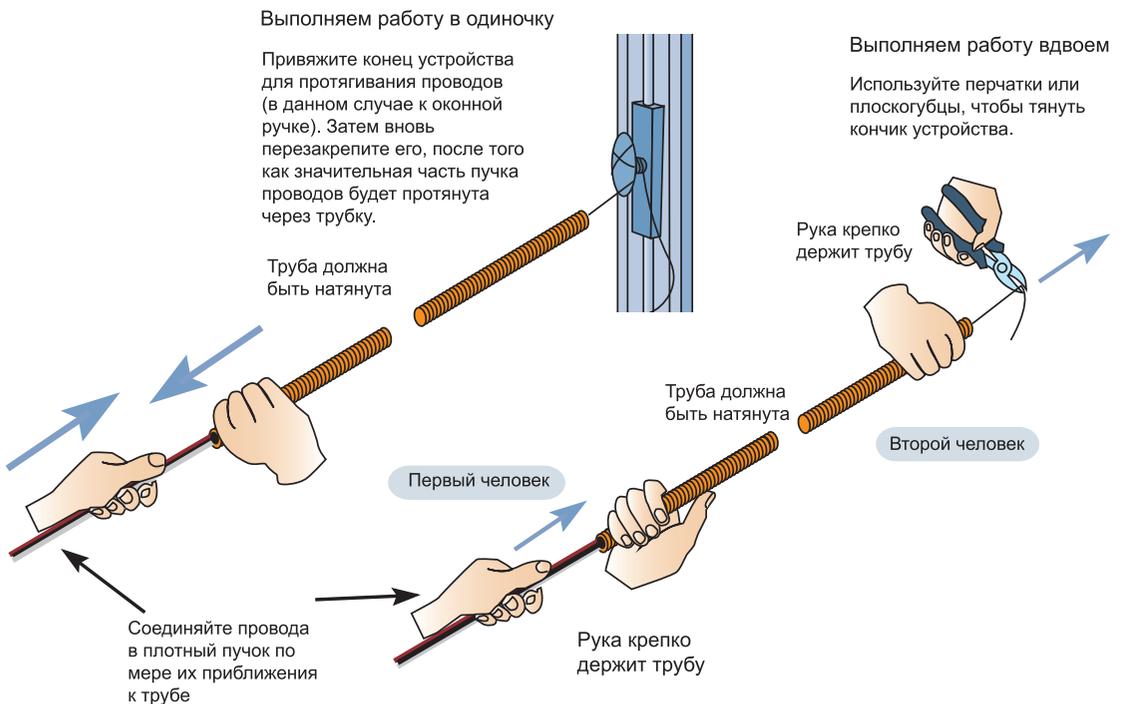
Протяжка провода происходит следующим образом. Конiec кабеля привязывается к концу проволоки, а труба крепко обхватывается рукой. За другой конец проволоки провод протягивается сквозь гофру. Если кабелей несколько, то они привязываются одновременно, а труба при протяжке должна быть выпрямлена (рис. 6.66).

На линии разметки отмечаются точки, в которых будут сверлиться отверстия под крепеж. Чаще всего при открытом способе прокладки гофры используются пластиковые клипсы, которые кре-

пятся к потолку или стенам при помощи дюбель-гвоздей или шурупов. Чем больше и, соответственно, тяжелее диаметр трубы, тем чаще надо располагать клипсы. При диаметре в 16 мм крепеж располагается на расстоянии 30–40 см. Труба диаметром 32 или 40 мм требует расположения клипс на расстоянии 20–30 см друг от друга.

Далее просверливаются отверстия, в которые засовываются пластиковые дюбеля, а в них вкручиваются шурупы, прижимающие клипсы. Затем труба с кабелем просто вставляется в клипсы. Если возникнет необходимость отсоединить трубу, то достаточно просто потянуть ее на себя.

Есть вариант крепления при помощи металлической скобы или затягивающегося хомута (рис. 6.67). Последний применяется в том случае, когда внешний вид трубы не имеет значения и не-



**Рис. 6.66.** Протяжка провода через гофрированную трубу



## Монтаж труб на стене

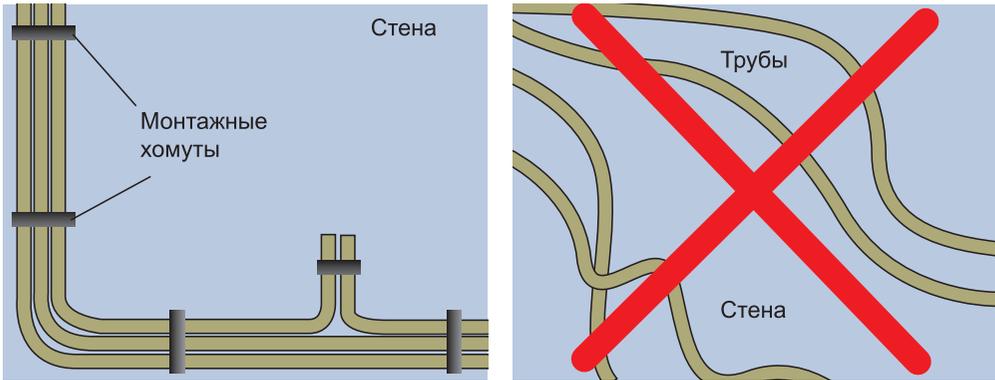


Рис. 6.67. На рисунке показано размещение гофры на стенах: *слева* — неправильно, *справа* — правильно

обходимо быстро произвести монтаж. При помощи одного хомута, который крепится дюбель-гвоздем или шурупом, можно соединить несколько гофрированных труб, которые затягиваются хомутом (рис. 6.68).

**Металлорукав** не применяется в жилых комнатах, располагаясь исключительно в технических помещениях. Он используется при прокладке информационных кабелей. В этом случае металлорукав выполняет функции экрана внешнего электромагнитного излучения, а труба при этом подключается к системе заземления. Размеры металлорукава представлены в табл. 5.6.

**Трубы ПВХ** монтируются точно так же, как и гофрированные (рис. 6.69–6.74). Они используются в подсобных и нежилых помещениях, где проводке требуется дополнительная механическая защита. Клипсы или другой вид крепления можно располагать реже, чем в случае с гофрированной трубой, поскольку трубы ПВХ хорошо держат размер и не прогибаются. Размеры труб представлены в табл. 5.7.

Если необходимо быстро провести кабель по стене открытым способом и нет ни труб, ни пластикового канала, то можно воспользоваться электроустановочной скобой (рис. 6.75). Способ

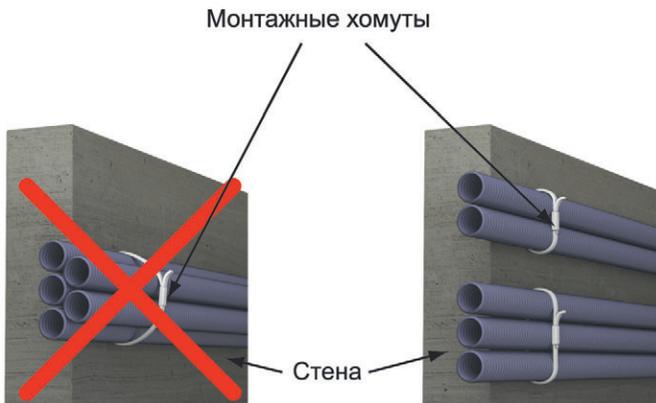
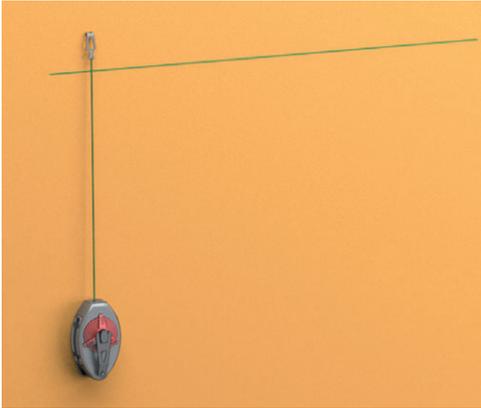
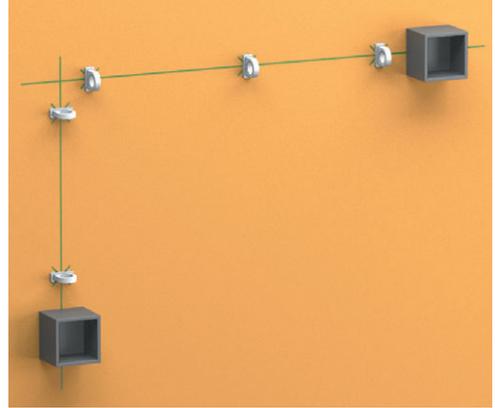


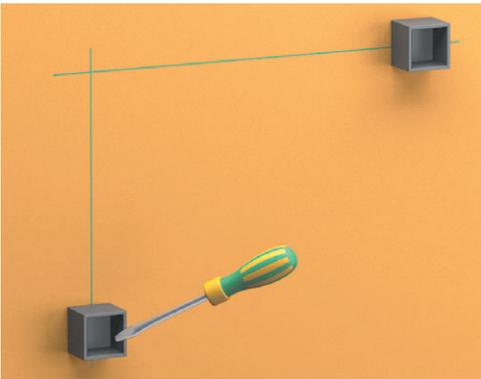
Рис. 6.68. При креплении гофры хомутами нельзя сбивать все трубы в один пучок



**Рис. 6.69.** Порядок монтажа проводки в ПВХ-трубах, шаг первый: выполняется разметка стены при помощи отбивки — окрашенной нити



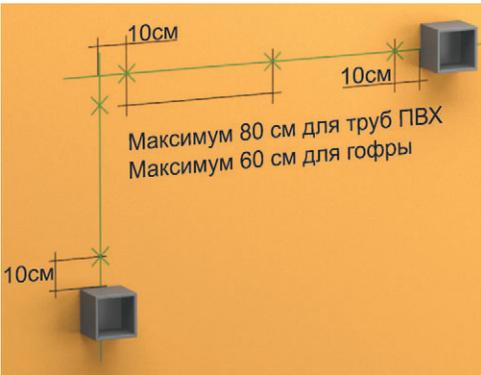
**Рис. 6.72.** Шаг четвертый: установите клипсы



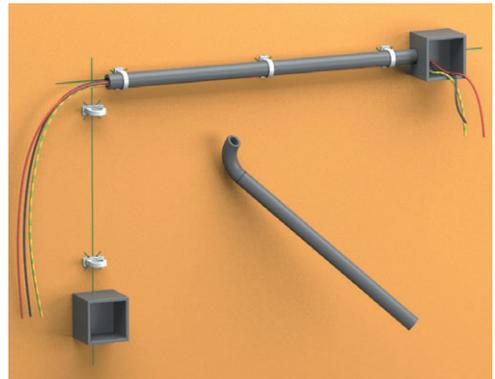
**Рис. 6.70.** Шаг второй: монтаж установочных и распаячных коробок



**Рис. 6.73.** Шаг пятый: разрежьте трубы на куски необходимой длины, а потом укрепите их в клипсах, подгоняя размеры аксессуаров



**Рис. 6.71.** Шаг третий: отметьте места крепления клипс для труб

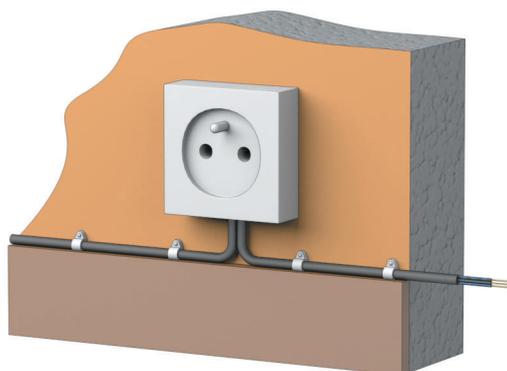


**Рис. 6.74.** Шаг шестой: протяните провод сквозь трубы и окончательно установите их



очень прост. Кабель прижимается к стене вдоль отмеченной линии и прихватывается пластиковой скобкой, которая прибивается к поверхности стены небольшим гвоздиком, идущим в комплекте. Разумеется, провод крепится к поверхности, в которую возможно вбить гвоздь. Силовые кабели таким образом проводить не рекомендуется, но информационные и провода освещения вполне допустимо.

Есть еще один ретроспособ монтажа открытой проводки. В настоящее время он практически не используется, но если нет другой возможности, применяется. Для такого способа прокладки нужен тонкий гибкий провод с сечением ТПЖ не больше  $1,5 \text{ мм}^2$ . Вдоль линии, где будет протянут провод, прямо в штукатурку или дерево вставляются специальные керамические или пластиковые ролики с шипом. Провод обкручивается вокруг



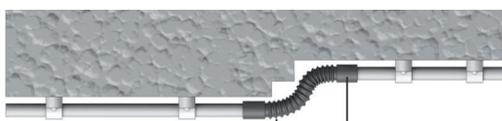
**Рис. 6.75.** Пример крепления трубы к стене при помощи электроустановочной скобы

такого крепежа и протягивается к следующему ролику. Способ достаточно простой и быстрый, но, к сожалению, такое крепление ненадежно и небезопасно. Ведь провод ничем не защищен, к тому же его легко задеть или зацепить, оторвав от стены.

## 6.8. Прокладка кабеля сквозь стены, дверные проемы и оконные рамы

Иногда возникает ситуация, когда проводку необходимо протянуть сквозь какое-либо препятствие, например через обычную кирпичную или бетонную стену (рис. 6.76 и 6.77).

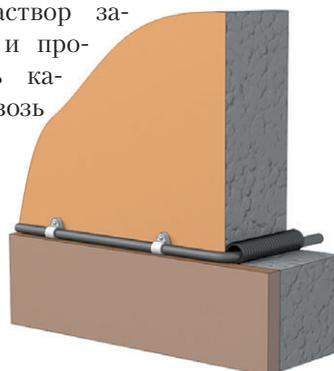
Важно помнить, что проводник не протягивается сквозь отверстие без защиты. Чтобы защитить его от механического повреждения, в стену помещается кусок пластиковой трубы, ПВХ или гофры. В стене сверлится отверстие ди-



Труба ИСА или ИСТА Муфта

**Рис. 6.76.** Прокладка труб в проблемных местах

аметром чуть больше, чем труба. В него вставляется отрезок трубы. Пространство между внешней стенкой защиты и стеной заполняется алебастром или штукатуркой. Затем надо подождать, пока раствор застынет, и протягивать кабель сквозь стену.



**Рис. 6.77.** Прокладка кабеля сквозь стену



Случай, когда провод надо протянуть сквозь оконную раму, еще проще. В раме просверливается отверстие диаметром, совпадающим с толщиной провода, после чего туда протаскивается кабель. Чтобы сохранить герметичность окна, на кабель надеваются небольшие пластиковые муфты, которые вставляются в отверстие с двух сторон. Если под рукой таких муфт нет, то на провод можно намотать несколько слоев изолянта, которая закупорит щель между кабелем и рамой.

### **ВНИМАНИЕ!**

Не следует проводить кабель по полу в штробе или просто под линолеумом, ковром или другим покрытием.

Иногда провод необходимо проложить сквозь дверную коробку или обвести ее по периметру, в случае если кабель проходит по стене внизу (рис. 6.78–6.81). В современных дверных коробках есть специальные каналы под кабель, которые прикрываются сверху наличником, как крышкой. Есть и специальные отверстия, которые располагаются вверху коробки. Сквозь них и протягивается кабель.



**Рис. 6.78.** Пример прокладки кабеля вокруг дверной коробки



**Рис. 6.79.** На рисунке использован плинтус под электропроводку



**Рис. 6.80.** Кабель не должен пролегать слишком близко к поверхности пола



**Рис. 6.81.** Кабель должен быть вмонтирован в пол на достаточную глубину

# 7. Монтаж электрических точек

Электрическими точками называют розетки, выключатели и распределительные коробки. Они являются узлами

электрической сети. От используемого типа проводки (скрытый или открытый) зависит вид точек и правила их монтажа.

## 7.1. Монтаж при скрытом типе проводки

В течение длительного периода времени электрические точки делались так: в стене пробивалось более-менее круглое отверстие, в которое вставлялась металлическая коробочка (а иногда и не вставлялась), затем туда помещалась колодка розетки или выключателя, которая крепилась распорными лапками или цементным раствором. После этого все щели заделывались все тем же раствором. Такой способ поражал воображение сроком своей службы, но, как правило, сменить розетку без отбойного молотка не получалось.

На сегодняшний день изменились и материалы, и технология электромонтажных работ.

Устройство электрических точек начинается одновременно с монтажом кабеля. В то время как делается разметка линий прокладки проводки, отмечается и расположение электрических точек, ведь они служат конечными пунктами кабельных линий или узловыми станциями, если речь идет о распределительных коробках. О последних мы поговорим немного позднее, а сейчас приведем пример установки силовой розетки.

### Монтаж розеток

Начинается, как было сказано выше, с разметки положения. Прямо на стене отмечается точка, которая показывает центр розетки. Как правило, он располагается на высоте 25–30 см от пола (рис. 7.1 и 7.2).

### ПРИМЕЧАНИЕ

Силовая розетка с заземлением должна располагаться не ближе 50 см от электроприборов и газовых труб.

Если в доме есть маленькие дети, то разъемы можно расположить выше. На кухне они находятся чуть выше уровня стола. Строгих правил здесь нет, но более эстетично, когда розетки в жилых помещениях расположены на одной высоте.

Как только определено местоположение центра разъема, можно начертить контур отверстия подрозетника. Это делается так: берется установочная коробочка, которая будет стоять в качестве подрозетника, прикладывается доннышком к стене и обводится карандашом. Контур готов.

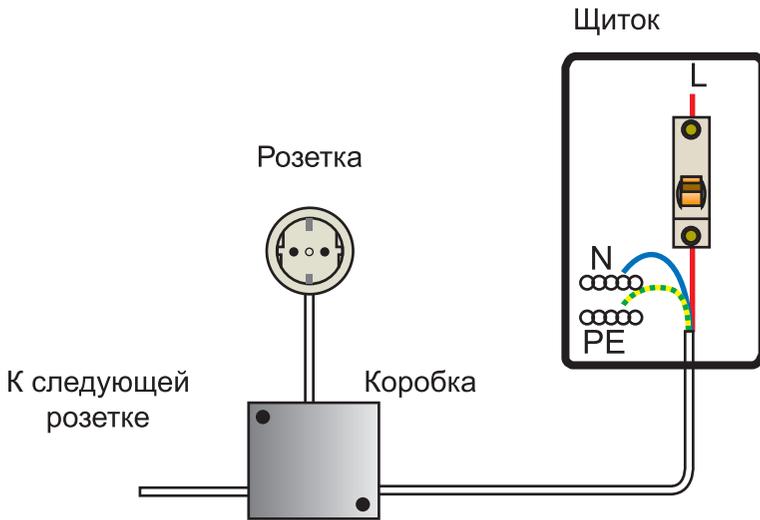


Рис. 7.1. Наглядная схема монтажа отдельной розетки

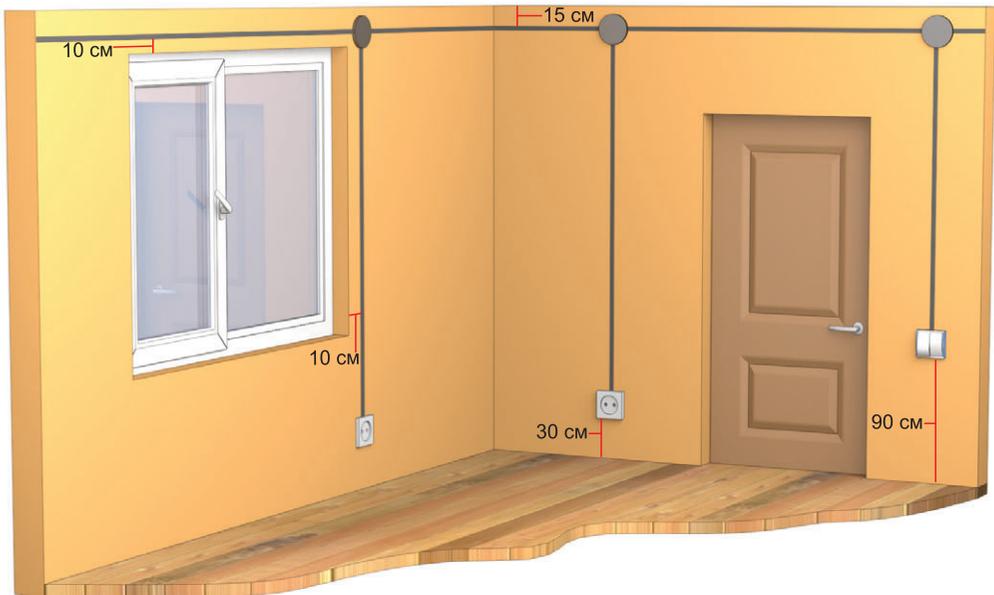
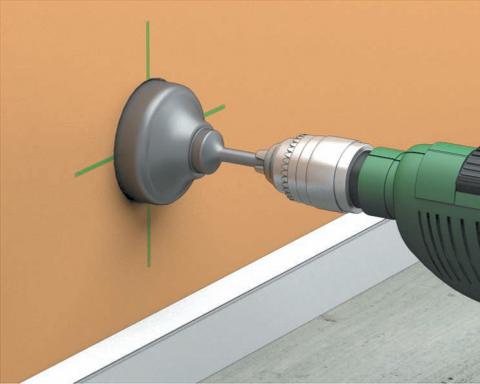


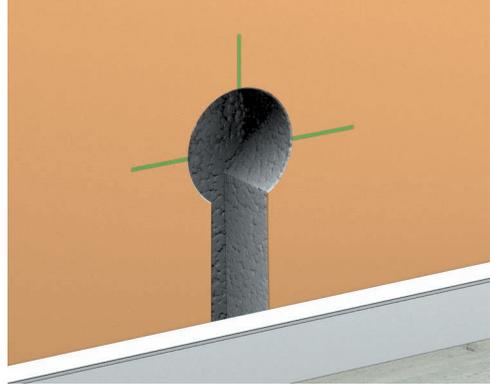
Рис. 7.2. Типовые размеры для установки электрических точек и проводов

Теперь нужно выдолбить отверстие в стене, чтобы поместить туда коробку. Проще всего сделать это перфоратором, снабженным специальной насадкой — алмазной коронкой по бетону (рис. 7.3–7.14). Работать с таким инструментом — одно

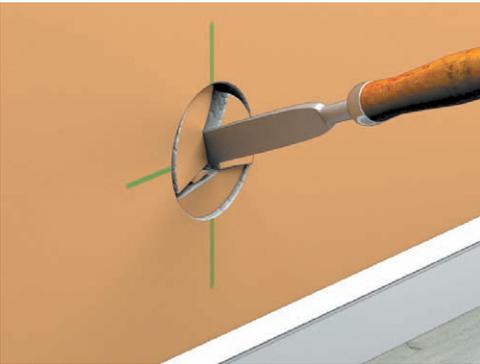
удовольствие. Алмазная коронка снабжена сверлом, которое располагается по центру насадки. Оно приставляется к центру контура, затем несколькими пробными включениями перфоратора намечается углубление. Сверло



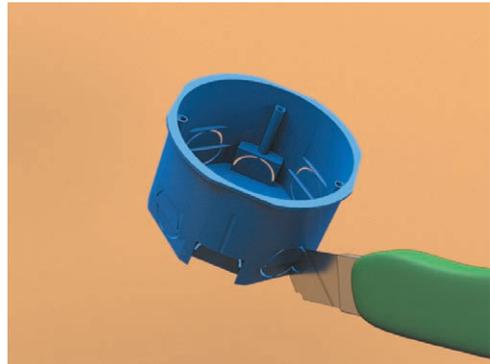
**Рис. 7.3.** Шаг первый: резка отверстия под электрическую точку — при помощи коронки по бетону в стене прорезается отверстие, сверло приставляется к центру пересечения линий



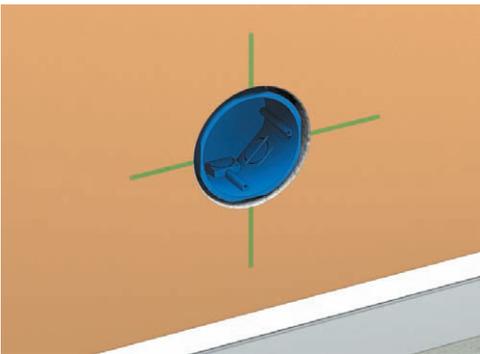
**Рис. 7.6.** Шаг четвертый: после того как отверстие под коробку готово, к нему подводится штроба, в данном случае — снизу



**Рис. 7.4.** Шаг второй: зубилом выламываются куски бетона



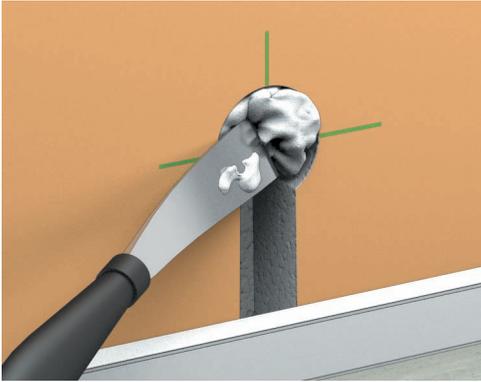
**Рис. 7.7.** Шаг пятый: в установочной коробке выламываются отверстия под проводку



**Рис. 7.5.** Шаг третий: установочная коробка примеряется к отверстию; глубина должна быть достаточной (1–1,5 см); штукатурка, которой будет крепиться коробка, выравнивает выемку со стеной



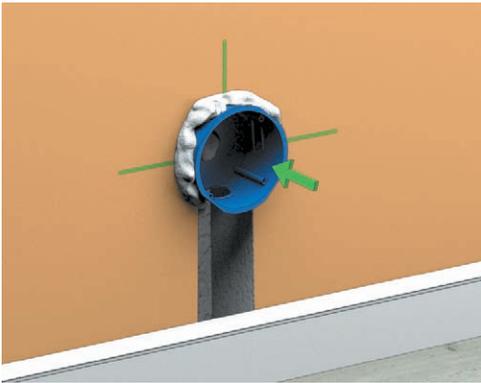
**Рис. 7.8.** Шаг шестой: перед тем как крепить коробку в отверстие, необходимо промыть его от пыли водой и нанести грунтовку



**Рис. 7.9.** Шаг седьмой: отверстие обмазывается изнутри штукатуркой



**Рис. 7.12.** Шаг десятый: мастерком или шпателем удаляются излишки смеси



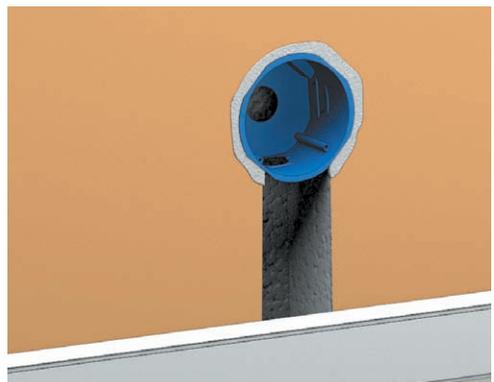
**Рис. 7.10.** Шаг восьмой: коробка вставляется в отверстие и придавливается пальцем, немного штукатурки должно выйти из отверстий



**Рис. 7.13.** Шаг одиннадцатый: после того как штукатурка подсохнет, шпателем подравниваются края поверхности и удаляется смесь из коробки



**Рис. 7.11.** Шаг девятый: коробка обмазывается штукатуркой снаружи так, чтобы между ней и отверстием не оставалось зазоров



**Рис. 7.14.** Шаг двенадцатый: через несколько часов, когда штукатурка окончательно высохнет, края шлифуются — коробка готова к установке



углубляется в стену и фиксирует коронку на месте, чтобы она не двигалась во время работы. Высота коронки такова, что она углубляется в поверхность стены как раз на глубину подрозетника. Пробурив контур с отверстием от сверла посередине, коронка убирается в сторону. Легкими ударами молотка камень выбивается из отверстия. Остается подравнять дно углубления при помощи зубила. Отверстие готово для дальнейшей работы.

Выдолбить отверстие можно и при помощи бура по бетону. По периметру контура сверлятся рядом друг с другом отверстия, а затем зубилом выбивается лишний материал.

Если под рукой нет электроинструмента, то придется вырубать отверстие в стене при помощи зубила и молотка.

Для монтажа розеток чаще всего используются круглые установочные коробки, но есть и квадратные. В этом случае коронка не подойдет, придется высверливать отверстие перфоратором или, если розеток несколько, выпиливать болгаркой.

Следующий этап — установка подрозетника. Для монолитных стен существуют специальные установочные коробки. Они бывают как для одиночной установки, так и для соединения в группы: по бокам у этого вида коробок располагаются специальные уши.

Штроба подходит к самому отверстию и углубляется в него, чтобы кабель свободно проходил внутрь углубления. На дне коробки есть несколько отверстий, прикрытых пластиковыми лючками, которые легко выламываются. В эти отверстия вставляются жилы кабеля. Чтобы закрепить подрозетник в углублении, используется строительный гипс или обычная штукатурка (рис. 7.15 и 7.16).



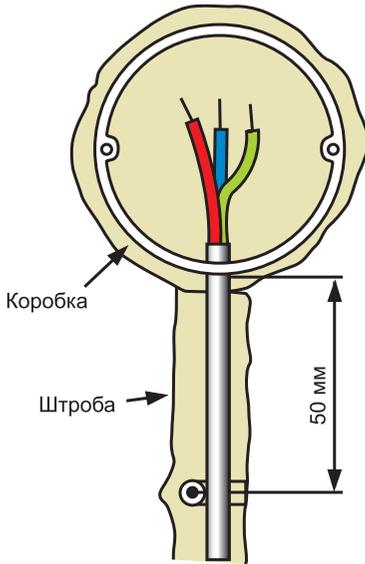
**Рис. 7.15.** Все провода вставляются внутрь коробки, после этого она крепится в отверстии



**Рис. 7.16.** Группа установочных коробок, зафиксированных в стене при помощи штукатурки

В отдельных случаях для прочности соединения применяют гипсовый клей, например «ВОЛМА МОНТАЖ». Он замешивается до консистенции размягченного пластилина. Затем подрозетник удерживается рукой на месте, а щель между краем отверстия и коробкой замазывается при помощи шпателя. Немного подождав (примерно полчаса, если используется гипс — то 5–10 мин), следует снять излишки смеси. После того как смесь окончательно засохнет, можно начинать монтаж колодки.

Чтобы провод не выскочил из коробки при подключении колодки, он удерживается скобой или хомутом рядом с коробкой (рис. 7.17).



**Рис. 7.17.** Провод, удерживаемый скобой

С концов жил снимается изоляция на расстояние примерно 1–2 см (рис. 7.18).

Если жила многопроволочная, то оголенный проводник скручивается в плотный жгут. На колодке розетки находятся 2 контакта, если она с заземлением, то 3. К двум подключаются фазовый и нулевой провода, к третьему контакту — заземляющий (рис. 7.19).

При правильной установке розетки контакты должны располагаться внизу. Провода идут вверх (рис. 7.20).

Контакты могут иметь винтовой или пружинный зажим. Первый вид более надежный, второй требует меньше времени для монтажа.

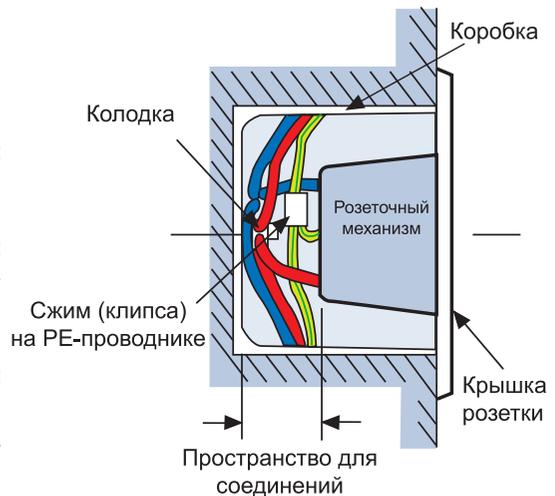
Затем излишек провода скручивается в спираль и прячется на дно подрозетника, чтобы не мешать установке. Колодка крепится двумя способами.

1. При помощи раздвижных лапок: монтаж очень прост — колодка вставляется в коробку и два винта по бокам, соединенные с подвижными



**Рис. 7.18.** Изоляцию с жил удобно снимать при помощи специальных клещей

лапками с зубцами, закручиваются отверткой. При затягивании винтом лапки растопыряются в стороны



**Рис. 7.19.** Розетка: красным цветом обозначена фаза, синим — ноль, желто-зеленым — земля (входящие провода справа, слева они идут к другой розетке)



и упираются в стенки подрозетника, фиксируя колодку в коробке.

- Обычными шурупами — по краям подрозетника есть специальные отверстия, совпадающие с отверстиями в колодке. Шурупы вставляются в них, и колодка прикручивается к коробке.

Монтаж точки закончен, остается лишь прикрепить защитный пластиковый корпус — и розетка готова к работе (рис. 7.21).

Если отделка идет с нуля, то, после того как подрозетник установлен на месте, колодка в него не вставляется, а само отверстие заполняется скомканной газетной бумагой, чтобы не попадал различный строительный мусор.

Для того чтобы установить несколько розеток в ряд, есть отличный способ — это монтаж специальной коробки на 2 колодки.

Отверстие под такую коробку бурится алмазной коронкой. Края отверстий должны соприкасаться, а лишний камень отбивается зубилом. Если розеток нужно больше 2, то используется группа подрозетников, которые могут крепить-

ся друг к другу. Вариантов здесь масса. Розетки могут располагаться как вертикально, так и горизонтально.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Розетки можно устанавливать «шлейфом» или подключать каждую к отдельной линии, ведущей от щита или распределительной коробки. В случае установки «шлейфом» питающие провода следующей розетки крепятся к контактам предыдущей.

#### Монтаж выключателей

До мельчайших подробностей повторяет установку розетки. Разница в следующем: при установке колодки выключателя надо следить, чтобы клавиши располагались правильно, то есть при включении должна нажиматься верхняя их часть, а не нижняя (рис. 7.22). В некоторых типах выключателя, например на проходных или диммерах, на контактах отмечается, к какому именно подключается входящий провод, а к какому — отходящий. Разумеется, на выключателях нет заземляющего провода, хотя он может быть установлен на светильнике.

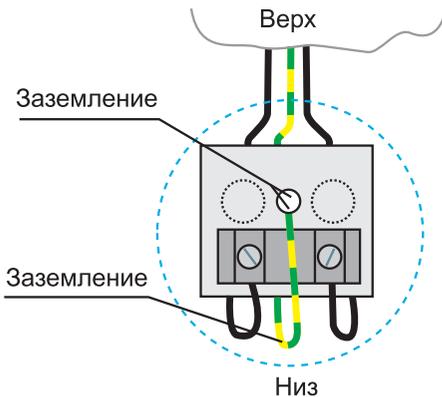


Рис. 7.20. Правильная установка розетки

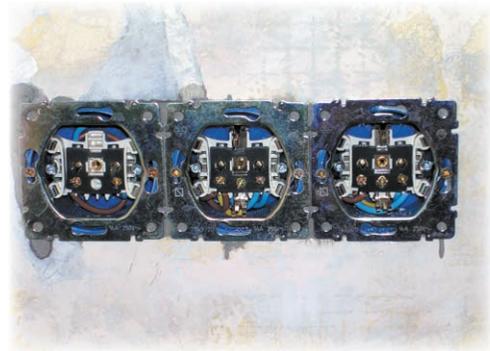
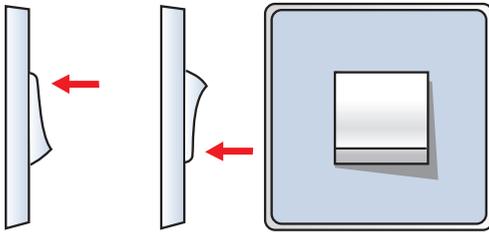


Рис. 7.21. Группа из 3 розеток: колодки прикреплены к установочным коробкам, осталось лишь накрыть их пластиковыми крышками

**ПРИМЕЧАНИЕ**

В ассортименте товаров к розеткам и выключателям существуют специальные рамки. Они могут быть одно-, двух-, трехгнездовыми и т. д. Рамки окаймляют электрические точки и группы, придавая розеткам и выключателям эстетический вид.

Состояние  
«ВКЛ»Состояние  
«ВЫКЛ»

**Рис. 7.22.** Правильное положение клавиши выключателя

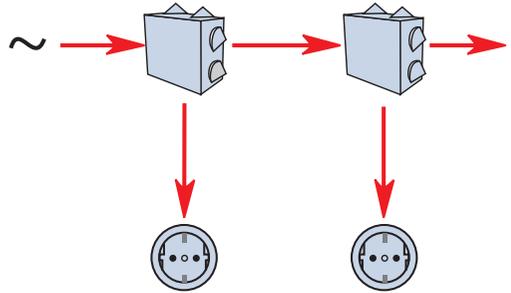
**Монтаж распределительных коробок**

Размер и конфигурация распределительной коробки зависят от количества соединений проводов и условий, в которых она устанавливается (рис. 7.23).

Скрытая распаячная коробка защищена сама по себе, снаружи лишь крышка. Она бывает двух видов: с защитной прокладкой или без нее (рис. 7.24).



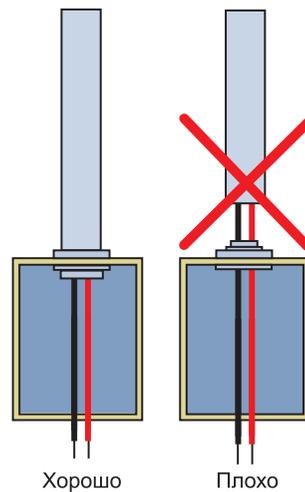
**Рис. 7.23.** Снизу к распределительной коробке подходит питающий кабель, который расщепляется на несколько отходящих проводов



**Рис. 7.24.** Распределительные коробки располагаются по схеме одна за другой, они соединены общим питающим кабелем при коробочной схеме расключения

В первом случае крышка имеет резиновое кольцо, которое герметизирует ее соединение с коробкой. Во втором крышка крепится шурупами или просто защелкивается в пазах.

При монтаже кабеля в пластиковых трубах независимо от вида монтажа труба должна заходить в коробку на 1–3 см, не оставляя кабель незащищенным (рис. 7.25). Это касается и установочных коробок-подрозетников.

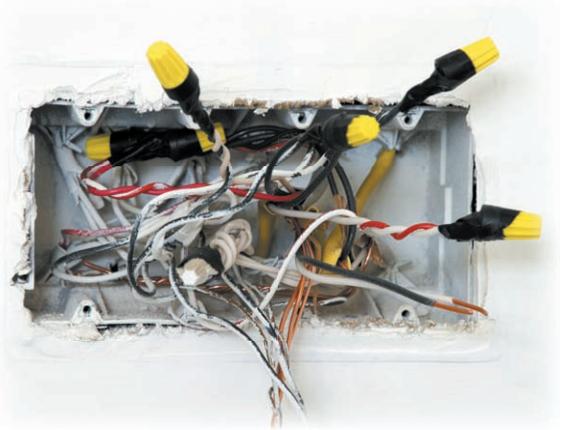


**Рис. 7.25.** Трубы должны входить в электромонтажные коробки на 1–3 см



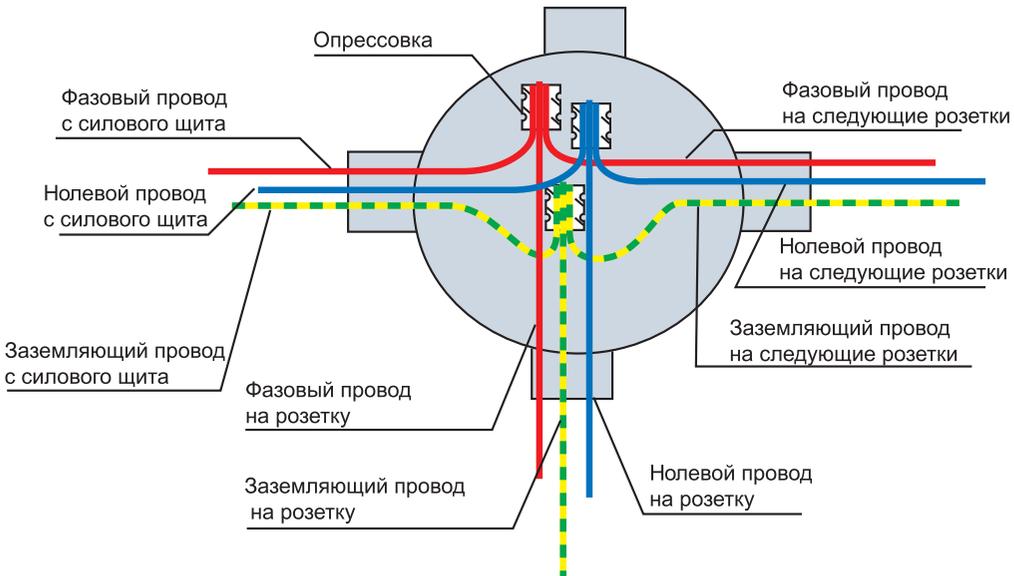
Если коробка небольшого размера, для бурения отверстия под нее можно воспользоваться алмазной коронкой, точно так же, как для выдалбливания углубления под розетку или выключатель. Диаметр коробки в таком случае не должен превышать 70–100 мм (рис. 7.26). Если коробка больше, при помощи все той же коронки пробуриваются несколько углублений рядом, а затем отверстие подравнивается зубилом. Глубина выемки должна быть такой, чтобы закрытая крышка коробки была на одном уровне с поверхностью стены.

Следующий этап монтажа — это заведение внутрь коробки всех соединяемых проводов. На дне коробки или по бокам есть пластиковые лючки, которые отламываются по мере необходимости. В эти отверстия просовываются концы кабелей. Затем провода соединяются между собой при помощи клеммных колодок, колпачков, клемм, сжимов или скруткой вручную. Провода можно дополнительно обмотать изолентой (рис. 7.27).



**Рис. 7.27.** Распределительная коробка со снятой крышкой

После этого провода скручиваются, прячутся в коробку и закрываются крышкой. Затем коробка вставляется в углубление и фиксируется в нем при помощи штукатурки или гипса. Кроме того, практически все виды коробок можно прикрепить при помощи дюбель-гвоздей или шурупов.



**Рис. 7.26.** Схема соединения проводов в распределительной коробке под одну розетку

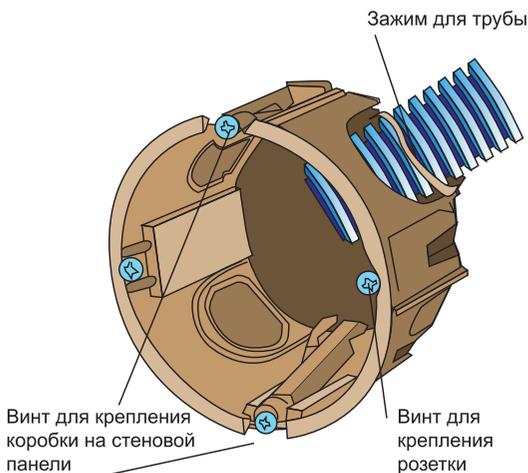
**Монтаж в полых перегородках**

Скрытая проводка проходит не только внутри монолитных стен, но и за гипсокартонными перегородками и облицовкой, щитами из фанеры или ДВП, пластиковой облицовкой в общем, за тонкими листами материала, между которыми и стеной — пустота.

Монтаж точек в этом случае несколько отличается от обычного способа (рис. 7.28).

Чтобы проделать отверстия под установочные коробки, применяют не алмазную коронку, а коронку под гипсокартон. Работать с ней легче, нежели с алмазной. Можно использовать не перфоратор, а обычную дрель. Отверстия в материале проделываются заранее, сразу после того, как листы монтируются на место. Концы проводов перед этим подтягиваются к месту, где будут отверстия; как только они просверлены, кабели выводятся наружу (рис. 7.29).

Следующий этап — установка подрозетника. Для полых стен существуют специальные коробки. Для крепления



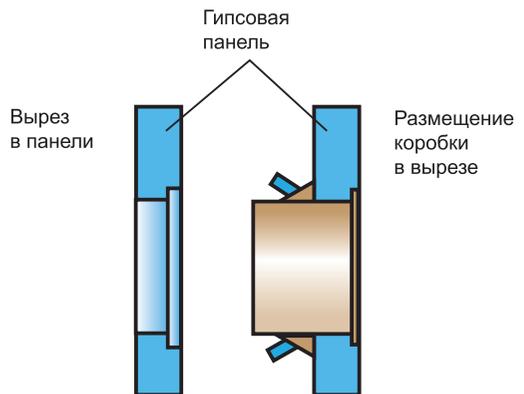
**Рис. 7.28.** Установочная коробка для полых стен: обратите внимание, на какую глубину она должна входить



**Рис. 7.29.** Монтаж распределительной коробки в гипсокартонной перегородке

их к стене на коробке есть специальные лапки. Нужно вставить коробку в отверстие и вытащить через лючки в днище провода, а затем закрутить два винта по бокам отверткой (рис. 7.30). Винты подтягивают лапки, которые упираются в лист материала с обратной стороны, фиксируя подрозетник на месте. После этого розетка монтируется в установочной коробке (рис. 7.31).

Если распаячные коробки, прикрепленные к основной стене, не прячутся за стенами, то присоединяются к материалу точно так же, как и подрозетники — при помощи прижимных лапок.



**Рис. 7.30.** Крепление установочной коробки в полых стене



**Рис. 7.31.** Завершающий этап в установке выключателя: колодка прикручивается к установочной коробке шурупами

## 7.2. Монтаж при открытом типе проводки

Монтаж розеток и выключателей при открытой проводке менее трудоемок, нежели при скрытой. Не надо бурить в стенах отверстия под установочные коробки и возиться со штукатурной смесью или гипсом. Для выключателей и розеток старого типа, перед тем как крепить их к стене, сначала необходимо установить на поверхности диэлектрическую подставку. Это обычная плоская деревянная пластинка, которая крепится к стене шурупом или прибивается гвоздем. Когда она установлена, к ней прикручивается электроустройство. Современные розетки и выключатели не требуют такой подставки. Их можно монтировать на стене при помощи дюбель-гвоздей или шурупов. Для этого устройство разби-

рается, и нижняя часть (доньшко) прикручивается к стене. Затем к колодке подсоединяются провода, она крепится на доньшке, и вся конструкция накрывается пластиковой крышкой, которая прикручивается винтом.

На многих розетках и выключателях в кожухе прорезаны специальные отверстия, закрытые вставками для того, чтобы туда заходил кабель-канал или пластиковая труба. В розетках с повышенной степенью защиты, расположенных в ванной комнате, в местах входа провода в корпус располагается специальный резиновый сальник.

Если проводка заключена в кабель-канал, то монтаж электрических точек происходит еще легче. Некоторые про-



изводители пластиковых коробов выпускают такое количество аксессуаров к ним, что монтаж электрической сети напоминает сборку конструктора Lego.

Специальные вставки на поверхность кабель-канала для розеток и выключателей называются суппортами. Есть суппорты на 1, 2, 5 и даже 10 электрических точек. Кроме того, существуют посадочные коробки и модули и даже

распредкоробки. Разумеется, кабель-канал должен быть соответствующей ширины. Посмотреть эти изделия можно в табл. 5.1 и 5.2.

Распределительные коробки открытого типа устанавливать легче, чем закрытого. Они прикрепляются к перекрытиям при помощи самого разнообразного крепежа: дюбель-гвоздей, шурупов и даже обычных гвоздей.

## 8. Освещение

Целая глава посвящена вопросам освещения в квартире, частном доме и на улице (рис. 8.1). Это не случайно. Дело в том, что освещение — это не просто монтаж проводов и светильников. Вопрос намного шире, чем кажется.

При помощи грамотно подобранного света можно радикально изменить внешний вид обстановки и декора жилых помещений. Кроме того, это вопрос здоровья человека, сохранности его зрения.

Чтобы сделать жилье красивым и функциональным, необходимо иметь четкие представления об имеющихся возможностях монтажа света. Об основных источниках освещения было рассказано немного раньше (см. «5.4. Осветительная аппаратура»). Эта глава будет посвящена тому, как на практике реализовать возможности, заложенные в осветительных устройствах.



Рис. 8.1. Вариант дизайна помещения с использованием светильников разного типа



### 8.1. Виды освещения

Видов освещения всего 4, но, как правило, в жилых помещениях устанавливаются 3 из них, а четвертое встречается редко. Впрочем, это выбор каждого.

#### Общее

В этом случае свет в помещении падает равномерно на всю площадь. Светильники располагаются на одинаковом расстоянии друг от друга и равномерно рассеяны. Если источник света локализован в одной точке, то в какой-то части будет ярче, но в любом случае вся комната освещена без резких перепадов. Яркий пример такого освещения, когда посередине потолка располагается люстра.

#### Местное

При таком виде источники света могут локализоваться на определенном

участке — рабочем столе, кухонной плите, куске стены и т. д. Пример — настольная лампа с отражателем.

#### Комбинированное

Как понятно из названия, этот вид объединяет в себе два предыдущих. Наиболее часто встречающийся вариант.

#### Аварийное

Располагается в жилых помещениях далеко не всегда (и зря). При отключении основного источника освещения автоматически включаются дополнительные слабые лампы, питаемые от аккумуляторов. Аварийное освещение очень к месту в домах, в которых есть лестницы. При отключении света очень легко упасть в темноте с крутой лестницы. Аварийные светильники предохраняют от такой неприятности.

### 8.2. Способы освещения

Способ освещения зависит от вида светильника.

#### Направленный свет

Светильник такого вида освещает определенный участок площади подобно электрическому фонарику с рефлектором (рис. 8.2–8.4).

#### Непрямой свет

Непрямым будет называться направленный свет, отраженный от какой-либо поверхности (рис. 8.5 и 8.6).

#### Рассеянный свет

Свет от лампочки распространяется равномерно во все стороны на  $360^\circ$  (рис. 8.7 и 8.8). Так светит обычная лампа накаливания, которая не прикрыта абажуром.

#### Смешанный свет

Его дают хитрые лампы, которые светят всеми тремя вышеперечисленными способами сразу: и направленным, и отраженным, и рассеянным (рис. 8.9 и 8.10).



**Рис. 8.2.** Светильник с коническим рефлектором отбрасывает направленный свет



**Рис. 8.3.** Подвесные потолочные светильники направленного света чаще всего устанавливаются на кухне над обеденным столом



**Рис. 8.4.** Отраженный от потолка свет более мягкий и создает рассеянное освещение в определенной зоне



**Рис. 8.5.** Как правило, такие светильники устанавливают на карнизах или под потолком



**Рис. 8.6.** Светильники, дающие отраженный свет



**Рис. 8.7.** Рассеянным светом светят лампы со сферическим абажуром



**Рис. 8.8.** Лампы такого типа дают мягкий рассеянный свет



**Рис. 8.9.** Светильник смешанного типа



**Рис. 8.10.** Лампа дает 3 типа освещения: направленное вниз, рассеянный свет сбоку и отраженный сверху

## 8.3. Виды светильников

Выбор лампы начинается с самого начала отделки или ремонта, когда определяется, для чего предназначена комната и что в ней будет располагаться. Ассортимент светильников настолько велик, что одно только перечисление видов займет не одну книгу. Имеет смысл рассказать о них по принципу расположения и монтажа.

### Потолочные

Различают потолочные встраиваемые и накладные светильники (рис. 8.11 и 8.12). Первый вид предназначен для подвесных и натяжных потолков. Второй — для потолков из монолитного материала без пустот за ним.

### Подвесные

Располагаются на потолке. Отличаются от потолочных способом крепления — они подвешиваются к потолку при помощи штанги или гибкого тросика (рис. 8.13).



**Рис. 8.11.** Встроенный потолочный точечный светильник с галогенной лампой и поворотной частью



### Переносные

К ним относятся напольные (торшеры) и настольные лампы (рис. 8.14 и 8.15).

### Настенные

Это различного вида бра и люминесцентные светильники линейного типа (рис. 8.16 и 8.17).



**Рис. 8.12.** Люминесцентный потолочный встраиваемый светильник на 4 лампы по 18 Вт, устанавливается обычно на потолки типа «Армстронг»



**Рис. 8.13.** Подвесной светильник — люстра



**Рис. 8.14.** Настольный светильник с шарнирами создает зону освещения на рабочем столе



**Рис. 8.16.** Настенный светильник — бра



**Рис. 8.15.** Напольный торшер



**Рис. 8.17.** Настенный пылевлагозащищенный светильник с решеткой, обычно устанавливается в технических помещениях



## 8.4. Основные правила освещения

Основные правила освещения следующие.

1. Освещенность комнаты должна быть не меньше 15 Вт на 1 м<sup>2</sup> площади. Это значит, что если размеры гостиной 5 × 4 м, то люстра должна иметь пять лампочек по 60 Вт каждая. Имеется в виду мощность лампочек накаливания. Мощность ламп другого типа была рассмотрена ранее (см. «5.4. Осветительная аппаратура»).
2. Расстояние от пола до нижнего края потолочного светильника должно быть не меньше 2 м. Если есть желание повесить в типовой квартире многоярусную хрустальную люстру, то сначала стоит задуматься: не будут ли лампочки оставлять ожоги на лбу.
3. Светильники в ванной комнате и санузле обязательно должны иметь стекла для защиты от повышенной влажности и брызг воды. Степень защиты — IP 54 и выше. Расшифровка значений IP приведена в табл. 8.1.

**Таблица 8.1.** Расшифровка значений IP

Защита от посторонних твердых тел и пыли	
Первая цифра IP (Xx)	Вид защиты
0	Защиты нет
1	Защита от твердых тел размером $\geq 50$ мм
2	Защита от твердых тел размером $\geq 12,5$ мм
3	Защита от твердых тел размером $\geq 2,5$ мм
4	Защита от твердых тел размером $\geq 1$ мм
5	Частичная защита от пыли
6	Полная защита от пыли
Защита от воды	
Вторая цифра IP (xX)	Вид защиты
0	Защиты нет
1	Защита от капель конденсата, падающих вертикально
2	Защита от капель, падающих под углом до 15°
3	Защита от капель, падающих под углом до 60°
4	Защита от брызг, падающих под любым углом
5	Защита от струй, падающих под любым углом
6	Защита от динамического воздействия потоков воды (морская волна)
7	Защита от попадания воды при погружении на определенную глубину и время
8	Защита от воды при неограниченном времени погружения на определенную глубину



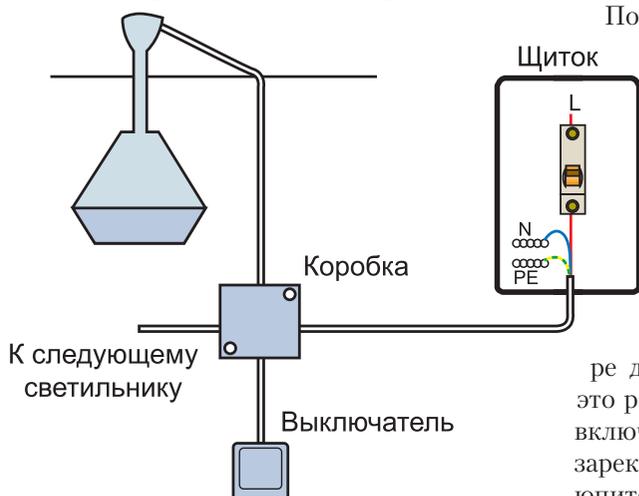
4. Перед тем как начать электромонтажные работы, необходимо заполнить чертеж объекта, на котором помечаются зоны освещения. При этом должны учитываться все фак-

торы: уровень естественного освещения, цветовая гамма интерьера, мощность и направленность искусственного освещения, личные пожелания и т. д.

## 8.5. Монтаж освещения в квартире и частном доме

Монтаж начинается с расчетов и чертежей (рис. 8.18–8.20). Определите, где

будут стоять точки освещения, светильники и выключатели.



После того как схема составлена, начинается монтаж осветительных проводов (рис. 8.21 и 8.22). Как именно укладывается провод, подробно рассказывалось раньше (см. 6. «Монтаж кабеля»).

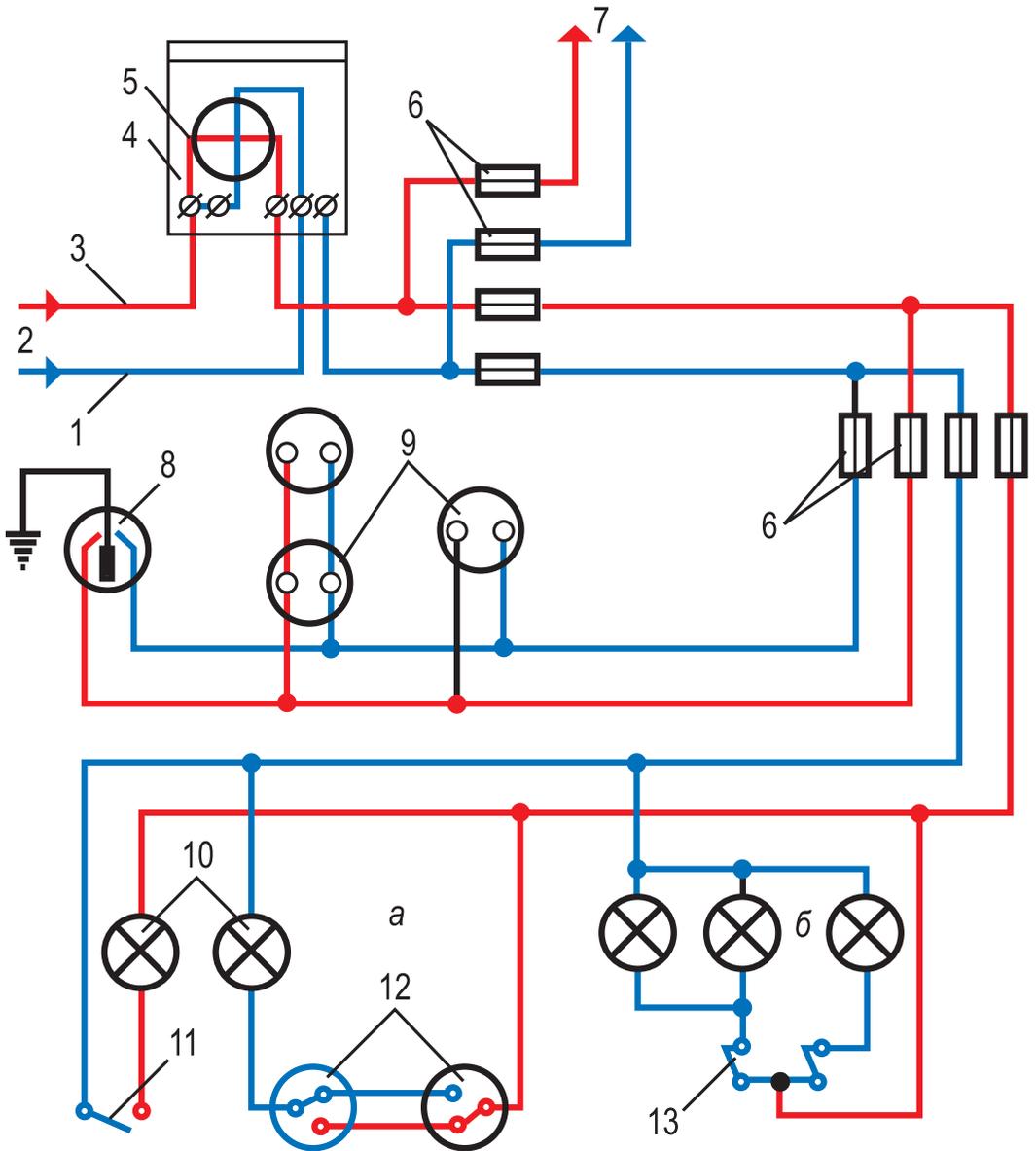
Наиболее типовым сечением жилы провода освещения является  $1,5 \text{ мм}^2$ , что составляет максимальную нагрузку в 4 кВт.

Вряд ли освещение в квартире достигнет такого показателя, ведь это равняется 40 лампочкам по 100 Вт, включенным одновременно. Не стоит зарекаться: возможно, вы установите юпитеры для профессиональной видеосъемки на дому.

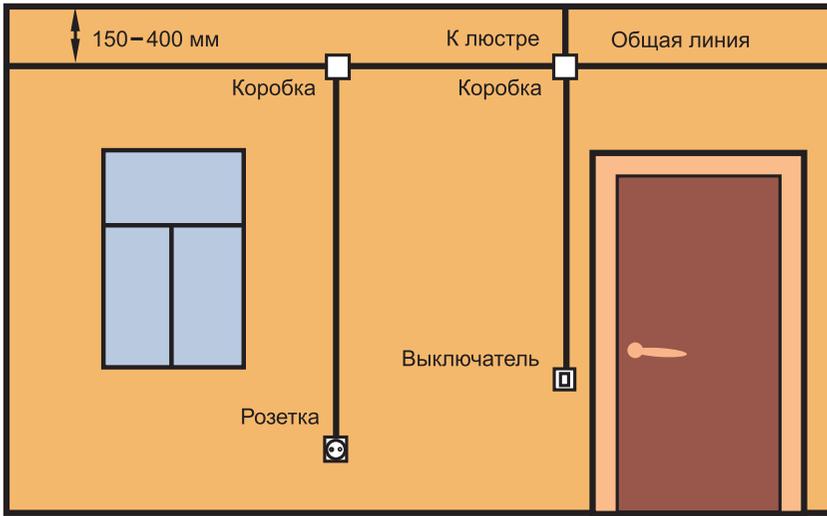
Рис. 8.18. Наглядная схема освещения



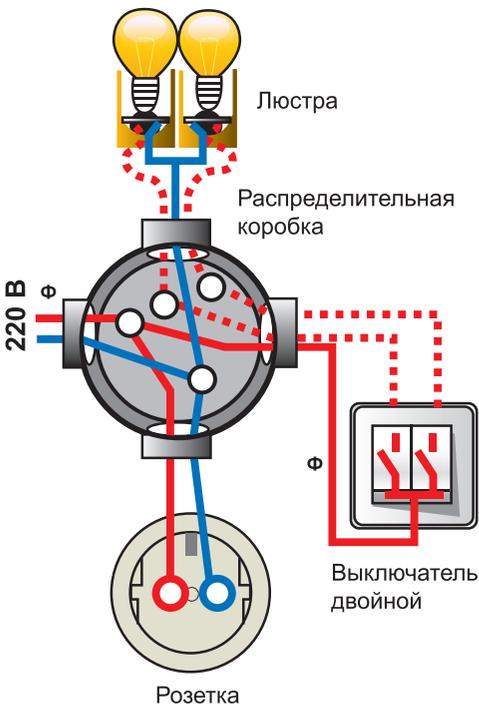
Рис. 8.19. Работа по освещению объекта начинается с черчения электрической схемы



**Рис. 8.20.** Оптимальная схема внутренней электропроводки: *а* — схема подключения проходных выключателей; *б* — схема управления многоламповым осветительным прибором; *в* — схема осветительной сети с двумя переключателями; 1 — нулевой провод; 2 — ввод; 3 — фазовый провод; 4 — счетчик; 5 — обмотка счетчика; 6 — предохранители; 7 — линия к приборам общего пользования; 8 — розетки с заземлением; 9 — обычные розетки; 10 — осветительные лампы; 11 — выключатель; 12 — переключатели; 13 — двухклавишный выключатель



**Рис. 8.21.** Тип разводки, когда силовые и осветительные провода питаются от одного общего кабеля



**Рис. 8.22.** Соединение проводов внутри распределительной коробки, когда питание розеток и освещения идет от одного общего кабеля

Если не хочется отдавать лишние деньги за кабель, можно рассчитать, какого именно сечения провод понадобится в каждом отдельном случае. Это просто. Допустим, есть зона освещения, которая состоит из 3 точечных светильников, каждый из которых с лампочкой на 60 Вт. К распределительной коробке подходит провод с сечением жилы  $1,5 \text{ мм}^2$ . Для 180 Вт это многовато. Берем суммарную мощность светильников — это как раз 180 Вт ( $60 + 60 + 60$ ) — и делим ее на 220. Если получилось число меньше 10, то от коробки к светильникам можно смело ставить провод с сечением ТПЖ  $0,75 \text{ мм}^2$ . Когда меньше 15 — сечение ТПЖ  $1 \text{ мм}^2$ , а если больше 17, тогда подойдет ТПЖ  $1,5$  или  $2,5 \text{ мм}^2$ . В данном случае получилось 0,8 — меньше единицы. Если есть провод сечением  $0,35 \text{ мм}^2$ , то подойдет и он. Разница в цене кабелей сечением  $0,75$  и  $1,5 \text{ мм}^2$  как минимум в 1,5 раза, не говоря уже о  $0,35 \text{ мм}^2$ .

После того как определена толщина провода на различных участках осветительной сети, необходимо решить, какой именно провод нужен — двух- или трехжильный. Если в квартире нет



заземления и оно не будет устанавливаться в дальнейшем, то трехжильный провод отпадает сам собой. Остается двухжильный с фазовым и нулевым проводниками. Большинство светильников не имеет контакта для заземляющего провода, так что расстраиваться не стоит. Трехжильный провод пригодится в случае, если в квартире есть заземление и будут устанавливаться люминесцентные светильники с электронным балластом (см. рис. 5.80).

Помните, что на освещение желательно ставить отдельные коробки. В этом случае будет меньше путаницы и это аккуратнее выглядит. Применять многожильный или одножильный провод — личное дело каждого. В отдельных случаях, например при прокладке освещения в тесном пространстве навесного гипсокартонного потолка, лучше использовать гибкий провод, такой как ПУГНП.

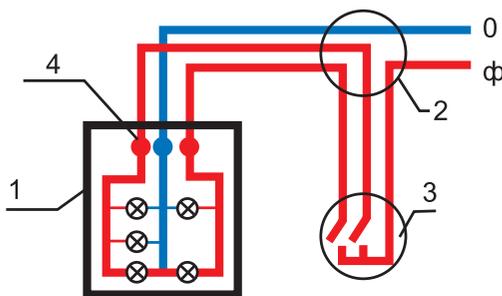
### Установка выключателей

Одно из основных правил в установке любого типа выключателя, освещения или автоматического — он всегда ставится на фазовый провод. Казалось бы, какая разница — ведь, если установить выключатель на нулевой проводник, все равно цепь окажется разомкнутой и свет погаснет. Разница есть. Допустим, выключатель установлен на нулевой проводник. Лампочка в светильнике перегорела, и ее понадобилось заменить. Первый ваш шаг — щелкнуть выключателем, разъединяя цепь, и спокойно вывинчивать неисправную лампочку в полной уверенности, что тока в цепи нет (лампочка-то не горит). Однако при разорванной цепи на ноле напряжение в фазовом проводе никуда не делось. Случайно прикоснувшись к фазовому контакту в патроне, человек моменталь-

но становится свежееиспеченным ноле, то есть его бьет током. Если произошел контакт ТПЖ с корпусом светильника в результате поломки, то прикосновение к такому прибору может стать последним. Для аналогии можно привести пример с водопроводной трубой: перекрыв кран, горе-водопроводчик начинает сверлить трубу до крана, а не после. В результате этого из трубы ударит фонтан воды, хотя из крана не выльется ни капли.

К выключателю всегда подходит один провод, который замыкается и размыкается внутри выключателя. Со стороны кажется, что провода два. Объяснить это просто — фазовый проводник образует петлю, которая опускается или поднимается к выключателю. На вершине петля режется и концы разъединенного провода соединяются с контактами выключателя. Теперь, щелкнув клавишей, можно соединить и разъединить цепь.

Жил становится 3, если выключатель двухклавишный. По одному проводнику подходит ток, а по двум — выходит. Одной клавишей разрывается одна линия, в то время как вторая работает. Соответственно, у трехклавишного выключателя будет 4 жилы — 1 на вход и 3 на выход. Для примера можно показать, как происходит монтаж проводов в люстре с несколькими лампочками (рис. 8.23). Допустим, в светильнике 5 лампочек. Требуется установить двухклавишный выключатель, чтобы при нажатии одной клавиши загорались 3 лампочки, при нажатии второй — 2. Практически в каждой люстре в чаше есть колодка, через которую соединяются провода. В эту колодку с одной стороны вставляется фазовый провод, с другого конца — кабель, который разветвляется на 3 — по числу подключаемых патронов. Точно так же подключается и второй фазовый проводник, только он разветвляется на 2 провода. Нулевой провод 1, и он, присо-



**Рис. 8.23.** Схема подключения люстры с 5 лампочками и двухклавишным выключателем: 0 — ноль; φ — фаза; 1 — люстра; 2 — коробка соединений; 3 — двухклавишный выключатель; 4 — соединительные клеммы

единяясь ко второму контакту патрона, объединяется в выходящий проводник.

Чтобы не вылущивать отдельные жилы из внешней оболочки, для подведения и отвода тока к выключателю используется обычный двухжильный провод, к двухклавишному — трехжильный и т. д.

Если устанавливать в качестве выключателя **диммер**, то первое, на что стоит

обратить внимание, — это на какую мощность он рассчитан. Если на диммере есть надпись 300 Вт, значит, он рассчитан на люстру из 5 лампочек по 60 Вт каждая. Есть устройства для домашнего использования с мощностью и 1000 Вт. При помощи такого светорегулятора можно менять уровень освещения в нескольких комнатах сразу. Устанавливается диммер точно так же, как и обычный выключатель. Единственное отличие — на контактах светорегулятора есть обозначение, какой именно провод подключать к тому или иному контакту. От этого зависит корректность его работы. Контакт для входящего провода обозначается латинской буквой «L».

**Проходной выключатель** отличается от обычного количеством контактов (рис. 8.24). Если у обычного одноклавишного их 2, то у проходного 3 контакта. К одному подключается входящий провод, к другому — идущий к источнику света, третий идет к другому такому же выключателю. У двухклавишного выключателя 4 контакта (рис. 8.25–8.28).



**Рис. 8.24.** Пример использования проходных выключателей (переключателей)

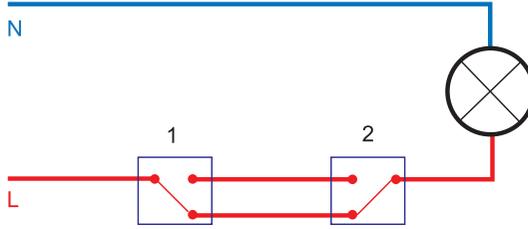


Рис. 8.25. На схеме показан принцип работы проходных выключателей

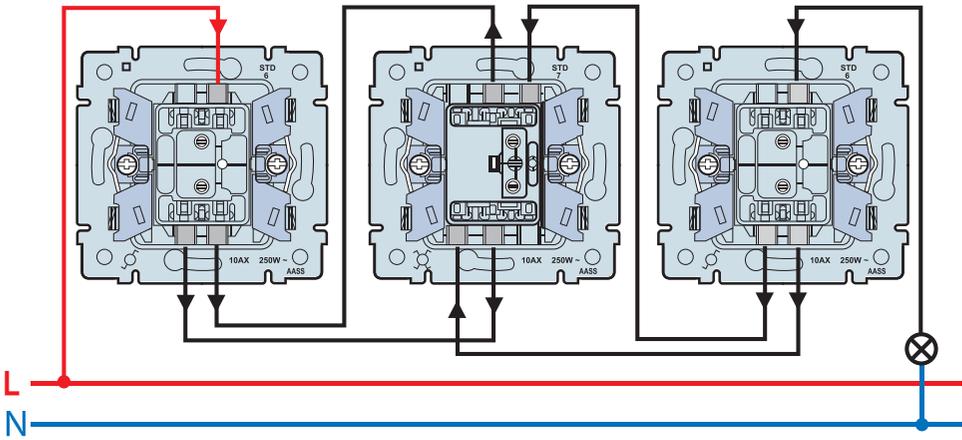


Рис. 8.26. Схема соединения выключателей между собой: посередине — крестовой с 4 контактами для соединения остальных переключателей между собой

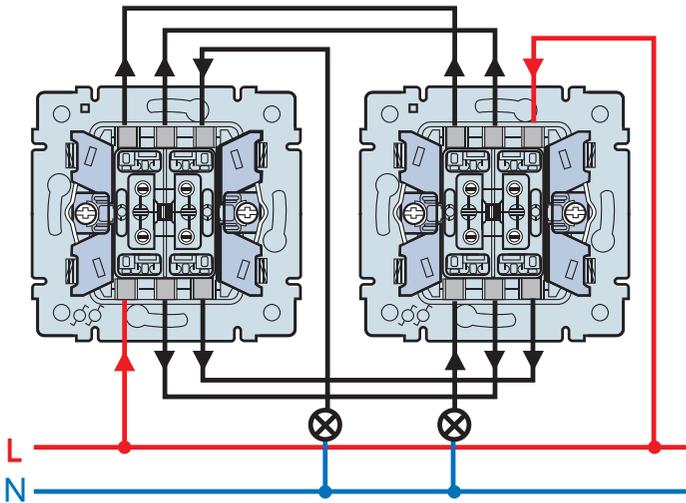
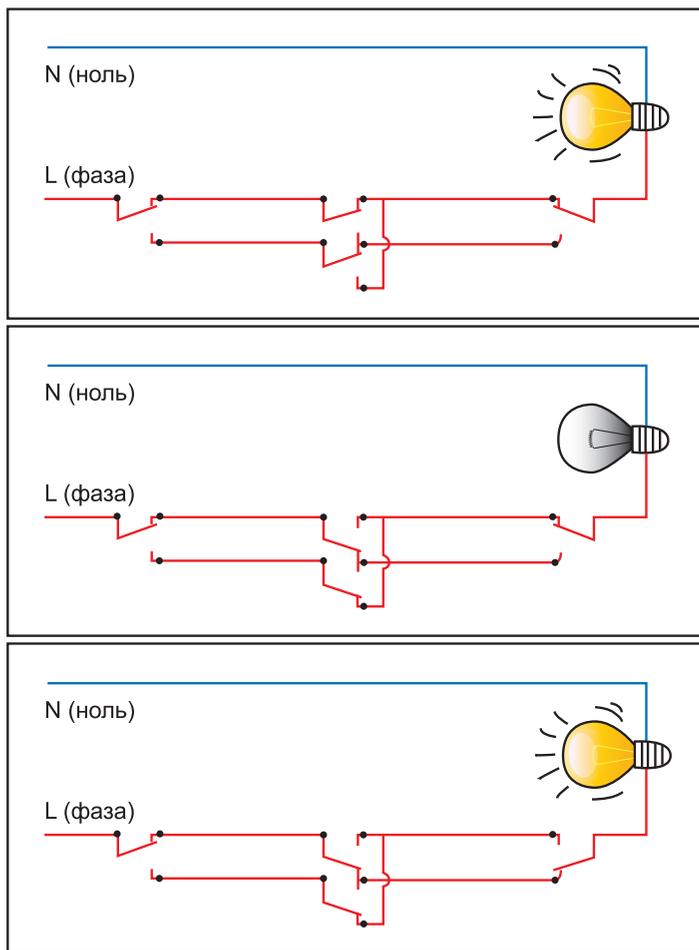


Рис. 8.27. Схема подключения двухклавишных проходных выключателей



**Рис. 8.28.** Различные варианты схем для подключения 3 проходных выключателей

На рисунках хорошо видно, как управлять источником освещения при помощи проходных выключателей из 3 разных мест. На колодке специальными обозначениями показано, какой контакт чему соответствует. Важно не перепутать порядок подключения при монтаже.

### Монтаж светильников

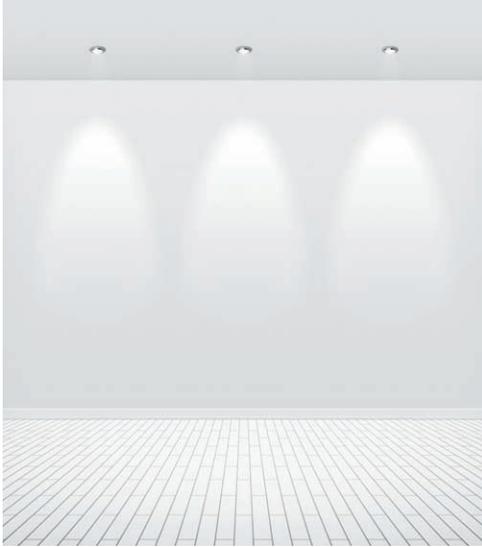
После того как проводка смонтирована, а выключатели установлены, можно крепить светильник к поверхности. Для этого существует несколько способов.

Встраиваемые точечные светильники крепятся проще всего — в гипсокартоне прорезается круглое отверстие при помощи коронки с изменяющимся диаметром режущего полотна, после чего светильник просто вставляется внутрь (рис. 8.29 и 8.30). При этом надо придерживать пальцами пружинные лапки, прижав их к корпусу светильника.

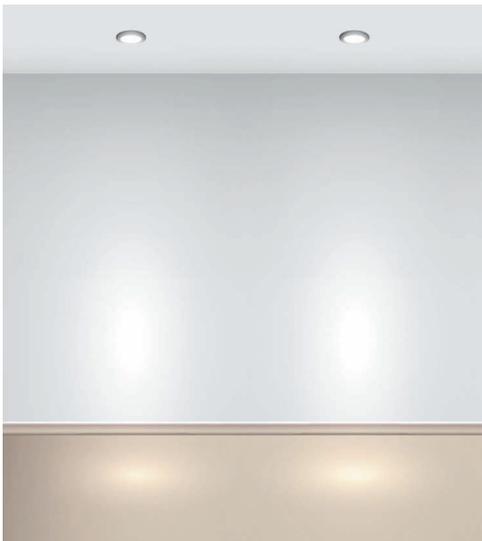
После того как светильник войдет на достаточную глубину, лапки прижмут его к месту (рис. 8.31). Конечно, перед этим нужно присоединить провода к контактам. Точечные светильники



бывают разных размеров. В быту чаще всего используются лампы с маркировкой R39, R50, R63 и R80. Эти цифры и буквы обозначают размер лампочек, который соответствует диаметру внутреннего отверстия в миллиметрах.



**Рис. 8.29.** При помощи точечных поворотных светильников можно изменять направление светового пучка: лампы повернуты на стену



**Рис. 8.30.** Светильники повернуты строго вниз

Точечные светильники можно монтировать не только в потолке, но и в любых пустотелых конструкциях — перегородках, облицовке и объемных фигурах.

Точечный светильник очень легко вынуть из отверстия в потолке. Его ремонт, замена или смена лампочки не составят никакого труда. Главная проблема при смене светильника (допустим, не понравился цвет) — следить, чтобы провода не нырнули в отверстие. Достать их оттуда, не разбирая конструкцию, будет затруднительно (рис. 8.32).



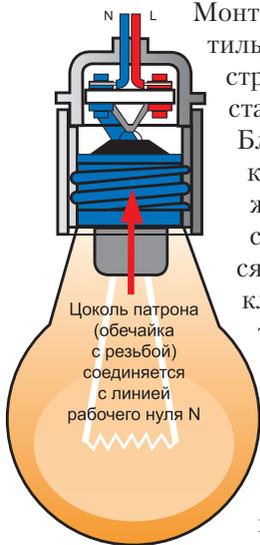
**Рис. 8.31.** Встраиваемый потолочный светильник удерживается на месте при помощи пружинных лапок



**Рис. 8.32.** Замена точечного светильника



Фазовый провод крепится к самому дальнему контакту в патроне, то есть не на тот, который контактирует с резьбой, а на тот, который соприкасается с кончиком цоколя (рис. 8.33). Это безопаснее всего.



Цоколь патрона (обечайка с резьбой) соединяется с линией рабочего нуля N

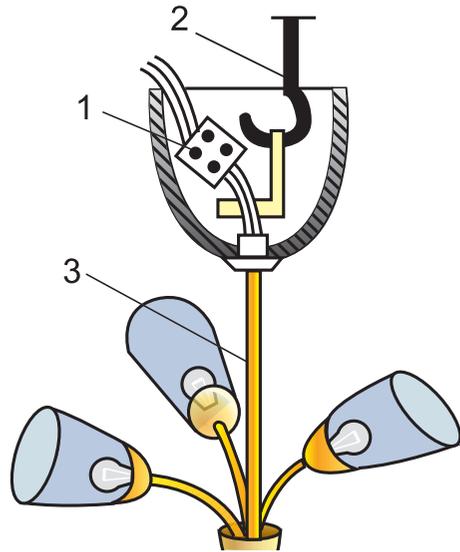
Монтаж встраиваемого светильника на потолок «Армстронг» и вовсе не составляет никакого труда. Благодаря тому что ячейки каркаса имеют такие же размеры, как и сам светильник, его остается только вставить и подключить провода к контактам (рис. 8.34).

Обычная люстра крепится 2 способами: вешается на крючок или прикручивается дюбель-гвоздями либо шурупами (рис. 8.35).

**Рис. 8.33.** Безопасное подсоединение фазовых проводов к контактам в патроне



**Рис. 8.34.** Встраиваемые светильники на потолок «Армстронг» — один из самых быстрых и удобных способов монтажа освещения



**Рис. 8.35.** Люстра: 1 — клеммная колодка; 2 — потолочный крюк; 3 — штанга крепления

Для этого на пластине, которая находится внутри декоративной чаши, закрывающей место соединения, есть отверстия (рис. 8.36).

Если люстра вешается на крюк, используются специальные дюбели, у которых вместо обычного шурупа крючок (рис. 8.37 и 8.39). Когда люстра достаточно массивна, то вместо дюбель-гвоздей используют металлический анкер диаметром 8–10 мм, который выдерживает нагрузку до 80 кг. Перед тем как вкручивать крюк, его необходимо обернуть двумя слоями изолянт.

Есть вариант, когда потолок пробивается до канала, идущего в плите, и крючок вешается на кусок стального прутка (рис. 8.39). Он краями заходит в отверстие канала. Затем проем заделывается штукатуркой или гипсовым клеем.

Чтобы люстра размещалась в центре потолка, используется нехитрый метод — из одного угла в другой чертятся линии. В точке их пересечения будет центр, в который можно установить светильник (рис. 8.40).

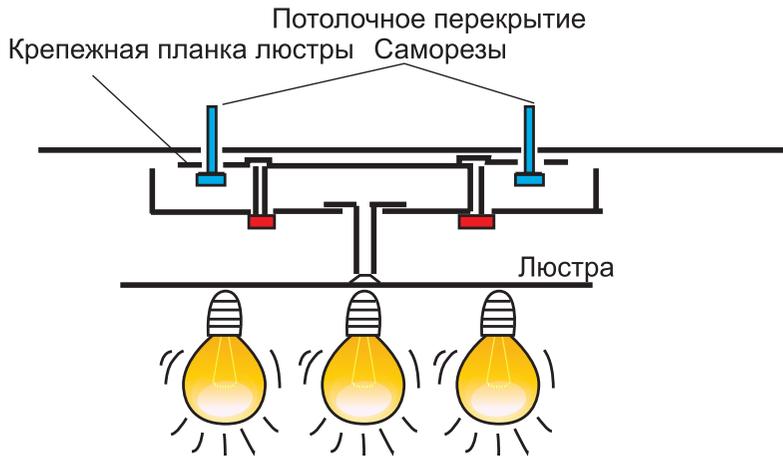


Рис. 8.36. Крепление потолочной люстры при помощи планки



Рис. 8.37. Монтаж коробки крепления под люстру в гипсокартонном потолке

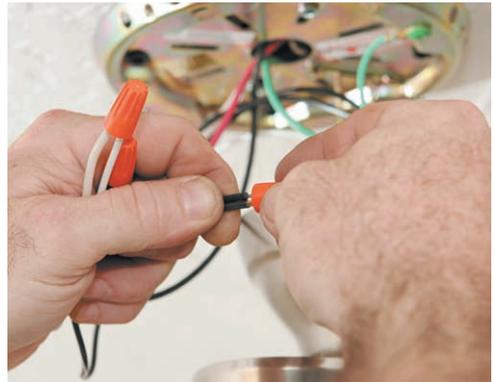


Рис. 8.38. Соединение проводов в чаше потолочного светильника при помощи скруток-колпачков

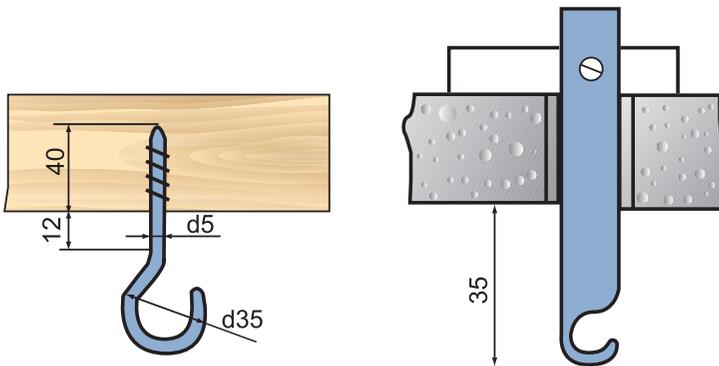
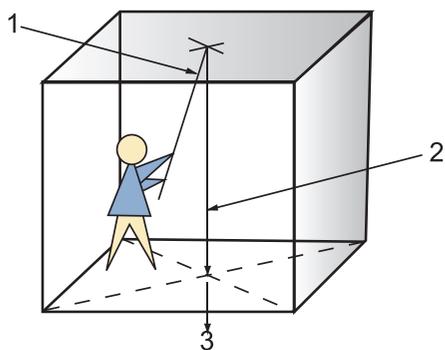


Рис. 8.39. Виды потолочных крюков для подвески люстр



**Рис. 8.40.** Перенести точку с пола на потолок можно так: необходимо взять деревянную рейку и, прикладывая к ней уровень, добиться того, чтобы она стояла вертикально, после этого можно отмечать точку центра комнаты — такую работу лучше всего выполнять вдвоем: 1 — рейка для отметки точки; 2 — вертикальная линия; 3 — точка пересечения двух диагоналей

## 8.6. Галогенные лампы с подключением через трансформатор

Для экономии и безопасности эксплуатации электроэнергии применяются схемы освещения, где используется не 220 В, а намного меньшие показатели номинального напряжения. Примером служат галогенные лампы на 6, 12 и 24 В.

Низковольтные галогенные лампы светят ничуть не ярче, чем обычные, а энергии потребляют на порядок меньше. К тому же невысокое напряжение гарантирует безопасность человека. Обычно такие лампы устанавливают в ванных комнатах по соображениям безопасности. Единственное «но» при работе галогенных ламп — они требуют установки понижающего трансформатора (рис. 8.41 и 8.42).



**Рис. 8.41.** Понижающий трансформатор для галогенных ламп: 2 провода предназначены для сетевого напряжения 220 В, еще 2 — для выходящего напряжения 12 В

Галогенные лампы такого вольтажа устанавливаются во встроенные светильники в подвесных потолках (рис. 8.43 и 8.44).

Современные электронные трансформаторы имеют небольшие размеры, которые позволяют с легкостью монтировать их прямо на каркас потолка. Выбирать трансформатор для лампы необходимо таким образом. Сначала рисуется схема освещения, в которой указаны количество ламп и их мощность, затем последняя величина суммируется и к полученному числу прибавляется 10–15 % (на всякий случай).

Для примера можно предложить такую схему: помещение освещают 6 ламп по 12 В каждая. Умножаем  $12 \times 16 = 196$  Вт, округляем до 200 Вт — это и будет показатель мощности требуемого трансформатора. При установке и эксплуатации такого прибора нужно помнить, что при работе он может сильно нагреваться (до  $+90^\circ\text{C}$ ). Не стоит приобретать трансформатор с завышенной мощностью. Лучше всего, когда он

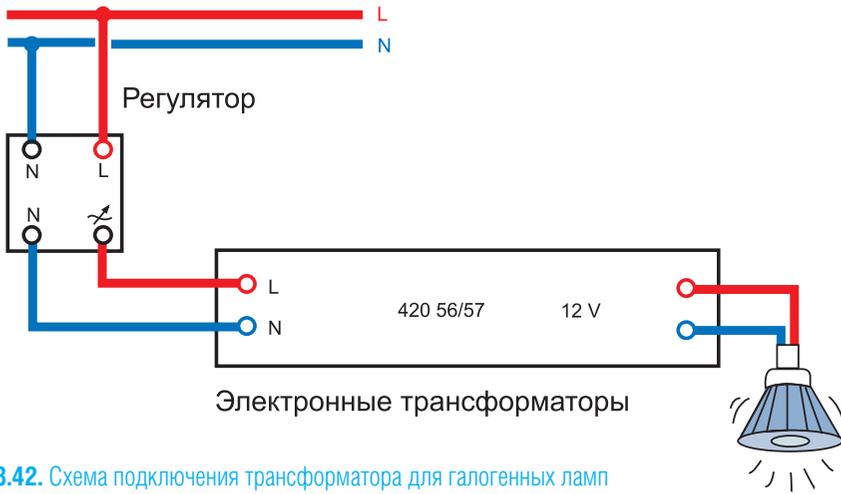


Рис. 8.42. Схема подключения трансформатора для галогенных ламп

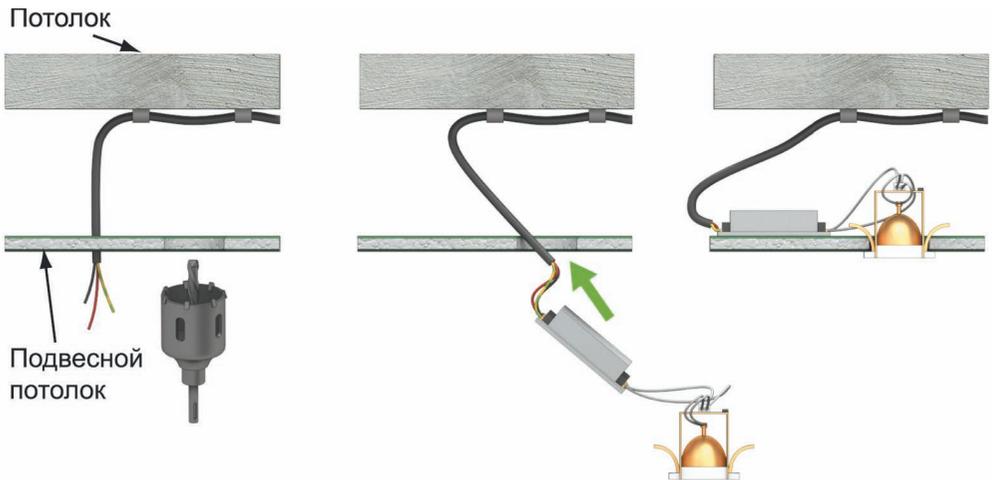


Рис. 8.43. Монтаж галогенных светильников с трансформатором в подвесной потолок

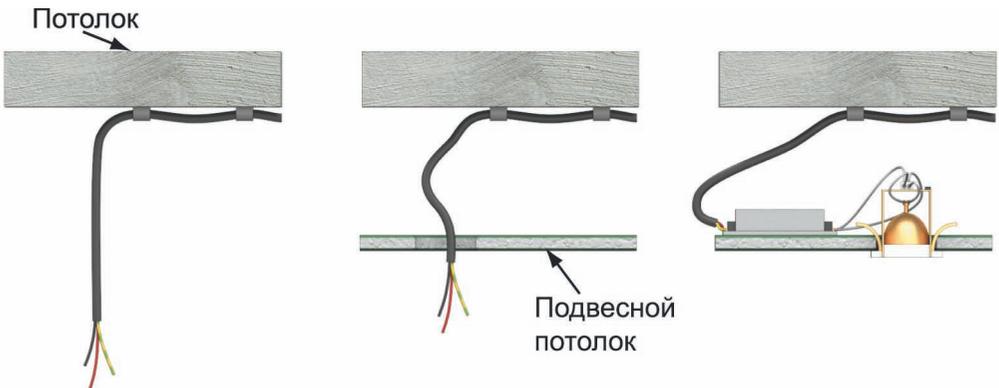


Рис. 8.44. Монтаж галогенных светильников и трансформатора одновременно с потолком



работает на полную нагрузку. Например, если есть трансформатор на 300 Вт, а к нему планируется подключить лампы с суммарной мощностью в 250 Вт, то лучше добавить еще пару по 24 В.

Потолок, за которым расположен такой прибор, надо снабдить специальными лючками, чтобы в случае поломки или регулировки до него можно было легко добраться. Если зон освещения несколько, то вместо одного мощного трансформатора лучше приобрести несколько штук послабее — выйдет дешевле, да и устанавливать их легче.

На группу освещения, работающую от трансформаторов, лучше выделить отдельный автомат, не допускающий перегрузки. Она весьма опасна для таких приборов.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Для низковольтных галогенных ламп не стоит устанавливать диммер. Он начинает работать некорректно, и срок службы сокращается.

## 8.7. Монтаж уличного освещения

Монтаж уличного освещения серьезно отличается от того, который делается внутри помещений. Главное отличие — в материалах и электромонтажных изделиях, которые при этом используются. Вне помещения электрическое оборудование подвергается температурному воздействию, осадкам и ветру. Вполне понятно, что к нему предъявляются совершенно другие требования.

Задача наружного освещения на участке вокруг частного дома — это не только хорошая видимость в темное время суток подсобных построек и дорожек на территории. Оно применяется и в эстетических целях, как элемент ландшафтного дизайна.

Прокладка кабеля на улице возможна двумя способами.

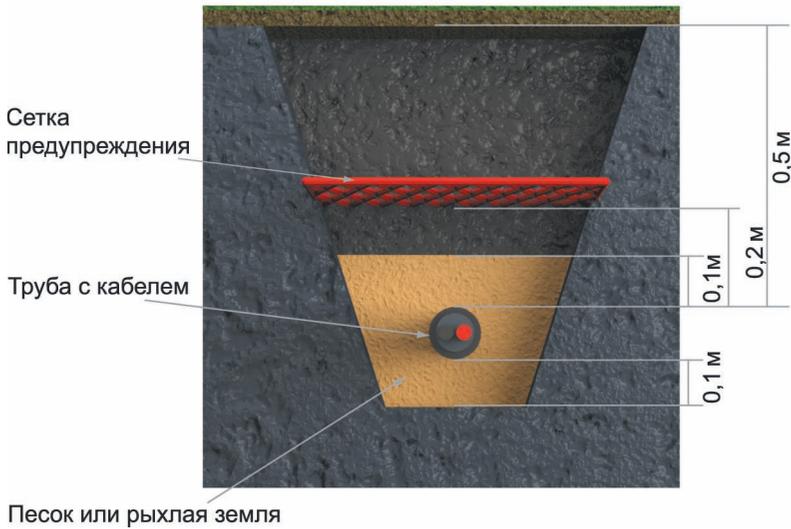
1. **Подземный.** Выбирается кабель, рассчитанный на прокладку под землей, например ВББШв (рис. 8.45). Такой проводник можно укладывать в землю безо всяких защитных приспособлений. Если выбирается другой вид кабеля, например КГ

или ВВГ, то он прокладывается в защитном металлическом коробе или трубе. Глубина траншеи должна быть не менее 40 см при использовании защитного короба и не менее 80–90 см, если кабель укладывается без него. В идеале хорошо, когда кабель проводится внутри пластиковых труб, которые, в свою очередь, укладываются в лоток.

2. **Воздушный.** Кабель, прикрепленный к несущему тросу, протягивается по воздуху. Такой трос или прочная веревка тянется от строения к строению или между опорными столбами. Кабель цепляется к тросу при помощи хомута. Для воздушного проведения используется морозостойкий кабель, например КГ или ПВСУ, хотя подойдет и ВВГнг.

#### ВНИМАНИЕ!

Без опорного троса кабель не протягивается — это небезопасно, да и проводник не прослужит долго.



**Рис. 8.45.** Укладка кабеля под землей

Предпочтительнее укладывать кабель под землей — так он более защищен, но в случае ремонта до него труднее добраться.

Распределительные коробки для наружного освещения должны быть металлическими или из термостойкого пластика. Степень защиты — IP 54 или выше (см. табл. 8.1). Это относится и к выключателям. Для коробки рекомендуется их устанавливать под защитными крышками, которые предохраняют от осадков (рис. 8.46).

Наружные светильники делятся на несколько видов.

### Прожектора

Используются для освещения определенных зон, поскольку все они снабжены рефлекторами-отражателями.

Различаются по мощности и степени защищенности, а также источнику света. У всех наружных прожекторов степень защищенности весьма высокая — от IP 54 до IP 66 (см. табл. 8.1).

Это означает, что они могут выдержать проливной дождь и пылевую бурю без всякой дополнительной защиты.

Мощность уличных прожекторов колеблется от 120 до 2000 Вт.



**Рис. 8.46.** Двухгнездовая розетка с крышками и коробка, герметичная крышка которой держится на винтах



Источником света могут быть лампы накаливания, галогенные, металлогалогенные (натриевые) лампы и светодиоды. В последнее время чаще используют прожекторы с линейными галогенными лампами (рис. 8.47). Компактные размеры, невысокая стоимость и высокая мощность делают их весьма привлекательными для установки в качестве источников освещения.

Лампы накаливания используются достаточно редко, поскольку они неэкономичны.

Люминесцентные не используются вовсе, поскольку они не работают при температурах ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Светодиодные прожектора, пока не открыт способ делать их дешевыми, почти не используются. Очень жаль, поскольку они дают яркий свет при минимальных затратах энергии.

Весьма экономичными являются лампы типа ДРЛ и ДНАТ. Единственный их недостаток — долгое время включения (до нескольких минут), особенно при низких температурах.

#### Уличные светильники типа «кобра»

Названы так по характерной форме отражателя (рис. 8.48). Есть светильники со стеклом и без. Устанавливаются на столбах или стенах зданий. В отличие от прожекторов не имеют поворотного рефлектора. В светильник встроен электронный балласт для запуска металлогалогенных ламп.

#### Фонари

По большей части это светильники декоративного вида, устанавливаемые

на опорных столбах (рис. 8.49 и 8.50). Дают рассеянный свет.

Кроме обычных выключателей на улице часто устанавливают датчики включения, реагирующие на движение, с фотоэлементом или таймером (рис. 8.51 и 8.52). Они устанавливаются по такому же принципу, что и обычные выключатели.

Кроме вышеупомянутых светильников используют великое множество других видов, которые могут встраиваться в стены домов, каменные дорожки, развешиваться в виде гирлянд и т. д. (рис. 8.52).



Рис. 8.47. Прожектор с линейной галогенной лампой



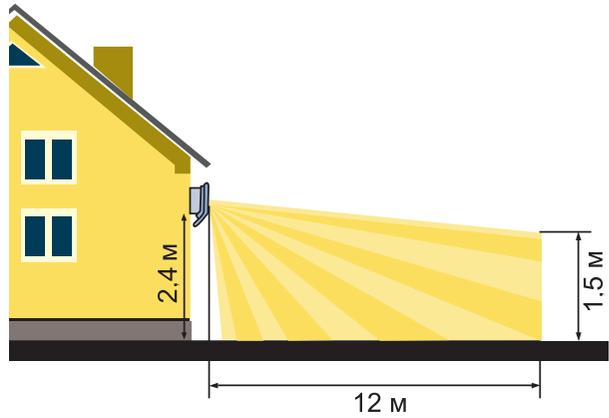
Рис. 8.48. Светильник «кобра» с защитным стеклом и решеткой



Рис. 8.49. Уличный фонарь с настенным креплением

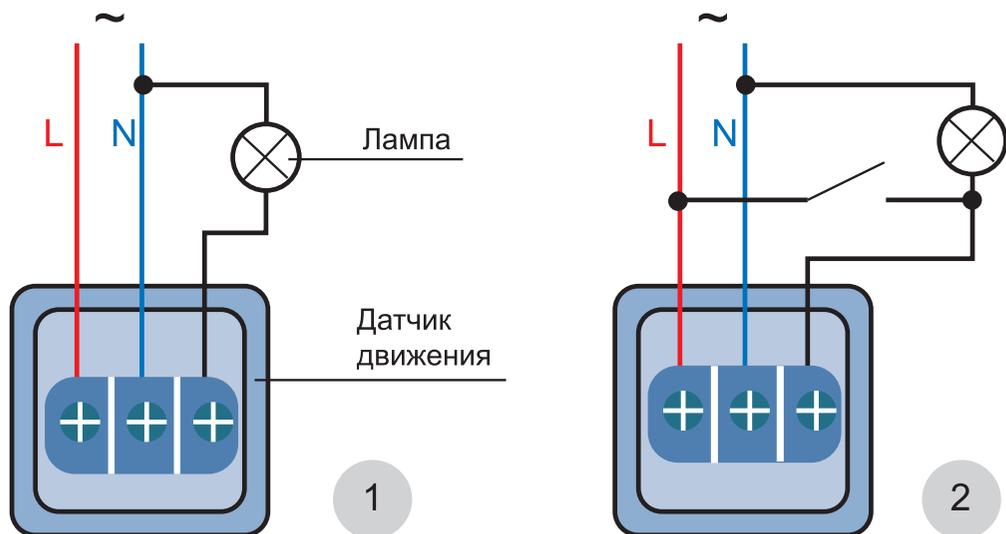


Рис. 8.50. Декоративный садовый фонарь

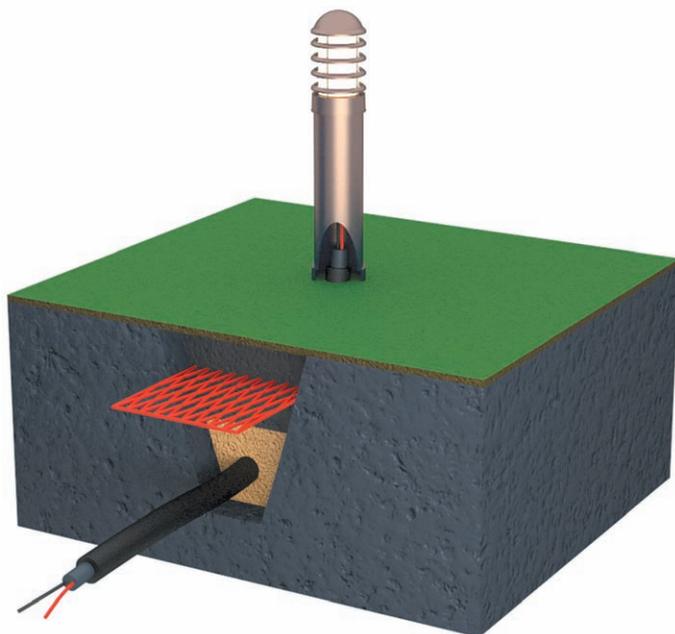


Датчик движения

Рис. 8.51. Радиус действия датчика движения



**Рис. 8.52.** На *фрагменте 1* показана схема подключения датчика движения без дублирующего выключателя. На *фрагменте 2* в схему добавлен обычный выключатель. Делается это для того, чтобы при необходимости свет был включен, даже если рядом никого нет. Достаточно щелкнуть выключателем — и свет будет гореть. Если выключатель разомкнуть, то датчик снова начнет включать и выключать свет, реагируя лишь на движение



**Рис. 8.53.** Уличный фонарь с подземным подводом кабеля



## 8.8. Дизайнерские ухищрения

При помощи различного вида светильников, источников света и элементов декоративной отделки можно создавать удивительные вещи (рис. 8.54 и 8.55). Это не требует дорогостоящего оборудования. Необходимо лишь хоро-

шо знать характеристики источников света и иметь развитую фантазию вкупе с навыками отделочных работ.

Для того чтобы дать представление, что можно создать при помощи светотехники, приведем несколько примеров.



**Рис. 8.54.** Создание зон освещения при помощи встроенных в гипсокартонный потолок светильников с галогенными лампами: видны зоны освещения кухонных шкафов и стойки

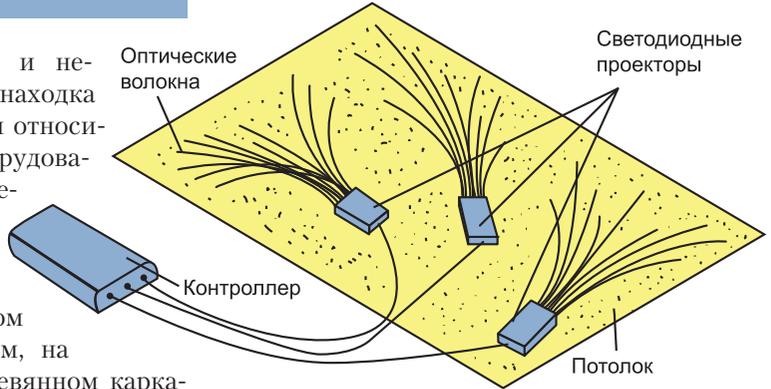


**Рис. 8.55.** Пример создания зон освещения при помощи компактных светильников



### «Звездное небо»

Это очень красивая и необычная дизайнерская находка (рис. 8.56). При помощи относительно недорогого оборудования можно устроить своеобразный планетарий прямо на потолке любой комнаты (рис. 8.57). Правда, потолок при этом должен быть подвесным, на металлическом или деревянном каркасе, с зазором между черновой поверхностью и покрытием не меньше 5 см. Материал листов потолка — гипсокартон или МДФ. В потолке по шаблону из бумаги просверливаются отверстия, примерно 1,5–2 мм в диаметре. Чтобы создать рисунок созвездий, придется вооружиться картой звездного неба и тщательно перенести точки звезд на потолок. Оборудование, при помощи которого созда-



**Рис. 8.57.** Монтаж оптических волокон на гипсокартонном потолке

ется свечение точек, можно приобрести в магазинах светотехники. Устройство состоит из пучка оптических волокон, присоединенных к светодиодному или галогенному проектору. У светодиодного проектора есть контроллер — прибор, управляющий свечением отдельных волокон. В галогенном проекторе имеется фильтр, меняющий цвет свечения концов волокон.

Монтаж потолка придется вести по-секционному: сначала прикручивается один лист, с внутренней стороны в отверстия вставляются концы волокон, смазанные клеем, затем — следующий и т. д. Работа весьма кропотливая, и выполнять ее надо аккуратно.

Проектор и контроллер располагаются на потолке прямо на листах или крепятся к каркасу, весят они немного. Проектор подключается одним проводом к распаечной коробке и имеет выключатель, как обычный светильник. Если у проектора нет контроллера, то яркость отдельной точки-звезды определяется количеством волокон в одном отверстии. Если контроллер присутствует, то концы волокон располагаются по потолку равномерно, примерно по 50–70 на 1 м<sup>2</sup>.



**Рис. 8.56.** «Звездное небо» на гипсокартонном потолке



В зависимости от модели контроллер может не только проецировать неподвижные звезды, но и показывать целые представления — движение Галактики, падение метеоров и т. п. Единственное «но» — такая модель недешева. Галогенный проектор подобных эффектов не имеет, зато может заставить выполненный рисунок переливаться всеми цветами радуги. Потолок для придания сходства с ночным небом можно покрасить соответствующей краской. Это фантастическое зрелище, когда одним движением руки гасится общий свет и в темноте на потолке проступает звездный рисунок, который может двигаться.

### Отраженный свет

Наиболее интересное решение использования отраженного света — это гипсокартонные карнизы со скрытыми светильниками. Для изготовления такой конструкции необходимо владеть навыками работ с гипсокартоном. Электрическая сторона вопроса достаточно проста. Внутри карниза вставляются точечные встраиваемые лампы, которые светят на стену. Карниз заслоняет свет, и со сторо-

ны комнаты видна лишь яркая окантовка по периметру под потолком (рис. 8.58). Это отличное дополнительное освещение. Можно вкрутить лампы разных цветов и поставить диммер для регулировки интенсивности их работы, поиграть с расположением ламп и направлением света.

### Столб света

Такой дизайнерский ход — для любителей необычного. Конструкция простая. На полу располагается основание колонны, выполненное из гипсокартона, на потолке — капитель. Роль ствола колонны играет яркий пучок света. Его создают галогенные или ксеноновые прожекторы с узконаправленными рефлекторами.

### Светодиодные и люминесцентные кабели для создания надписей и окантовки на стенах

Выбрав кабель с определенным цветом, можно оплести им декоративные конструкции, не только создавая замысловатые узоры, но и дополнительно освещая поверхности.



**Рис. 8.58.** Трубчатые люминесцентные лампы, располагаясь за карнизом из гипсокартона, создают мягкое и равномерное освещение по периметру комнаты

# 9. Монтаж квартирного и этажного распределительного (ЩЭ) щитков

Электрическая сеть дома или квартиры — это не только провода, розетки, лампочки и выключатели. Более сложной и самой важной частью электрической цепи считается щиток управления, в котором находятся автоматические выключатели, УЗО, дифавтоматы и дополнительная аппаратура. Именно в щитке располагается узел управления всем электрохозяйством на отдельном участке.

До недавнего времени в квартирах никаких щитков не было. Считалось, что вполне достаточно распределительного щита, который находится на лестничной площадке. На отдельную квартиру полагался электрический счетчик да пара автоматов. Впрочем, иногда счетчик размещался в квартире и при нем — две пробки-предохранителя (рис. 9.1 и 9.2).

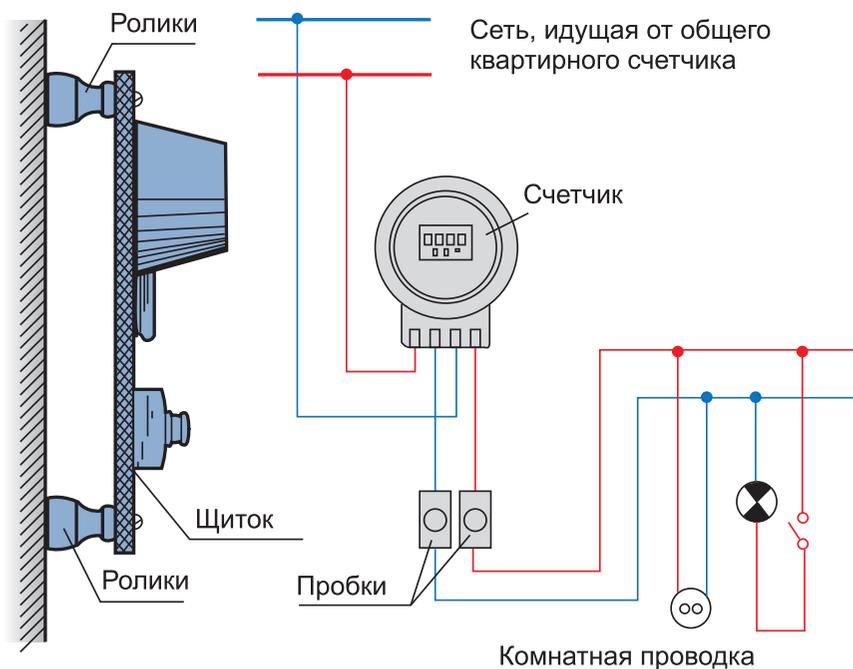


Рис. 9.1. Так выглядел квартирный щиток в советские времена



**Рис. 9.2.** Пример устаревшего квартирного щита: механический счетчик, автомат отключения и несколько предохранителей (если у вас в квартире стоит подобный щит, лучше заменить его во избежание аварийных ситуаций)

Однако прогресс не стоит на месте, потребление энергии возросло в несколько раз, а требования к безопасности изменились (рис. 9.3–9.5). Достаточно сказать, что 30 лет назад потребление на отдельную квартиру ограничивалось мощностью 800 Вт. Сравните эту цифру с энергопотреблением сегодня. Один электрочайник потребляет 1,5–2 кВт, не говоря уже о стиральных машинах, СВЧ-печах, кондиционерах и т. д. Понятно, что вместе с возросшим потреблением энергии изменились и требования к электрооборудованию.

Перед тем как приняться за электро-монтажные работы, необходимо составить схему **квартирного щитка**, указать, что в нем будет находиться и как подключаться. При выполнении такой схемы нужно учесть следующие факторы.

1. **Тип расключения** в квартире: «звезда», «шлейф», в распределительных коробках или смешанный вариант (рис. 9.6). От выбора разводки зависит, сколько проводов будет подходить к щитку. Их количество может варьироваться от одного до нескольких десятков.
2. **Суммарную мощность** всех электроприборов в квартире и отдельно мощность энергопотребления в выделенной зоне. Эти значения необходимо вычислить для того, чтобы определить номинальные значения автоматов (рис. 9.7).
3. Учтите все варианты, например приехали гости и в квартире включено буквально все, что можно: плита,

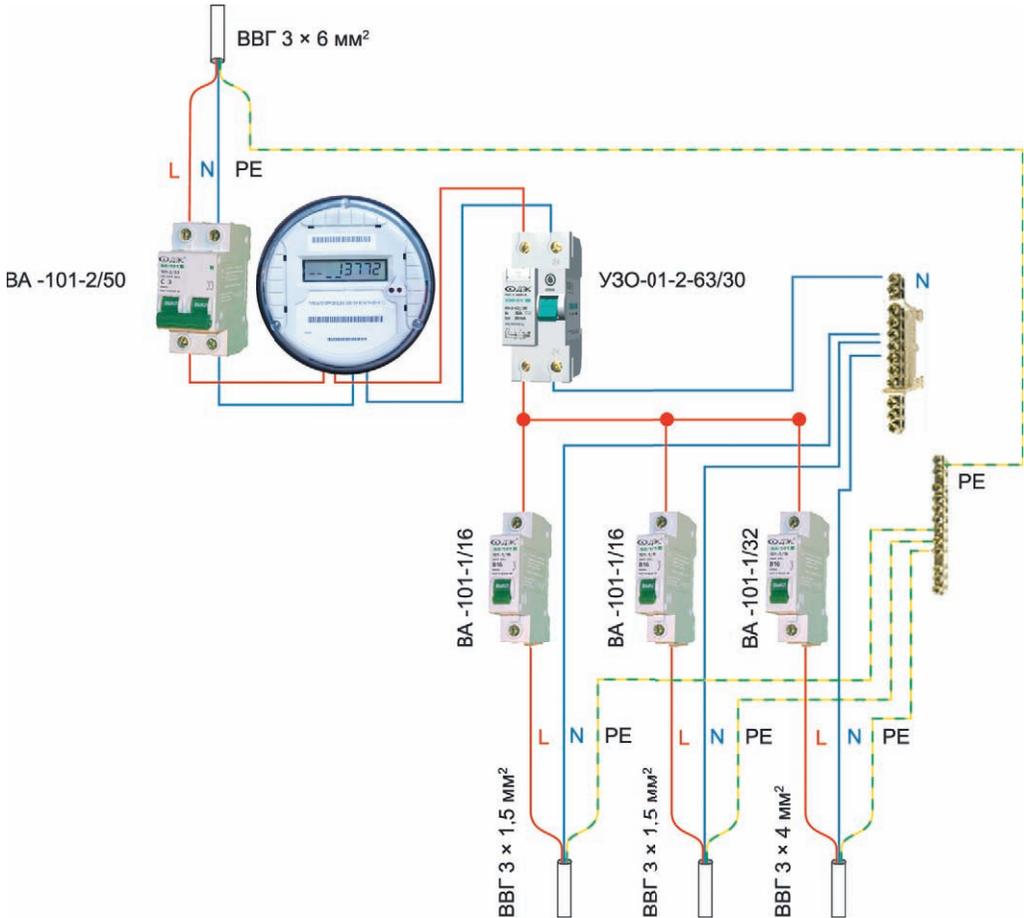


Рис. 9.3. Схема квартирного щитка на однофазную цепь

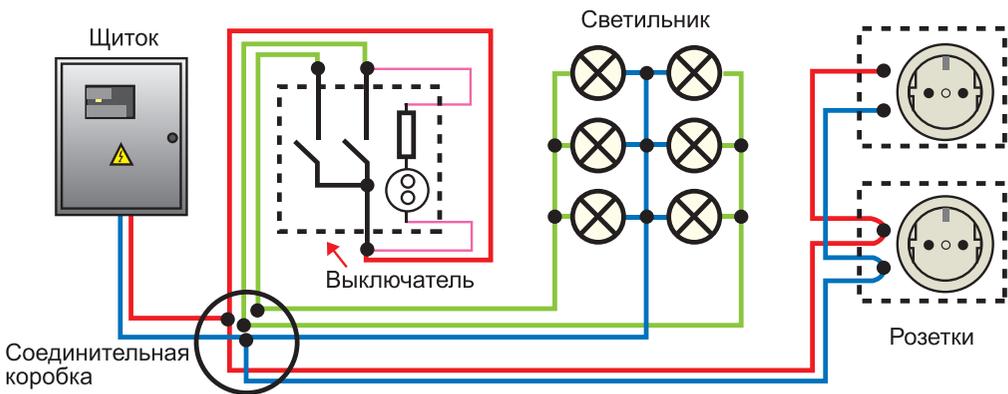
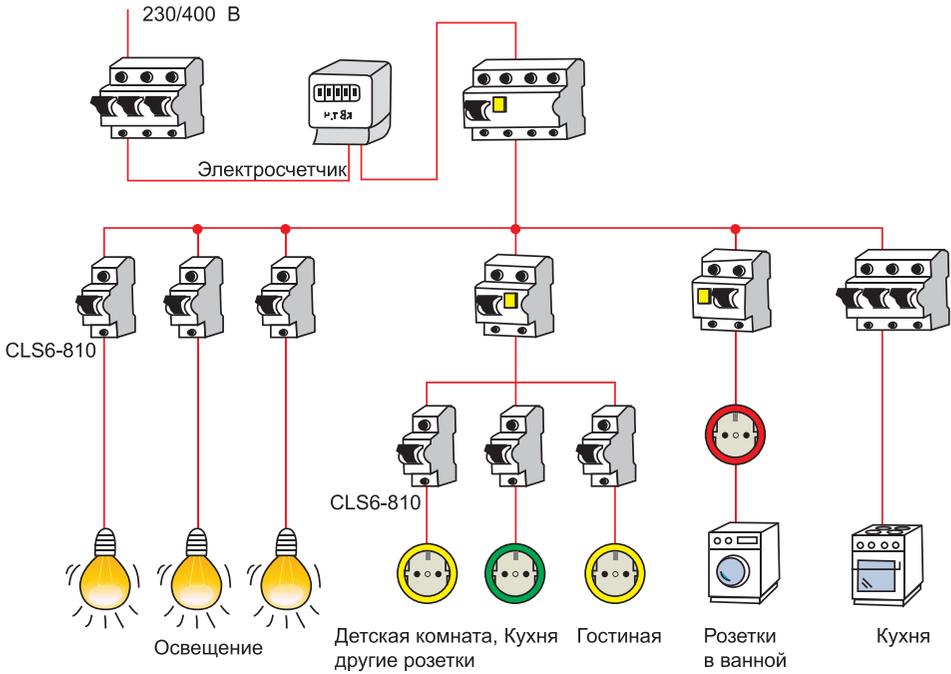


Рис. 9.4. Простейшая схема розеток, выключателей и ламп



## 9. Монтаж квартирного и этажного распределительного (ЩЭ) щитков

Пример схемы – квартирная электропроводка, трехфазная



Пример схемы – квартирная электропроводка, однофазная

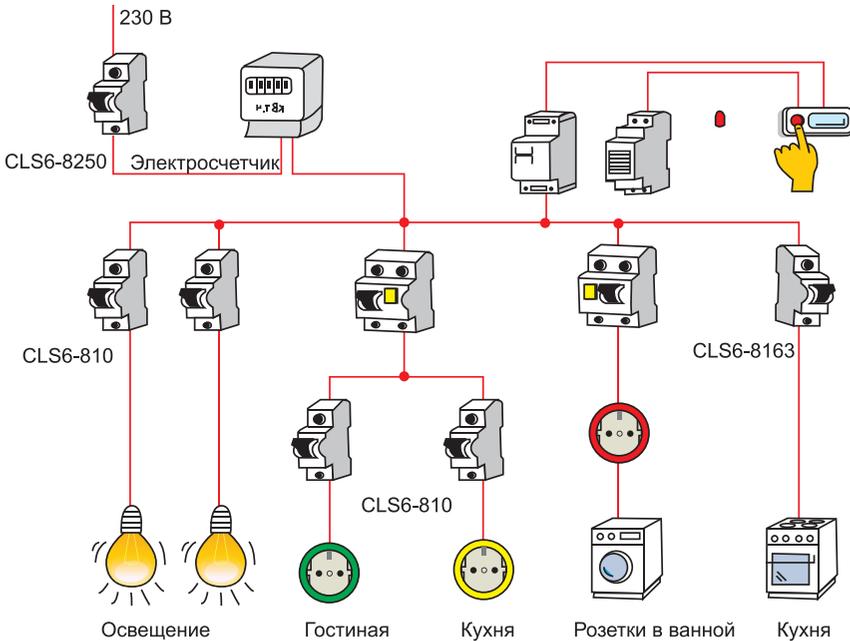
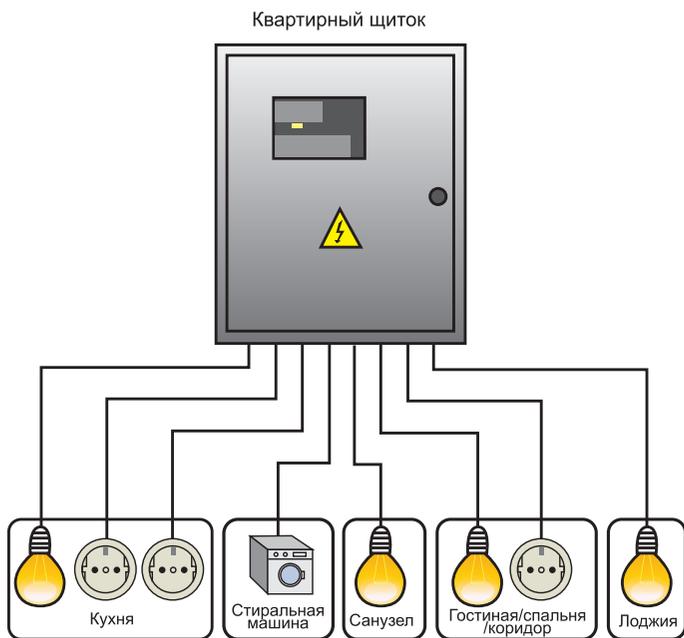
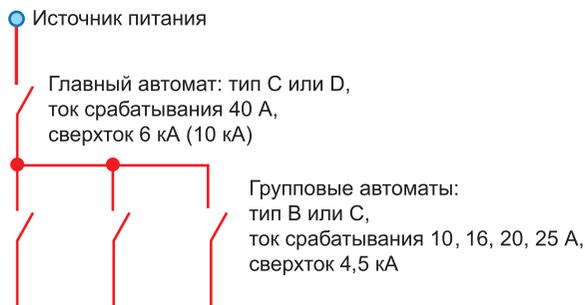


Рис. 9.5. Пример современной схемы квартирного щитка



**Рис. 9.6.** Расключение типа «звезда» с коробками: квартира делится на несколько зон энергопотребления (например, зона «гостиная/спальня/коридор» разделяется на силовую линию для розеток и осветительную, 2 провода, подходя к распределительной коробке, разветвляются по отдельным электрическим точкам)



**Рис. 9.7.** Схема расположения автоматов в квартирном щитке

кондиционер, компьютер и даже стиральная машина (рис. 9.8). Если такие расчеты уже делались (вы определили сечение проводников), то будет проще — автоматы и прочие устройства подбираются под кабель. Когда он рассчитан на силу тока 25 А, что соответствует сечению 2,5 мм<sup>2</sup> медной жилы, то автомат или УЗО должны быть 16 А.

**4. Какого именно типа** электроприборы установлены в квартире. Помните, что на отдельные приборы необходимо обязательно устанавливать УЗО (например, стиральные машины).

Чтобы лучше представить алгоритм действий при монтаже квартирного щитка, приведем пример установки определенной схемы.



## 9. Монтаж квартирного и этажного распределительного (ЩЭ) щитков

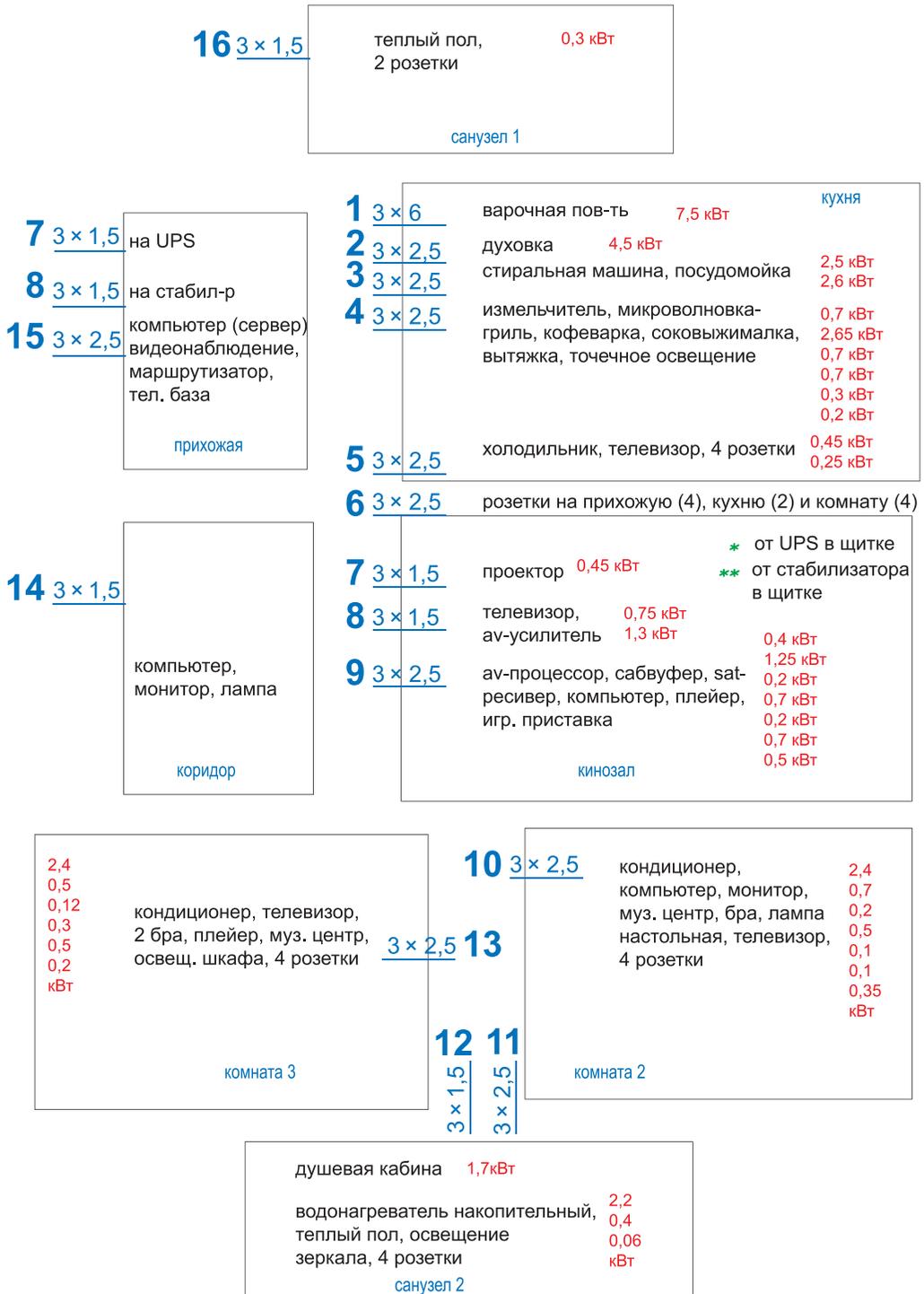


Рис. 9.8. Пример расчета количества зон и мощности электроприборов



Перед вами — двухкомнатная квартира. Известно, какие именно приборы в ней будут стоять и количество отдельных зон, составлена схема щитка. Выглядит она так (рис. 9.9).

Монтаж начинается с выбора места установки щитка, его размеров и вида.

Щиток, как правило, располагается в прихожей возле входной двери (рис. 9.10).

Это наиболее рационально — не придется далеко тянуть входящий кабель. Хотя данное условие не жесткое, можно поставить щиток и в дальней комнате.

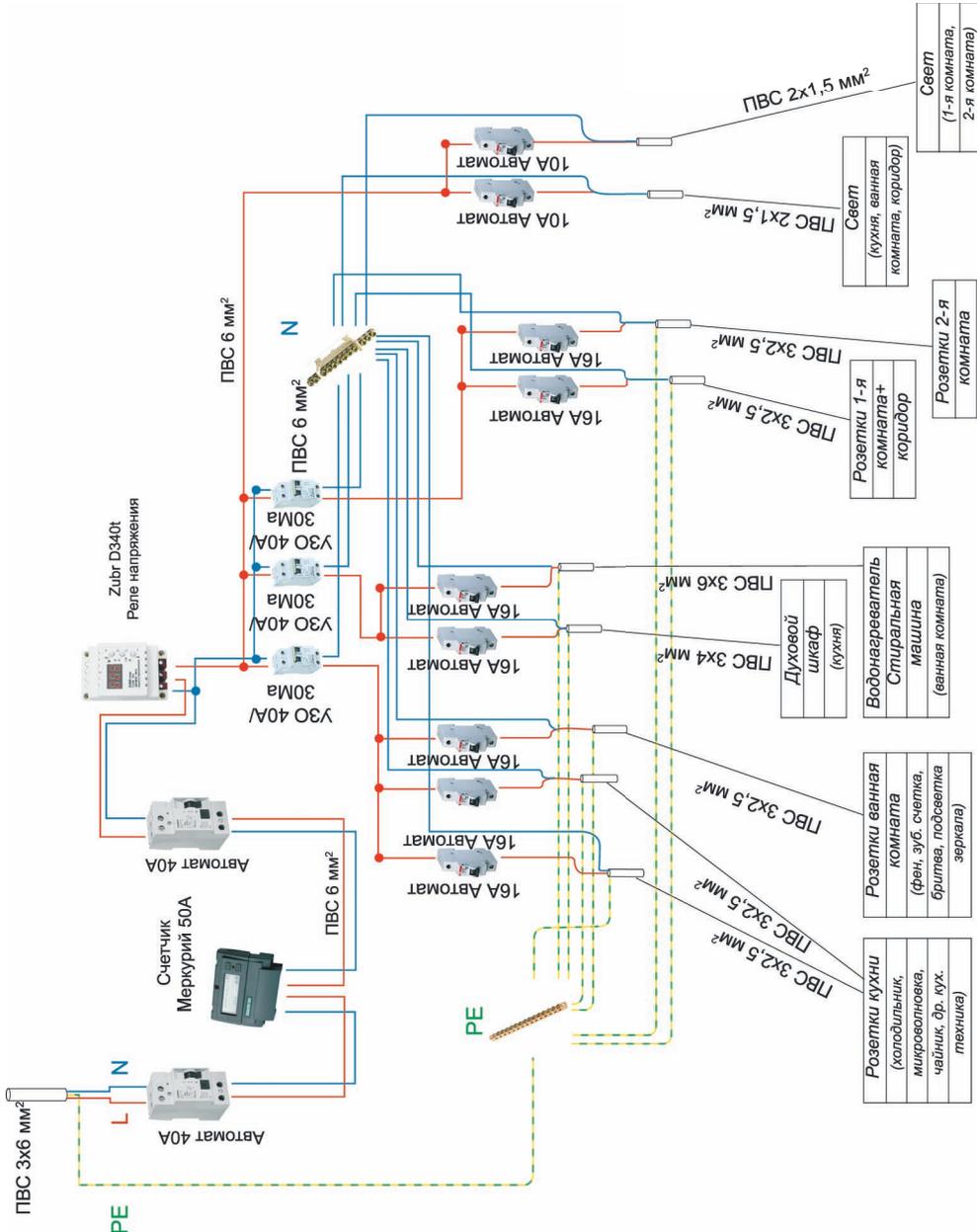


Рис. 9.9. Однофазная электрическая схема отдельной квартиры



**Рис. 9.10.** Наружный пластиковый бокс на 8 авто-матов, расположенный возле входных дверей

Располагается он на высоте 1,5 м или на уровне глаз, чтобы удобно было достать рукой. Если в доме есть дети, имеет смысл установить щиток повыше и выбрать вариант, который запирается на ключ, например металлический ЩРВ. Вид щита: наружной или внутренней установки, пластиковый или металлический, с прозрачной дверцей или нет — зависит от удобства установки (см. рис. 5.113) и ваших предпочтений.

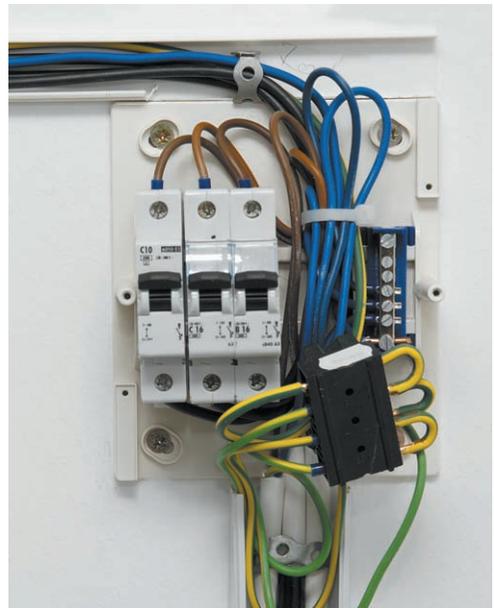
Например, в гипсокартонные перегородки удобнее всего ставить встраиваемый щит, а на железобетонные стены — наружной установки. Не придется выдалбливать в стене углубление под него, что весьма трудоемко. Размер щитка зависит от количества устройств, которые будут в нем располагаться. На приведенной схеме (см. рис. 9.9) примерно 30 полюсов, или модулей. Один однополюсный автомат занимает один модуль. Все электроустройства, которые располагаются в щитке, имеют размеры, кратные ширине этого модуля.

Например, счетчик может занимать место, равноценное месту 8 автоматов, для его установки потребуется бокс на 8 модулей. Посчитав количество автома-

тов и размеры других электроустройств, можно узнать, какого размера необходим щиток. В магазин за ним вовсе не нужно ходить с линейкой. Щитки так и называются: на 12 модулей, 36 модулей и т. д. Видов их множество (рис. 9.11). В нашем случае понадобится бокс на 36 модулей.

Есть такие, внутри которых могут быть места для счетчика и отдельно — для автоматов и других устройств, прикрепляющихся к DIN-рейке, или только для крепления на DIN-рейку. Вариантов масса (рис. 9.12 и 9.13). Чтобы выбрать нужный щиток, необходимо составить список всего оборудования, которое будет установлено внутри, и проконсультироваться с продавцом в магазине.

Если щиток внутренней установки, то для подведения к нему большого количества проводов выдалбливаются широкие штробы, способные вместить



**Рис. 9.11.** Небольшой щиток на 3 автомата со снятой панелью: провода заземления соединены вместе при помощи специальной клеммы, нолевые (синего цвета) — при помощи шины, расположенной справа от автоматов



пучок кабелей. Для наружного — соответствующие по размерам короба или достаточное количество пластиковых труб. Для введения проводов внутрь пластикового щитка на боковых панелях по периметру находятся отверстия, прикрытые выламывающимися лючками. В металлическом щитке есть уже готовые отверстия: сверху — для входящих кабелей, внизу — для выходящих. Провода в местах входа и выхода щитков в таких боксах защищены при помощи сальников или муфт. Если металлический ящик с герметичной крышкой, то установка муфт обязательна.

Наружный щиток крепится на стене при помощи дюбель-гвоздей или шурупов. Внутренний можно прикрепить также за заднюю крышку и дополнительно прихватить по краям гипсовым клеем или алебастром.

После того как щиток установлен на месте и в него введены провода, наступает черед электроустановочной аппаратуры. Внутри любого бокса есть специальные штырьки для крепления DIN-рейки. Счетчики могут монтироваться на эту рейку или специальное место внутри щита на обычный крепеж:

винты или шурупы. Устанавливать автоматы очень легко: достаточно вставить их на DIN-рейку до щелчка — и устройство надежно зафиксировано на планке. Чтобы снять или передвинуть автомат, достаточно выдвинуть его ушко отверткой — устройство снимается с крепления.

Щит, который подойдет для установки устройств, изображенных на нашей схеме, имеет 3 DIN-рейки по 12 модулей каждая. На первую сверху планку слева ставится входной двухполюсный автомат на 40 А. К двум его полюсам подключаются соответственно фаза и ноль. На автомате будут показаны символы, указывающие, какой проводник к чему подключать. Рядом с автоматом справа от него устанавливается счетчик.



**Рис. 9.13.** Пластиковый наружный щит на 36 автоматов



**Рис. 9.12.** Пластиковый бокс внутренней установки: панель прикрывает внутренние соединения, оставляя открытой лицевую сторону автоматов

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Устройства в щите можно ставить в какой угодно последовательности — это неважно, лишь бы они соединялись между собой правильно. Однако гораздо удобнее, когда они располагаются друг за другом в такой же последовательности, что и на схеме.

Если у вас нет допуска к установке, то подключать щит не стоит — этим займется специалист. В случае когда вы все-таки подключили его



самостоятельно, необходимо показать щит дежурному электрику, который все проверит и поставит пломбы на счетчик.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Потреблять больше энергии, чем указано на счетчике, невозможно. Какой именно счетчик будет стоять на квартире, выбирает организация (ЖЭК). Например, если на приборе написано, что он рассчитан на 5–40 А, то больше, чем 8,8 кВт, потреблять будет невозможно. Счетчик просто отключит вас.

Сразу за ним стоит двухполюсный автомат на 40 А, аналогичный тому, что установлен перед счетчиком. По правде говоря, этот автомат — явный перебор, он просто дублирует работу первого ВА. Однако если хочется перестраховаться, то можно его поставить. Место на первой DIN-рейке закончилось, теперь нужно переходить на среднюю.

Первым слева на средней полке устанавливается реле напряжения. Это такой хитрый прибор, который следит за крайними значениями напряжения и ведет учет его бросков. По сути, он дублирует работу ВА, разрывая цепь, если вдруг сила тока начинает повышаться или понижаться выше или ниже установленных значений. Кроме того, реле показывает, когда именно и насколько менялось напряжение. Этот дополнительный прибор контроля необязателен, но очень полезен, если в квартире установлена дорогая электронная аппаратура.

Следующие на очереди — УЗО. После реле напряжения общая линия разбивается на 3 зоны, каждую из которых контролирует одно УЗО. Поскольку автомат, стоящий в цепи перед данным устройством, рассчитан на номинальную силу тока 40 А, то и УЗО ставится с таким же показателем. Порог срабатывания у всех таких 3 устройств — 30 мА,

что, в принципе, нормально. Однако УЗО, которое отвечает за ванную, лучше поставить с порогом 10 мА. Не стоит устанавливать одно такое устройство на подключение духового шкафа и стиральной машины с водонагревателем на кухне. Лучше разбить эти приборы на разные УЗО.

Средняя DIN-рейка занята, теперь нужно переходить на нижнюю.

Вся нижняя планка занята однополюсными ВА. Их всего 9, так что места хватит с избытком. Каждый из этих автоматов отвечает за определенную часть цепи. Например, первый и второй слева стоят на 2 группы розеток в кухне. Это правильно, поскольку кухня — самый мощный потребитель, в ней располагается масса электроприборов.

Еще 2 автомата контролируют силовую нагрузку в ванной комнате, так как в ней располагается серьезное силовое оборудование: водонагреватель и стиральная машина. Эти приборы подключены не через розетки, которых в ванной должно быть меньше, а через распределительные коробки и клеммы.

Последние 2 автомата в ряду по 10 А установлены на освещение, которое разбито на 2 зоны: жилые комнаты и прочие помещения — ванная, кухня, коридор и туалет.

На следующей схеме показано, что на входе стоит двухполюсный автомат (рис. 9.14). Затем квартирная сеть разбивается на 2 основные зоны: освещения и силовую. УЗО и автоматом перед ним защищается силовая зона, дополнительно разбивается на 3 части и УЗО не контролируется зона освещения.

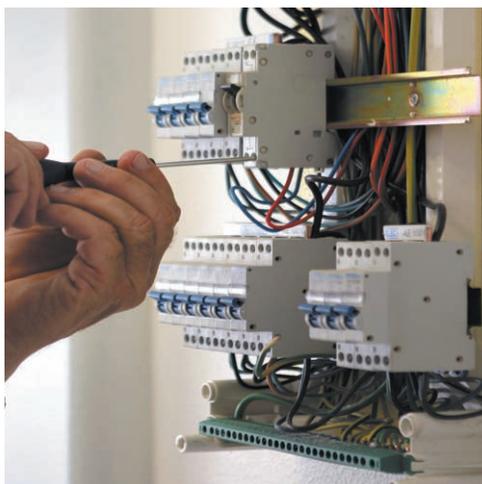
После того как автоматы и прочие устройства становятся на свои места, необходимо соединить их между собой и сетью (рис. 9.15). Такое соединение происходит только при отключенном входящем кабеле.



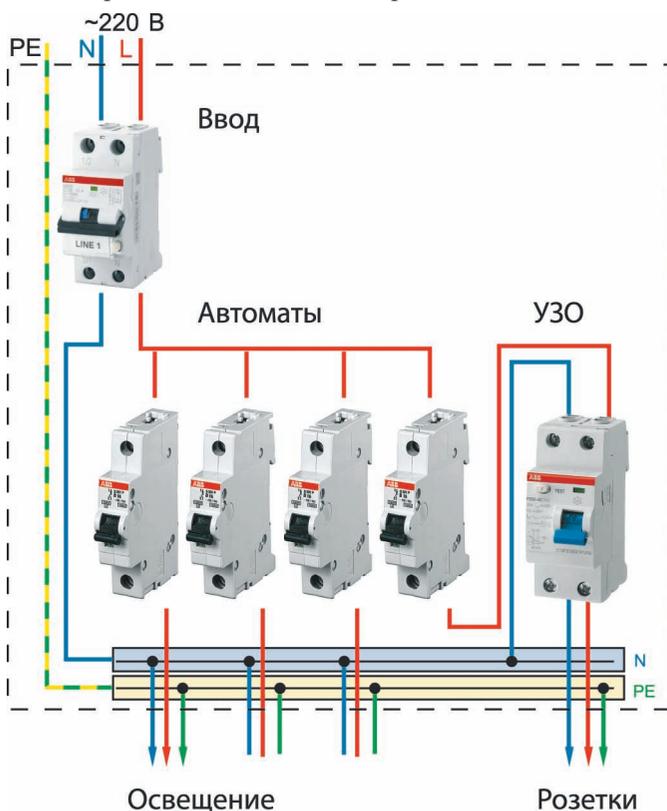
Начинать следует с того, что внутри щита устанавливаются 2 шины на специальные подставки, которые должны использоваться обязательно. В пластиковом или металлическом боксе такие шины устанавливаются в свободное место на изолирующие подставки.

Эти шины служат для соединения вместе нолевых и заземляющих проводников, поскольку вся аппаратура после УЗО соединяется вместе только фазовыми проводниками. Шины должны стоять свободно, чтобы было место для подходящих проводов (см. рис. 4.76).

Подбирать шину необходимо по количеству проводов, подходящих к ней. В данном случае лучше выбрать шину с 14 отверстиями, чтобы иметь 2 про запас.



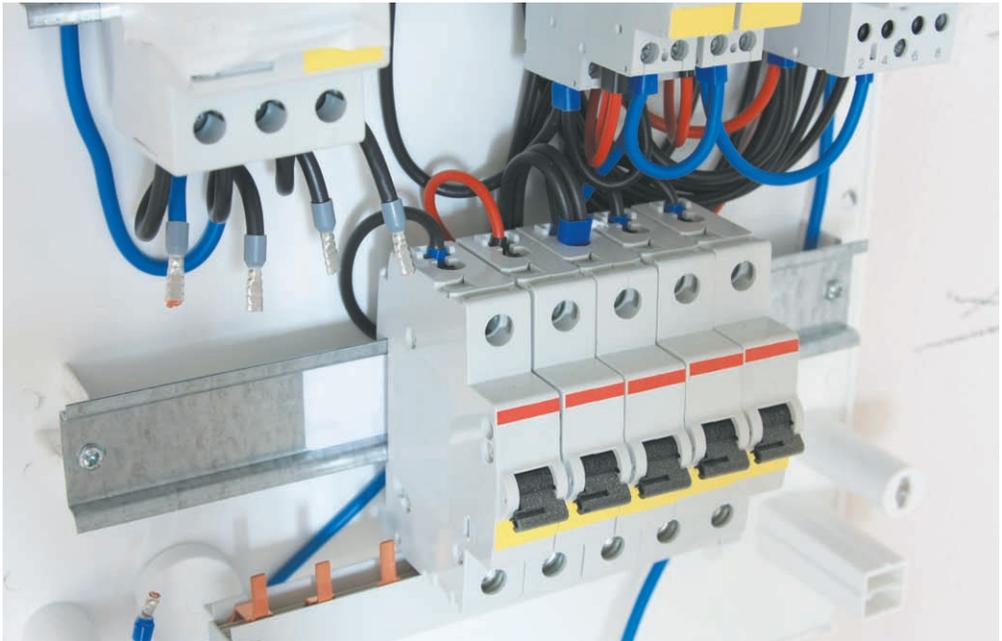
**Рис. 9.15.** Провода соединяются с контактами автоматических выключателей при помощи винтовых зажимов



**Рис. 9.14.** Простая схема квартирного щитка, внизу изображены 2 шины: синим цветом обозначена нулевая (N), желтым — заземления (PE)

Соединять устройства между собой лучше всего при помощи однопроволочных жил, поскольку они хорошо фиксируются на месте и не требуют установки на оголенную часть специальных наконечников. Для соединения полюсов автоматов между собой можно использовать специальную однополюсную шину-гребенку; если такой нет, то просто скрутить провода (рис. 9.16).

Выполнить соединение электроустройств несложно, если внимательно читать схему

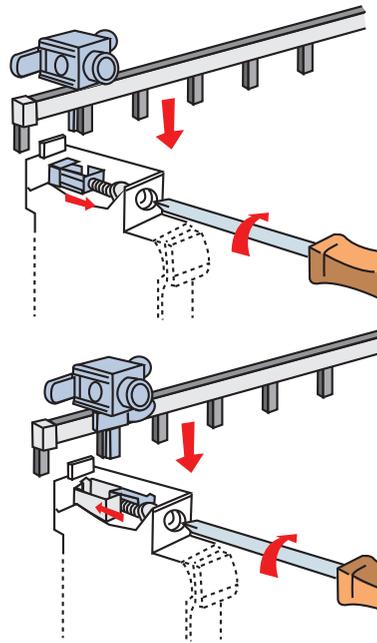


**Рис. 9.16.** Контакты автоматических выключателей соединены однофазной шиной-гребенкой

и не торопиться с подключением (рис. 9.17 и 9.18).

Следует обратить внимание, что 2 крайних справа провода на схеме (см. рис. 9.9), ответственных за освещение, не имеют заземляющих проводов. Если нет люминесцентных светильников с заземляющим контактом, это нормально. Когда есть, на освещение придется ставить трехжильный провод и подключать заземляющий проводник к общей шине заземления (рис. 9.19).

После того как аппаратура соединена между собой, подключаются входящий кабель и отходящие к зонам питания провода. Последний шаг: подписать каждый автомат — к чему именно он относится. Для этого есть специальные окошечки. Если таковых нет, то надписи делаются на пластиковой крышке щитка, которой накрывается внутренняя часть корпуса. Завершающий штрих — включение квартирного щитка. После



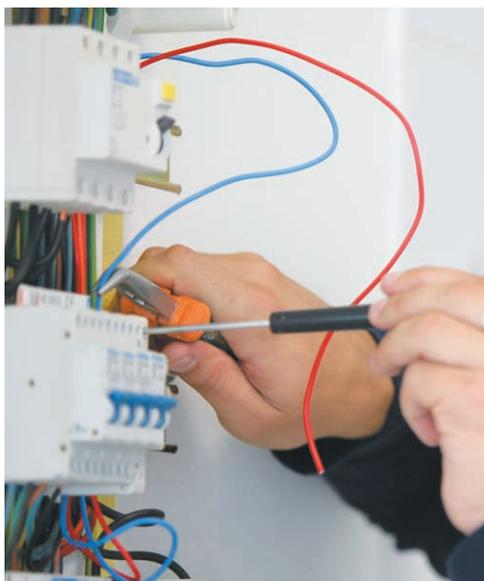
**Рис. 9.17.** Полюса автоматов соединяются при помощи специальной гребенки, рассчитанной на однофазную сеть



этого надо проверить питание на всех проводах при помощи индикатора.

Теперь приведем несколько рекомендаций по сборке квартирного щитка.

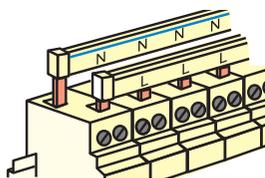
- ❑ Всегда нужно приобретать щит немного большего размера на несколько групп. Если возникнет надобность поставить дополнительное оборудование, то не придется его менять.
- ❑ Не стоит объединять под одним УЗО несколько разных по назначению электроприборов, а то получится так, что в ванной пробьет фен, а в гостиной выключится компьютер. Лучше разделить зоны территориально: ванная с туалетом, жилые комнаты отдельно, кухня.
- ❑ УЗО лучше ставить после автомата по схеме, и оно должно быть на шаг выше по значению номинального тока. Например, пара ВА/УЗО должна быть такой — 16 А/25 А. Ведь УЗО не реагирует на короткое замыкание. Это должен делать автомат, поэтому лучше подобрать номинал УЗО больше, чтобы оно не перегорело. Можно поставить и равные значения, большой ошибки не будет.
- ❑ Если УЗО защищает несколько автоматов кряду и стоит перед автома-



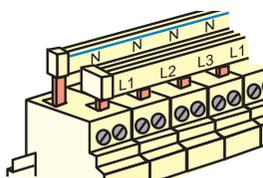
**Рис. 9.19.** Присоединение нолевого провода к контакту четырехполюсного автомата

тами по схеме — это нарушение. При этом перед УЗО обычно находится вводный автомат защиты (а может, и не один). Это запрещено, точнее, не по правилам энергонadzора. По мнению данной организации, на входящем кабеле должен стоять автомат ВА, затем — счетчик и лишь потом — УЗО. Перед счетчиком можно поставить дифавтомат.

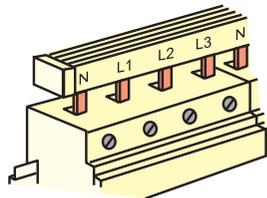
Однополюсные гребенки:  
– синяя сторона – для нейтрали  
– черная сторона – для фазы



Однополюсные гребенки и трехполюсные гребенки



Четырехполюсные гребенки



**Рис. 9.18.** Виды гребенок



- ❑ Оптимальным решением было бы ставить УЗО на каждую зону после автомата. Однако, взглянув на цены, приходится объединять несколько автоматов под одним УЗО.
- ❑ Не стоит ставить УЗО и дифавтоматы на розетки, к которым будет подключен компьютер. Этот хитрый прибор может вызывать ложное срабатывание устройств, особенно если не рассчитать порог срабатывания.
- ❑ Лучше приобретать механическое УЗО, а не электронное — оно надежнее и не зависит от работы сети.

**Квартирный щиток** — не единственная проблема, с которой может столкнуться домашний электрик. Ведь есть еще этажный щиток, в котором, по идее, хозяйничать домашнему мастеру нельзя, но иногда приходится (рис. 9.20).

Монтировать такой ЩЭ вряд ли придется, но если всерьез заняться модернизацией электричества в квартире, то оставлять его без внимания нельзя. Большого прока в ультрасовременном оборудовании внутри квартиры не будет, если питающий кабель в ЩЭ сделан из алюминия пенсионного возраста, а контролирует подачу энергии единственный пакетный выключатель на 25 А явно не последней модели.

Разберемся, что происходит в ЩЭ, который, как правило, заперт на замок, а ключ находится у дежурного электрика (рис. 9.21 и 9.22). Это разводка проводки от одного питающего щитка на несколько квартир. Принцип такой же, как и у водопровода — один стояк на подъезд, от него идут ответвления к каждому пользователю. Правда, электричество потом возвращается в виде ноля, а водопровод заканчивается канализацией.

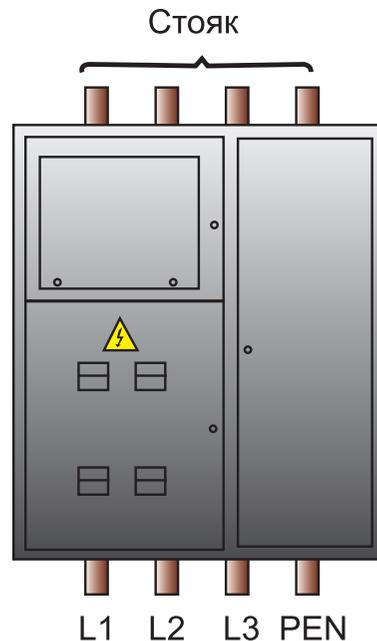
Сразу следует предупредить: если нет допуска к щиту, то лезть в него не стоит, разве что автомат отрубит электричество и нужно будет включить его

снова. Все работы должен делать электрик из ЖЭК. Единственное, чего можно добиться, — это прикупить материалов и добиться модернизации от ЖЭК. Электрик будет делать, а вы — смотреть.

ЩЭ должен соответствовать квартирному щитку если не по оборудованию, то хотя бы по мощности и надежности.

Внутри щита наблюдается картина, которая заставит ужаснуться кого угодно. Это спутанные комки проводов непонятного сечения, соединенные вместе самыми разнообразными способами, полуистлевшая изоляция, ветхие автоматы в корпусах, покрытых трещинами. Все это аккуратненько прикрыто пылью, вызывающей ностальгию (или аллергию) по советским временам.

Как правило, разобраться, какой кабель к чему относится, невозможно — на них отсутствуют бирки и надписи. Ка-



**Рис. 9.20.** Этажный щит: нолевой и защитный проводники объединены в один (система TN-C)



бель, ведущий в квартиру, выявляется долгими экспериментами по отключению входного автомата и тыканьем пробником по всем контактам или приблизительно угадывается по направлению.

Можно поступить так: составить схему, что именно нужно сделать, прикупить материалов и договориться с электриком о выполнении работы. Лучше всего скооперироваться с соседями, чтобы переделать весь щит.

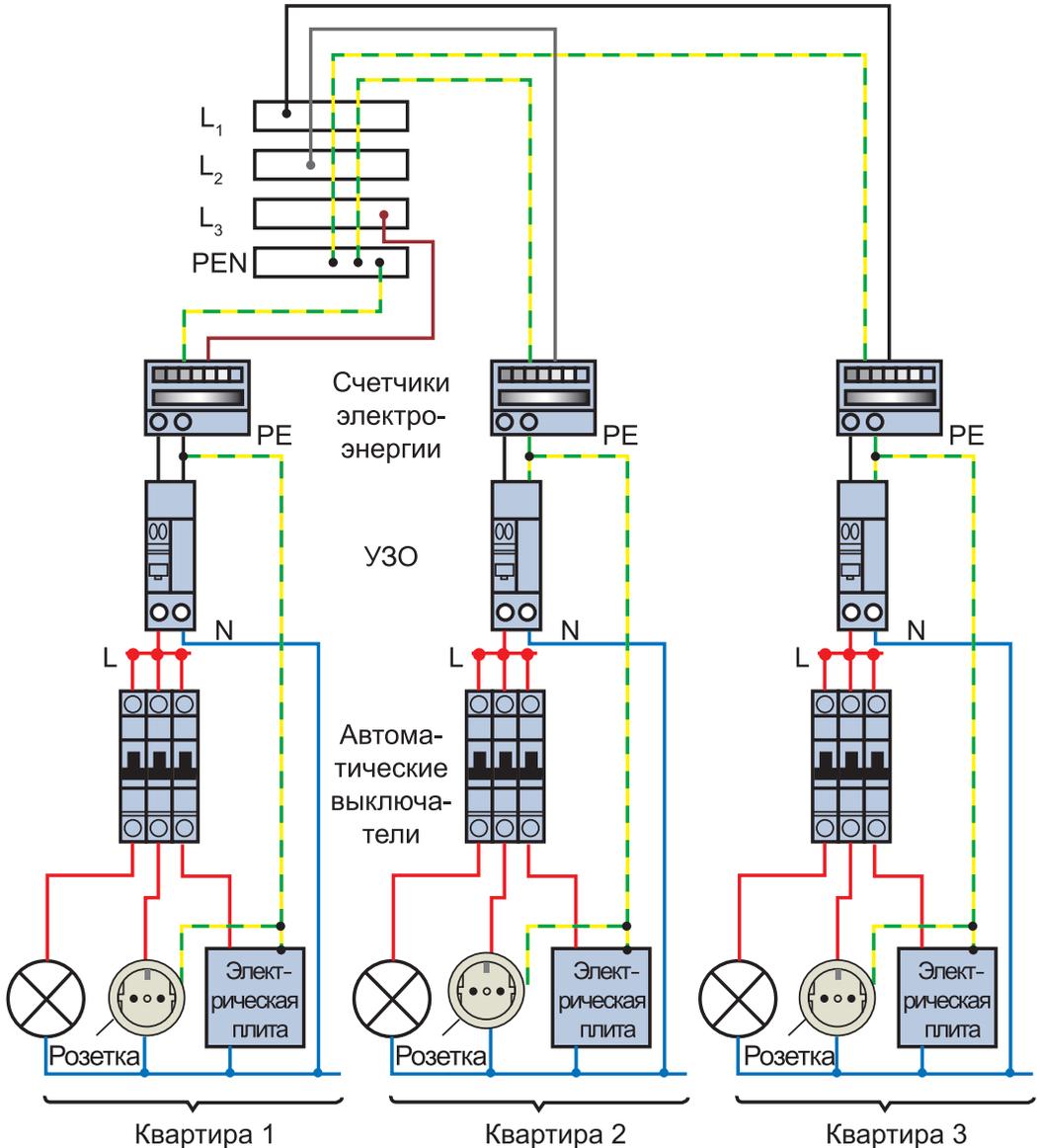


Рис. 9.21. Схема этажного щитка



Перечислим необходимые действия.

1. Заменить отходящий от стояка кабель на медный соответствующего сечения. При этом нужно соединить алюминиевый кабель стояка с медным отходящим при помощи специальной клеммы или сжима.
2. Заменить старые АЕ или пакетные выключатели на подходящие по амперажу современные автоматы, которые надо посадить на DIN-рейку.
3. Если нолевые и заземляющие провода прикреплены к заземляющей шине и общему нолю при помощи старых соединителей, то лучше заменить их на более новые и современные.

Есть еще один способ, как радикально заменить все оборудование в этажном щитке. Если счетчик переносится в квартирный щиток, то в этажном можно поставить рубильник с плавкими вставками или даже без них. Главное — чтобы ЖЭК согласился с этим.



Рис. 9.22. Современный этажный щит

# 10. Заземление

Сегодня заземление — большая тема. Так происходит потому, что большинство жилых домов было построено в те времена, когда заземление не считалось обязательным. С той поры прошло много лет, и теперь выясняется, что оно просто жизненно необходимо.

Поскольку речь идет о безопасности человека и его жизни, необходимо подробнее рассказать об этом явлении. Оно бывает двух видов: собственно заземление и зануление.

**Заземление** — это соединение всех токопроводящих частей электрической сети с землей. Весь комплекс мер по монтажу заземления делается с одной целью: отвести ток, возникший в ненужном месте, туда, где он никому не повредит. Это своего рода клапан сброса напряжения.

Приведем пример. Любая современная стиральная машина имеет заземление. Это значит, что проводник заземления соединен со всеми частями прибора, которые не должны быть под напряжением: корпусом и деталями внутреннего крепления мотора, барабана и т. д. Если стиральная машина подключена к сети, в которой нет провода заземления, то при любом повреждении питания на этих частях появится напряжение. Нетрудно

себе представить, что произойдет, когда человек прикоснется к такой машине: удар током. Если заземление есть, то напряжение уйдет с корпуса по защитному проводнику и мгновенно сработает УЗО, реагирующее на утечку тока (когда оно, конечно, установлено). Прикосновение к прибору в этом случае ничем не грозит, поскольку сопротивление человеческой кожи намного больше, чем проводника.

Громоотвод (более правильно — молниеотвод) — хороший пример заземления, только между небом и землей. Разряд ударяет в металлический штырь и, не затрагивая дома, уходит в землю. Громоотвод входит в общую схему заземления частного дома.

**Зануление** — это соединение частей электроустройства, которые в обычном случае не находятся под напряжением, с рабочим нулем. Если произойдет соединение фазы с этими частями, то начнется короткое замыкание и сработают автоматы защиты. По сравнению с заземлением оно менее эффективно. Короткое замыкание есть короткое замыкание, но в многоквартирных домах зануление зачастую является единственным способом обезопасить людей от электрического тока.

---

## 10.1. Разновидности систем заземления

---

Всего их несколько. Это TN-C, TN-S, TN-C-S, IT и TT. Система заземления имеет собственные обозначения. Вот их расшифровка.

□ **Первая буква** в обозначении системы определяет характер заземления источника питания:

- T — соединение нейтрали источника питания с землей;
- I — все токоведущие части изолированы от земли.

□ **Вторая буква** определяет характер заземления открытых проводящих частей электроустановки здания:

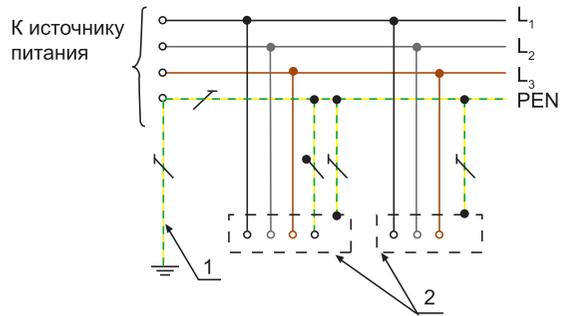


- Т — связь открытых проводящих частей электроустановки здания с землей независимо от характера соединения с ней источника питания;
- N — связь открытых проводящих частей электроустановки здания с точкой заземления источника питания.

**Буквы, следующие через дефис за N,** определяют способ устройства нолевых защитного и рабочего проводников:

- С — функции данных проводников обеспечиваются одним общим PEN;
- S — функции нолевых защитного PE и рабочего N обеспечиваются раздельными проводниками.

протяжении цепи. В цепь вводится дополнительный провод, который заканчивается в земле. В многоквартирном доме такой проводник входит в землю на трансформаторной подстанции. Это наиболее современная и безопасная система (рис. 10.1).



**Рис. 10.1.** Система заземления TN-S: 1 — заземление нейтрали; 2 — токопроводящие части

### Система TN-C

Одна из самых первых схем заземления, наиболее экономичная и простая. Заземляющий и нолевой проводники объединены в один на всем протяжении цепи. Это как раз тот случай, когда происходит зануление нетоковедущих частей приборов. Самый главный недостаток такой системы — при обрыве ноля возникает опасность возникновения фазового напряжения прямо на корпусе прибора. Проще говоря, если при таком обрыве произойдет прикосновение неизолированного фазового провода к корпусу, то нулем станет тот, кто первый прикоснется к прибору. Соответственно, через него пойдет ток.

### Система TN-S

Такая система намного сложнее, чем предыдущая. В ней нолевой проводник и заземляющий разделены на всем

### Система TN-C-S

Это совмещение отдельного заземляющего провода и совмещенного PEN на каком-то участке цепи. Например, по всей квартире идет отдельный заземляющий провод, но на щитке он подсоединяется к отдельному проводу, который уходит в землю рядом со зданием, не доходя до подстанции. После этого заземления совмещенный PEN-проводник идет до подстанции. Данная система — своего рода модернизированная TN-C (рис. 10.2–10.4).

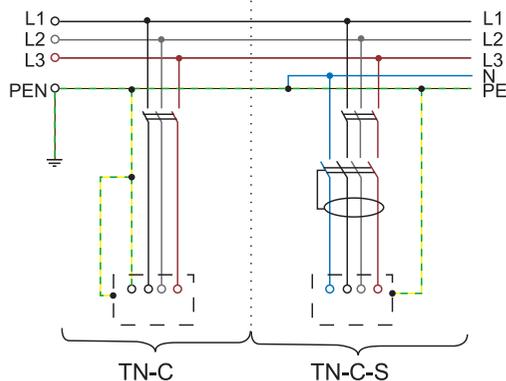
### Системы IT и TT

Практически не используются в быту. Можно вкратце сказать, что эти системы применяются в случае специальных требований к электрооборудованию (рис. 10.5). TT еще можно встретить, но IT точно нет. Например, система IT — это схема заземления лаборатории, в которой проводятся опы-

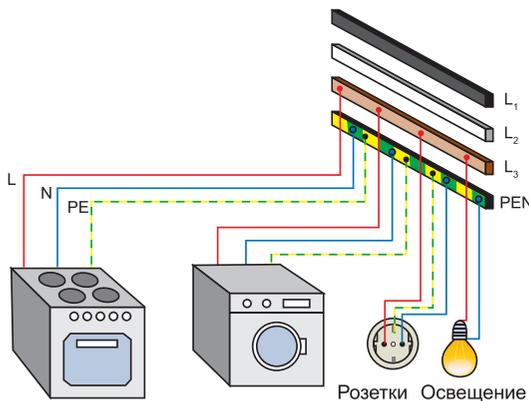


ты с чувствительной аппаратурой, а все токи и электромагнитные поля сведены к минимуму. ТТ применяется при по-

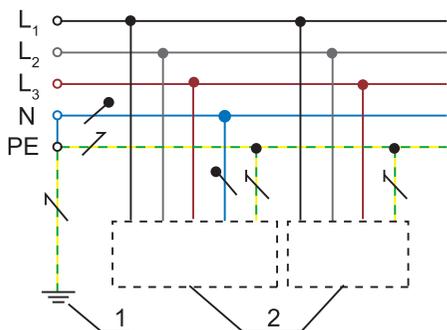
стройке частных домов (см. «11. Электричество в частном доме»).



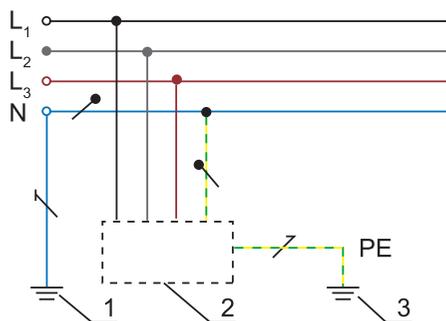
**Рис. 10.2.** Схема сравнения двух систем заземления



**Рис. 10.4.** Схема подключения электроприборов при системе TN-C-S



**Рис. 10.3.** Система заземления TN-C-S: 1 — заземлитель источника питания; 2 — открытые токопроводящие части



**Рис. 10.5.** Система заземления ТТ: 1 — заземлитель источника питания; 2 — открытые проводящие части; 3 — заземлитель корпусов оборудования

## 10.2. Заземление в многоквартирном доме

Если ваш дом построен в период 1998–2000 гг., то, скорее всего, переживать не стоит. Наверняка в таком строении установлена система TN-S (хотя и не факт). Это значит, что заземляющий провод разведен наряду с нулевым и фазовым по всему зданию и идет отдельно до самой подстанции, где глубоко и надежно закопан в землю. Лучше такой системы еще ничего не придумано.

Нужнее всего заземление в квартире, в которой есть только 2 провода — фазовый и нулевой, а жилы в проводах алюминиевые. В общем, современным электроприборам в таком доме покажется неуютно, не говоря уже о том, что старые розетки просто не подойдут для современных вилок.

Если возникло желание монтировать настоящую современную сеть, которая



позволит делать любые модные изыски, сначала нужно определить, какого типа система заземления установлена в доме. Сделать это достаточно просто — достаточно взглянуть на этажный щиток. Ведь есть твердая уверенность, что систем в вашем случае всего две: либо TN-C, либо TN-C-S. Если стоит первая, то входящих в щиток проводов будет 4 — 3 фазовых и 1 совмещенный PEN. Проводов, идущих в квартиру, будет 2. Если стоит вторая система, то в щиток будут входить 5 проводов — 3 фазовых, 1 нейтральный и 1 заземляющий. В квартиру должны идти 3 провода.

На этом этапе начинают происходить загадочные вещи. Заглянув в квартирный щиток, можно увидеть интересную картину: входящих проводов всего 4, но к одной из квартир отходит трехжильный провод, причем 2 жилы подключены к нолевой шине. Это означает, что кто-то из жильцов, отчаявшись ждать реконструкции электросистемы, самостоятельно сделал заземление, расщепив ноль на два проводника — рабочий и защитный.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

ВРУ — одно на весь дом вводно-распределительное устройство, которое распределяет энергию по стоякам. Это нечто вроде квартирного распределительного щитка размером с хороший шкаф, закрытого на замок.

Может быть так, что от ВРУ дома вкопан кабель в землю и проведен дополнительный заземляющий проводник ко всем этажным щиткам. Это наилучший вариант — дом модернизирован с TN-C до TN-C-S. В таком случае остается лишь ввести дополнительный провод в квартиру, подсоединив его к шине заземления в этажном щитке, а затем сделать разводку по квартире.

Другой случай похуже, если никто не удосужился заменить систему TN-C на более современную — то есть отвод защитного проводника в землю от ВРУ не сделан. В таком случае есть 2 выхода: либо оставить все как есть, не утруждая себя проведением трехжильного провода по квартире, и целиком положиться на автоматы, УЗО и дифавтоматы, либо все-таки подключиться к нолевой шине в этажном щитке.

#### ВНИМАНИЕ!

Монтаж такого подключения к нолевому проводнику делать не рекомендуется, поскольку это не входит в проект электрификации дома и может вызвать различные осложнения с руководством коммунального хозяйства.

Данная процедура называется **расщепление ноля** и может вызвать определенные проблемы (рис. 10.6 и 10.7).

#### ВНИМАНИЕ!

Прежде чем подключаться к общему PEN-проводнику в этажном щитке, необходимо удостовериться, что он имеет одинаковое сечение на всей протяженности. Это сечение должно быть не меньше 10 мм<sup>2</sup>, если проводник медный, и не меньше 16 мм<sup>2</sup>, если он из алюминия.

Рабочий ноль, который ведет в квартиру, может перегореть. Причина заключается в том, что провод, который, как вы уверены, является заземляющим, в одночасье становится нолевым. Последствия могут быть самыми разнообразными, но одинаково неприятными. На корпусе всех заземленных приборов появляется рабочий ноль. Следовательно, в результате любого изменения в работе приборов может появиться напряжение. Защитные устройства начнут отключать сеть. Со-

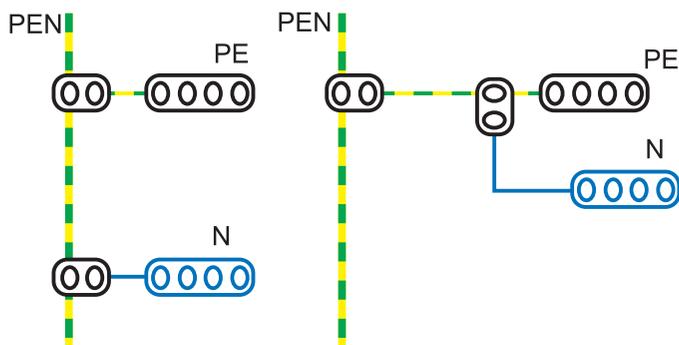


Рис. 10.6. Схема расщепления ноля

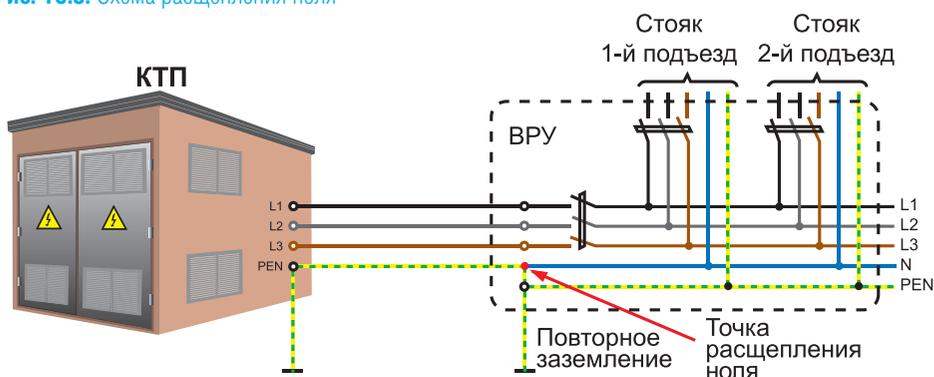


Рис. 10.7. Точка расщепления ноля в многоквартирном доме по системе TN-C-S

ответственно, никакого заземления не будет, и можно очень долго искать место обрыва ноля, поскольку обнаружить его гораздо труднее, нежели обрыв фазы. Еще хуже, если перегорит и заземляющий проводник, который стал нулевым. Чтобы этого не произошло, нужно ставить его сечением не меньше нулевого. После того как будет произведено расщепление ноля, необходимо установить систему выравнивания потенциалов.

### ВНИМАНИЕ!

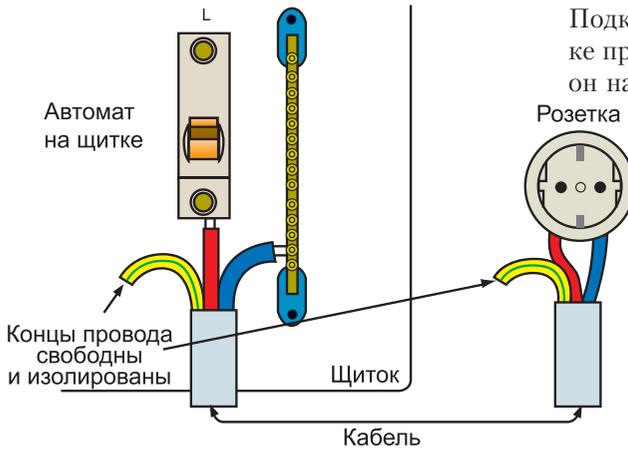
Рабочий нулевой и защитный проводники не должны соединяться на протяжении всей цепи за точкой расщепления, иначе сработает УЗО. На заземляющем проводе не ставится ни автомат, ни другое устройство, разрывающее цепь.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Правила устройства электроустановок — это нечто вроде библии для электриков, сокращенно называются ПУЭ.

Есть еще один вариант сделать заземление в квартире, не идя против ПУЭ. Для этого нужно выполнить разводку по квартире трехжильным кабелем, не подсоединяя третью жилу ни на одном конце (рис. 10.8). Она должна свободно болтаться и в квартирном щитке, и в электрических точках, спокойно ожидая, пока весь дом не перейдет на систему TN-C-S.

Когда это событие случится, то останется лишь подсоединить заземляющий проводник к соответствующей шине в квартирном щитке. Затем нужно присоединить контакты розеток и светильников к третьему проводу.



**Рис. 10.8.** До того как заземляющая шина будет установлена на квартирном щитке, провод заземления не подсоединяется ни к каким устройствам

Кроме вышеперечисленных есть еще несколько способов, как быстро сделать заземление в квартире. Это действительно очень быстрые методы монтажа и все как один **неправильные**. Мало того, зачастую весьма опасные.

1. Способ очень простой — при помощи проводка соединить рабочий ноль и заземляющий контакт прямо в розетке. Теперь, если нолевой провод перегорит в любой точке цепи квартиры, на корпусе прибора, «заземленного» через такую розетку, окажется 220 В. Перегорание ноля — случай нередкий, но многие электрики вполне могут сознательно махнуть на это рукой. Еще один вариант, когда в любом месте чинится проводка и фаза с нулем меняются местами. В розетке вполне можно так сделать — прибор не ощутит разницы. Прибор-то не ощутит, а вот перемычка, которая соединяла ноль с заземлением, теперь будет соединять фазу с корпусом прибора.

Подключив к переделанной розетке прибор, не стоит удивляться, что он начнет бить током. Последствия вполне понятны.

2. Создать заземление при помощи водопроводных и отопительных труб. Идея сама по себе неплохая, поскольку эти трубы имеют большую площадь и соприкасаются во многих местах с землей, воды в них тоже предостаточно. Это в идеале. Представьте ситуацию в многоквартирном доме, когда соседи сверху и снизу поменяли металлические трубы на пластиковые. Контакт с землей оказался разорван, поскольку любой пластик — диэлектрик. Теперь это не заземление, а конденсатор для электроэнергии, который к тому же может подпитываться блуждающими токами из никому не известной утечки в коридоре под штукатуркой. Случались совершенно парадоксальные случаи, когда по газовой трубе «гулял» ток в 5–6 А, что равносильно самоубийству. Все из-за того, что кто-то задел кабелем трубу при прокладке. Еще один случай, когда проведено заземление с расщеплением ноля на лестничной площадке. Соответствующий провод отгорел, и теперь на проводе заземления и на батарее тоже реальный ноль. Теперь представьте, что будет, если коснуться одной рукой батареи отопления, а второй — неисправного холодильника. Поражение током, что же еще. Лучше не испытывать судьбу и отказаться от идеи быстро проложить заземление таким путем. Так можно сделать в частном доме, где все подконтрольно одному хозяину, а не в стоквартирном здании, где неизвестно, что сделал за стеной электрик-самоучка.

**ВНИМАНИЕ!**

Провода заземления никогда не подсоединяются к газовым трубам. Это категорически запрещено. 90 % случаев взрыва бытового газа происходит из-за неисправной или неправильно проложенной электропроводки.

Что делать, если скрытая проводка в квартире двухжильная, а в дом провели систему TN-C-S? Это наиболее часто возникающая проблема. ЖЭК сделал свое дело — общий контур заземления проложен и в квартиру введен питающий кабель с 3 жилами. Ответ простой: придется менять всю проводку, кроме проводов освещения, на трехжильный провод или кабель. Это один вариант, наиболее трудоемкий, затратный и долгий. Если проводка старая, то проведение заземления — удобный вариант, чтобы провести новую. Другой вариант, если жалко проделанного

ремонта и нет желания начинать все снова, — установить или модернизировать квартирный щиток, чтобы смонтированные автоматы защиты реагировали на любую неисправность в сети. Конечно, придется при этом занулить все приборы.

**ВНИМАНИЕ!**

При занулении приборов обязательна установка автоматов защиты. Иначе при обрыве ноля на корпусах возникнет фазовое напряжение. Автомат в момент возникновения такой ситуации отключит сеть.

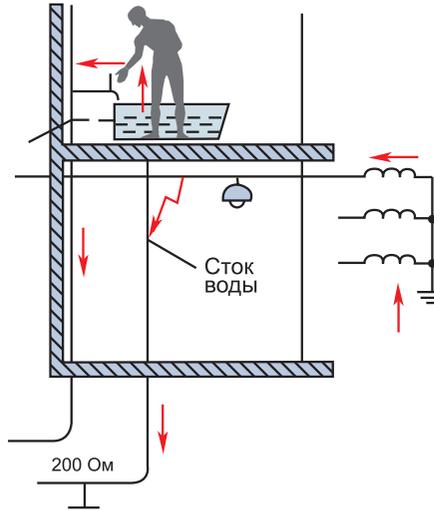
Можно проложить дополнительный проводник как проводку открытого типа в кабель-канале поверх основной. Кабель-канал при этом будет тонким,  $10 \times 15$  мм, поскольку заземляющий проводник должен иметь сечение  $1,5\text{--}2$  мм<sup>2</sup> (лучше всего воспользоваться проводом ПВ-3).

## 10.3. Система уравнивания потенциалов

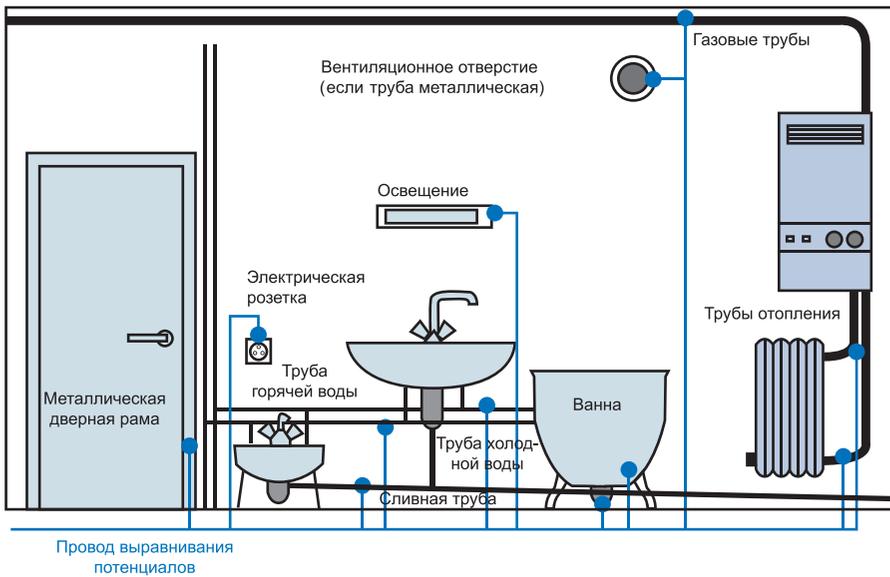
Уравнивание потенциалов — это параллельное соединение всех металлоконструкций в заземляющей шине, а затем — и в щитке. Идея простая: не создать разность потенциалов в пределах досягаемости человека. Наверняка вы видели, как птицы сидят на проводах, хотя мощность тока может достигать до 25 кВт. Все просто — рядом с птицей и в контакте с ней нет другого потенциала. Сопротивление у птицы большое, а расстояние между лапками маленькое. Ток просто не пойдет этим путем, поскольку есть более удобный — проводник. Однако стоит только подключить птицу к другому проводнику с потенциалом меньше или больше того, на котором она сидит, от нее даже перьев не останется.

Разность потенциалов — это как раз напряжение тока. Представьте ситуацию, когда на водопроводной трубе случайно возникает напряжение (утечка), а на канализационной — нет. Человек, сидя в ванне, выдергивает пробку и одновременно включает воду (рис. 10.9).

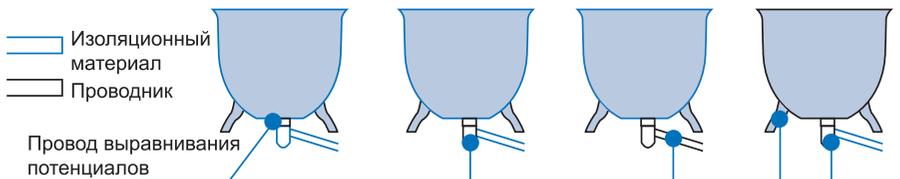
Поскольку на кране есть потенциал, а на канализационной трубе его нет, ток пойдет через воду и ударит человека током. Именно для того, чтобы такая ситуация не возникла, нужна система уравнивания потенциалов. Перечислять все последствия можно очень долго, так же как и объяснять причины. Установить систему уравнивания потенциалов (СУП) очень просто (рис. 10.10–10.14). Для этого используется коробка уравнивания потенциалов (КУП).



**Рис. 10.9.** Случай поражения электрическим током при отсутствии системы выравнивания потенциалов



**Рис. 10.10.** СУП в ванной комнате



**Рис. 10.11.** Если ванна или элементы канализационных труб изготовлены из изоляционных материалов, то применяются другие способы подключения

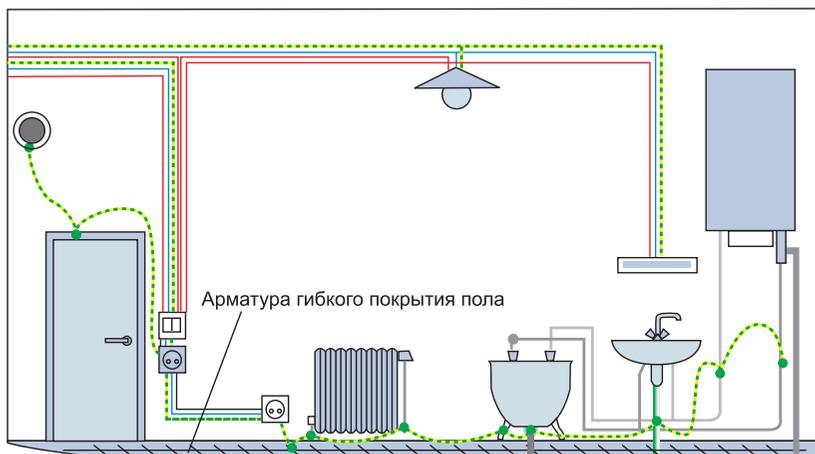


Рис. 10.12. Контур уравнивания потенциалов: КУП в этом случае вынесена за пределы ванной

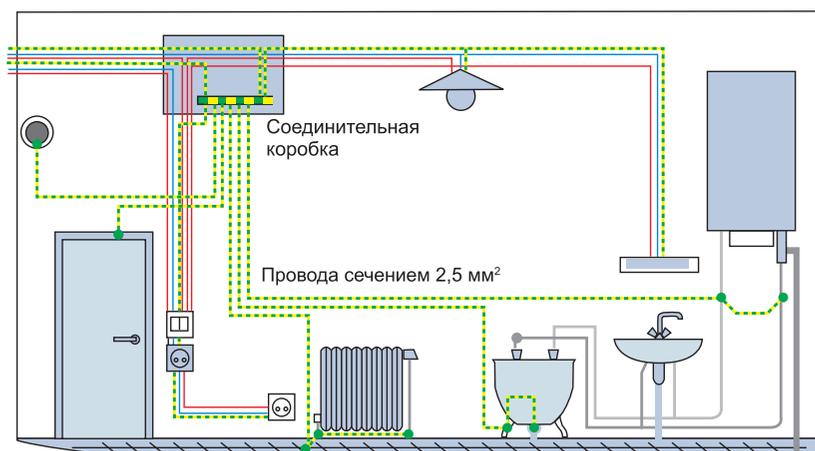


Рис. 10.13. Уравнивание потенциалов с использованием КУП

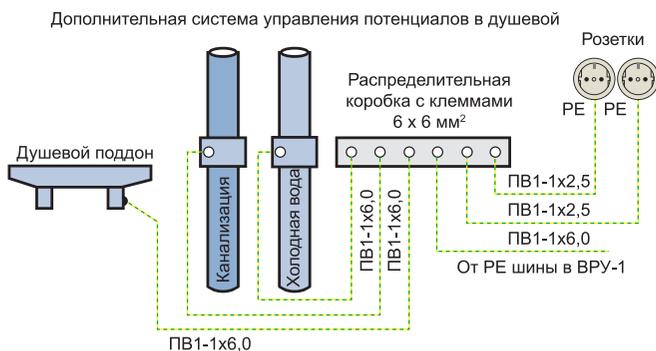


Рис. 10.14. Провод выравнивания потенциала присоединяется к металлическим частям при помощи хомутов



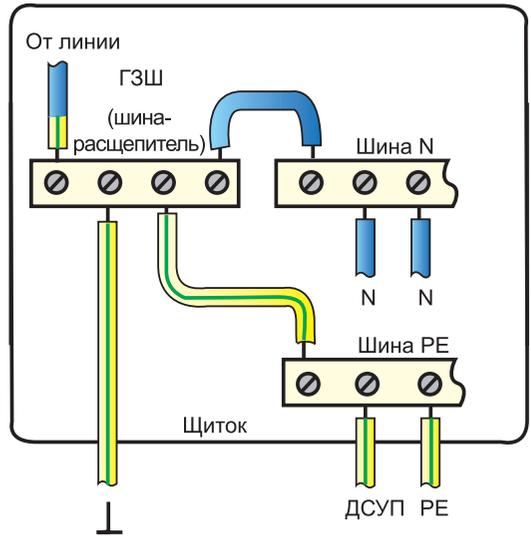
СУП в квартире устанавливается в ванной комнате, поскольку там масса труб, повышенная влажность и электроприборы (стиральная машина, душевая кабина, фен, светильник и т. д.).

### ВНИМАНИЕ!

Прежде чем начать монтаж СУП, необходимо знать одну вещь: если в доме система заземления TN-C, то делать установку нельзя ни в коем случае! Это смертельно опасно для остальных жителей дома, которые не сделали СУП. За выполнение таких действий, повлекших за собой смерть или увечье, грозит уголовная ответственность в полном объеме.

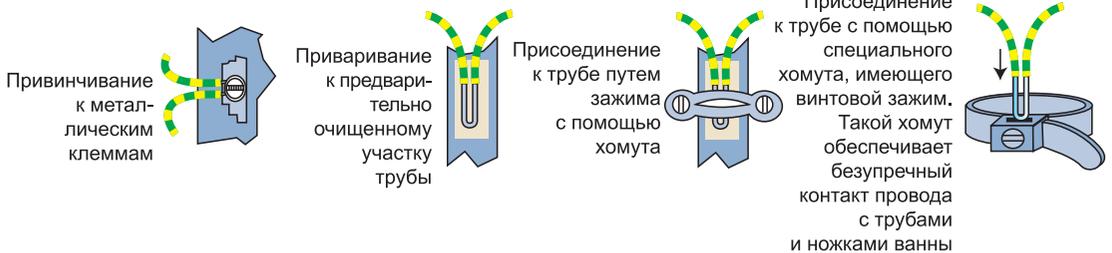
Если в доме система TN-C-S, можно приступить к монтажу (рис. 10.15 и 10.16). Начинать следует с установки в ванной пластиковой коробки. Такая коробка должна иметь защиту IP 54 или выше (см. табл. 8.1). Внутри такой КУП находится шина. Теперь ко всем металлическим трубам и частям оборудования подключаются провода с сечением не меньше  $4 \text{ мм}^2$  (лучше использовать ПВ-3).

Другой конец провода подключается к этой шине. К ней же подключаются провода заземления, ведущие от розеток. Затем от шины отходит провод (все тот же ПВ-3, только сечением побольше —  $6 \text{ мм}^2$ ) и ведется до квартирного щитка, где подключается к шине заземления на-



**Рис. 10.16.** Схема подключения проводов ДСУП, заземления и ноля в квартирном и этажном щитках (шины, которые располагаются вверху и внизу рисунка, находятся в квартирном коробе, вверху и слева — в этажном)

ряду с общим проводом заземления по квартире. После выполнения всех работ получится так, что потенциал всех металлических частей и приборов будет одинаковым. Поражения электрическим током в любом случае не произойдет. Более того, при возникновении напряжения хотя бы на одной поверхности или приборе оно благополучно уйдет по заземляющему проводнику куда следует — к общему заземляющему контуру.



**Рис. 10.15.** Способы крепления проводников уравнивания потенциала к металлическим частям ванной

# 11. Электричество в частном доме

До сих пор при описании монтажа различных частей электрических систем речь шла о жилище в многоквартирном доме, где по умолчанию проведена однофазная сеть. Частный дом во многих отношениях серьезно отличается от квартиры. Этих различий несколько.

1. В многоквартирном доме нельзя сказать, к примеру: «Я сделал заземление». О каком заземлении идет речь, когда всего лишь подключен третий провод к некой шине в некоем щите, который обслуживает сразу несколько жилищ? В таком доме надо говорить «мы», постоянно оглядываясь на соседей.
2. В многолюдном доме между трансформаторной подстанцией и потребителем множество посредников — разнообразные ВРУ, ЩЭ, рубильники и прочее электромеханическое оборудование, которое человек, проживающий в квартире, может никогда не увидеть и о существовании которого даже не догады-

ваться. Это не говоря уже о таких посредниках, как ЖЭК, ТСЖ и т. д.

3. Квартира является относительно небольшим помещением со своим, в общем-то, одинаковым микроклиматом. Частный дом в буквальном смысле отдан всем стихиям — жаре, морозам, ветрам и осадкам. Кроме того, электричество не сосредоточено только в жилом строении, ведь есть еще земельный участок и различные строения на нем.

В силу таких отличий и электрификация частного жилища будет серьезно отличаться от квартирной.

Лучше всего рассмотреть поэтапно, как именно происходит монтаж электрики в частном доме. Подразумевается, что электромонтажные работы производятся одновременно с постройкой.

Никакое современное строительство не обходится без электроэнергии, а значит, прежде чем приступить к самой постройке, необходимо провести на строительный участок электроэнергию.

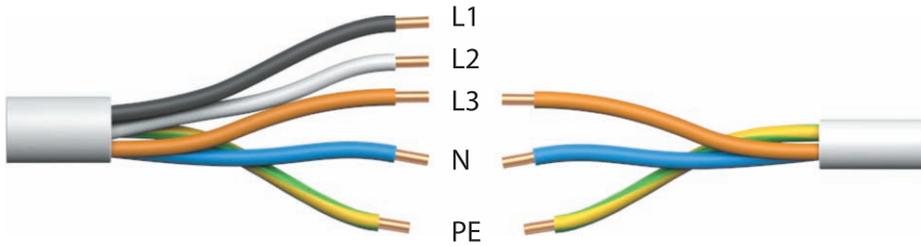
---

## 11.1. Трехфазные и однофазные сети — сходство и различия

---

В самом начале книги было рассказано, в чем принципиальное отличие этих двух сетей, теперь необходимо сообщить, что происходит на практике. В 99 % случаев для квартиры устанавли-

вается однофазная сеть. Отличить ее от трехфазной очень просто. Если во входящем кабеле 3 или 2 провода, то сеть однофазная, когда 5 или 4 — трехфазная (рис. 11.1).



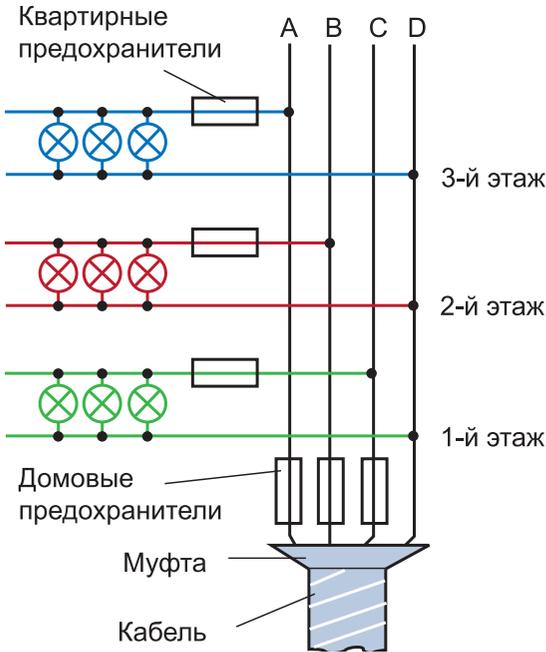
**Рис. 11.1.** Четырехжильным или двухжильным кабель становится, если убирается заземляющий провод

Как известно, по проводам, передающим энергию на расстояние, течет трехфазный ток — так выгоднее. В квартире он заходит однофазным. Расщепление трехфазной цепи на 3 однофазных происходит во ВРУ. Туда входит пятижильный кабель, а выходит трехжильный (рис. 11.2).

На вопрос, куда деваются еще 2, ответ простой: питают другие квартиры. Это не значит, что квартир только 3, их может быть сколько угодно, лишь бы кабель выдержал. Просто внутри щита выполняется схема разведения трехфазной цепи на однофазные (рис. 11.3). К каждой фазе, отходящей в квартиру, добавляются ноль и заземление, так и получается трехжильный кабель.

В идеале в трехфазной сети только один ноль. Больше и не надо, поскольку ток сдвинут по фазе относительно друг друга на одну треть. Ноль — это нейтральный проводник, в котором напряжения нет. Относительно земли у него нет потенциала в отличие от фазового, в котором напряжение равно 220 В. В паре «фаза — фаза» напряжение 380 В. В трехфазной сети, к которой ничего не подключено, в нейтральном проводнике нет напряжения. Самое интересное начинает происходить, когда сеть подключается к однофазной цепи. Одна фаза входит в квартиру, где стоят 2 лампочки и холодильник, а вторая — где 5 кондиционеров, 2 компьютера, душевая кабина, индукционная плита и т. д. (рис. 11.4).

Понятно, что нагрузка на 2 эти фазы неодинакова и ни о каком нейтральном проводнике речи уже не идет. На нем тоже появляется напряжение, и чем неравномернее нагрузка, тем оно больше.



**Рис. 11.2.** Схема расщепления трехфазной сети на однофазные потребители

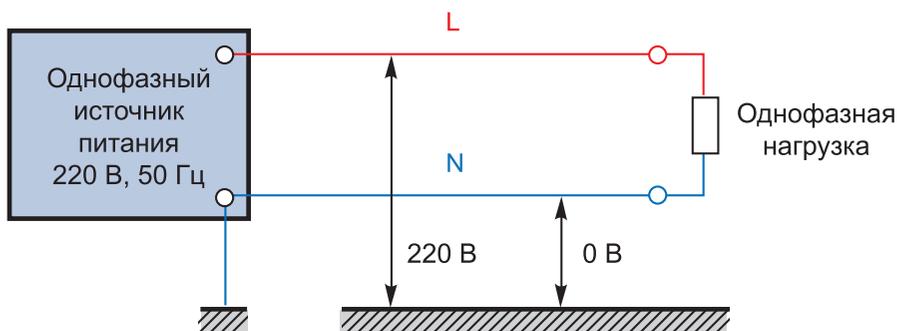


Рис. 11.3. Однофазная электрическая цепь

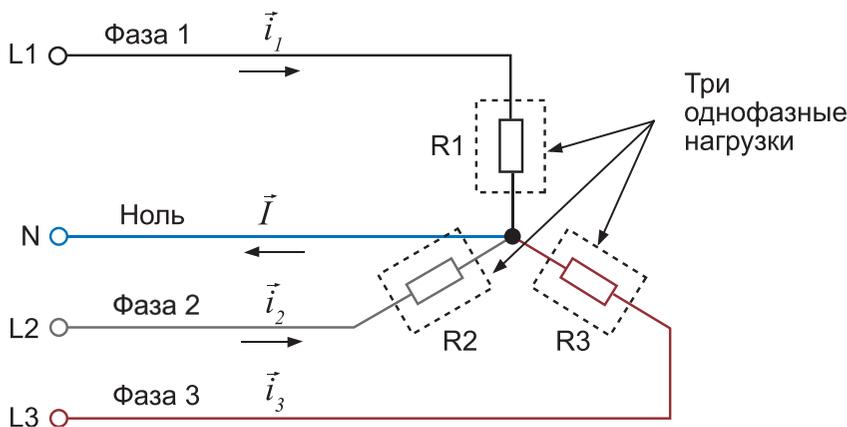


Рис. 11.4. Трехфазная электрическая цепь

Фазы уже не компенсируют друг друга, чтобы в сумме получился ноль.

В последнее время ситуация с некомпенсацией токов в такой сети усугубилась тем, что появились новые электроприборы, которые называются импульсными. В момент включения они потребляют намного больше энергии, чем при нормальной работе. Эти импульсные приборы в купе с разной нагрузкой на фазы создают такие условия, что в нейтральном проводнике (ноле) возникает напряжение, которое может быть раза в 2 больше, чем на любой фазе. Однако нейтраль такого же сечения, что и фазовый провод, а нагрузка больше.

Вот почему в последнее время все чаще возникает явление, называемое **отгоранием ноля** — нейтральный проводник просто не справляется с нагрузкой и перегорает. Борьться с таким явлением непросто: надо либо увеличивать сечение нейтрального провода (а это дорого), либо распределять нагрузку между 3 фазами равномерно (что в условиях многоквартирного дома невозможно). На худой конец можно купить понижающий разделительный трансформатор, он же стабилизатор напряжения.

В частном доме ситуация лучше, поскольку хозяин один и распределить электроэнергию по фазам намного про-



ще. Это даже увлекательное занятие — считать мощность электроприборов и распределять их по фазам, чтобы нагрузка была одинаковой. Все расчеты делаются примерно, и вовсе не значит, что надо включать свет и 2 телевизора, а если заработал столярный станок на улице — это перебор. Все зависит от желания хозяина дома: провести трехфазную сеть или однофазную. Здесь есть свои плюсы и минусы.

Минусов трехфазной сети 2.

1. Напряжение на отдельном участке сильно зависит от работы других. Если перегружена одна из фаз, остальные могут работать некорректно. Проявиться это может как угодно. Чтобы такого не происходило, нужен стабилизатор — вещь недешевая.
2. Необходимо оборудование в щит, рассчитанное именно под трехфазную сеть, а также расходы на устройство трехфазной сети. Они будут больше, нежели для однофаз-

ной. Кроме того, нужно знать правила эксплуатации трехфазных сетей.

Плюсов трехфазной сети тоже 2.

1. Трехфазная сеть позволяет получить больше мощности. Если однофазная сеть при суммарной мощности приборов в 10 кВт уже испытывает перегрузки, то трехфазная прекрасно справляется и с 30 кВт. Пример очень простой. Если с линии ЛЭП в дом заходит всего 1 фаза, то при сечении входящего проводника 16 мм<sup>2</sup> максимальная мощность составит всего 14 кВт, а если все 3 фазы — то уже 42 кВт. Разница весьма ощутимая.
2. Необычайно просто становится подключать электроприборы, имеющие трехфазное питание (электрические плиты). Самое главное в случае с частным домом — трехфазные электрические двигатели, которые стоят на многих станках.

---

## 11.2. Ввод электроэнергии в частный дом

---

Есть всего 2 способа — подземный и воздушный.

Наиболее часто встречающийся вид — это прокладка воздушной линии (ВЛ) от опоры линии электропередачи (ЛЭП) до самого дома.

### **ВНИМАНИЕ!**

Все работы по подключению частного дома к ЛЭП может выполнять только специалист, работающий в организации, которая является собственником линии электропередачи.

Для начала следует определить расстояние между опорой и стеной дома, на которую будет производиться ввод. Если оно больше, чем 20 м, то придется ставить дополнительную опору где-нибудь посередине — между домом и столбом опоры. Причина вполне понятна: мало того что кабель может обрваться под собственной тяжестью, на него еще воздействуют ветер и осадки. Так что в этом случае стоит подстраховаться. Далее от опоры до стены дома протягивается трос, который будет поддерживать кабель и защищать его



от провисания. Проводник крепится к тросу хомутами. Если кабель пролегал над проезжей частью, то его высота от земли должна быть не меньше 6 м, над пешеходными дорогами — не менее 3,5 м. Точка крепления линии к стене должна находиться на высоте не менее 2,75 м (рис. 11.5). Разумеется, кабель не должен проходить сквозь заросли кустов и кроны деревьев.

Как именно подключаются кабели к линиям на столбе, знать необязательно, поскольку этим займется электрик от организации, которая их обслуживает (рис. 11.6). Однако ввод энергии в дом надо организовать как можно тщательнее — это вопрос надежности электропитания дома и безопасности.

В дом кабель можно вводить разными путями.

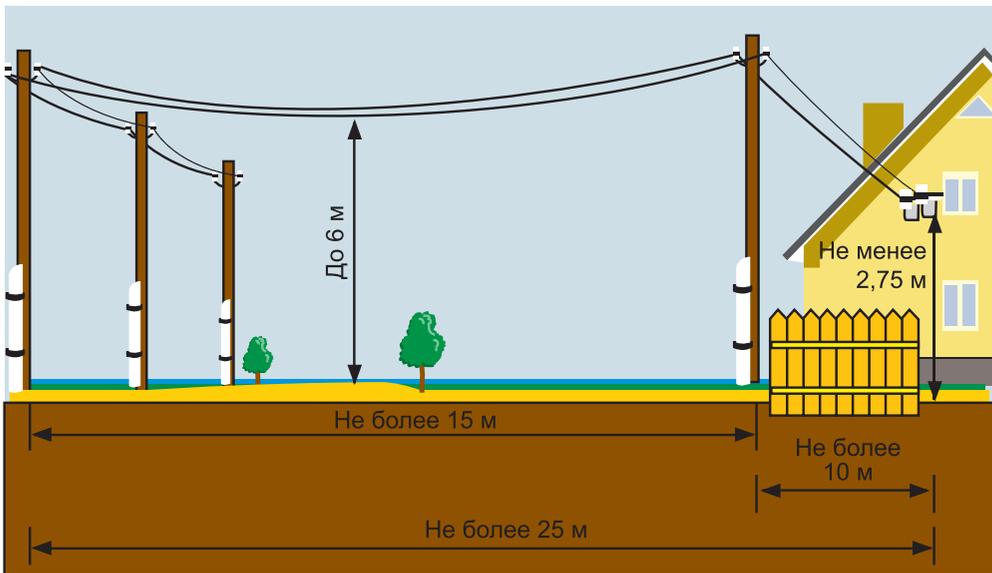


Рис. 11.5. Типовые размеры по прокладке воздушной линии от ЛЭП к дому



Рис. 11.6. Выполнить подключение к воздушной линии электропередачи имеет право только профессиональный электрик с необходимым уровнем доступа



### Ввод через стену

Кабель, подходя к стене, не ныряет сразу в дом. Сначала он крепится к специальным изоляторам, которые присоединяются к стене при помощи крюка, который завинчивается в стену (если она деревянная), или специального крепежа для каменных стен. От изоляторов кабель подходит к стене, сквозь которую пропущена насквозь металлическая трубка диаметром, достаточным для свободного прохождения кабеля. Если труба будет изгибаться в стене, то желательно выбирать диаметр побольше, чтобы не возникло проблем с пропуском кабеля через нее.

Когда используется кабель, то можно ограничиться одной металлической трубой. При применении специального провода СИП внутрь металлической трубы вставляется пластиковая, поскольку данный проводник не имеет внешней оболочки, а только изоляцию жилы. Для того чтобы закрыть отверстие трубы снаружи и внутри, на нее надеваются специальные манжеты-втулки. Промежуток между кабелем и внутренней поверхностью трубы можно заполнить минеральной ватой — она послужит дополнительным утеплителем и изолятором.

Когда кабель внутри дома, он заводится в домовый щиток и подключается к автоматам управления и защиты.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы дождь не попадал в трубу, через которую кабель входит в дом, ее конец можно немного выдвинуть из стены и загнуть вниз.

### Ввод через крышу

Для этого используется специальная металлическая труба-стояк, которая служит одновременно и каналом для

кабеля, и опорой для крепления изоляторов. Присоединить последние к такой стойке намного проще, чем к стене дома. Можно воспользоваться крепежом для металла — саморезами или болтовыми зажимами. При этом кабель должен располагаться не ниже 2 м от поверхности крыши. Труба стояка присоединяется к проводу заземления. Для прокладки воздушной линии используется практически любой вид кабеля или провода, лишь бы его характеристики удовлетворяли условиям наружной проводки.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Раньше, до 1991 г., для прокладки воздушной линии использовали провода без изоляции марки «АС». Сейчас появился новый провод марки «СИП», который предназначен специально для воздушных линий. Его изоляция рассчитана на большие перепады температур и хорошо противостоит солнечной радиации. Кроме того, он нерастяжим, такой кабель можно прокладывать без поддерживающего троса.

СИП бывает 2 видов — двухжильный и четырехжильный. Наиболее распространенные разновидности — СИП 4×16/25 и СИП 2×16/25, где цифры обозначают количество жил и их сечение. К проводу СИП есть множество дополнительных аксессуаров, которые используются при соединении кабеля и его крепления, они очень удобны и не требуют больших усилий при монтаже.

Кроме того, у СИП есть приятный плюс — его невозможно сдуть в приемку цветных металлов, поскольку при попытке обжига металл проводника сгорает вместе с изоляцией, оставляя лишь кучку пепла. Эта функция была разработана производителем провода после участившихся случаев хищения проводов с ЛЭП.



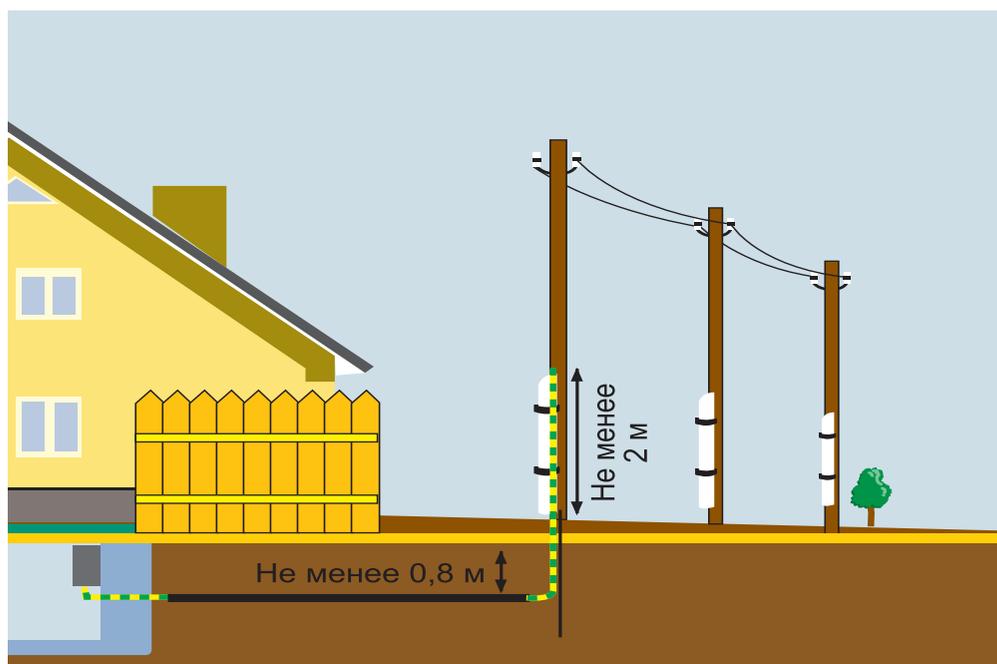
### Подземный ввод

Такой способ считается самым надежным, поскольку кабель лежит в земле на безопасной глубине и не подвержен влиянию погодных и климатических условий (рис. 11.7). Однако подземный ввод более трудоемок, поскольку надо копать траншею глубиной не меньше 0,7 м от ЛЭП до дома.

Если вы решили воспользоваться ВВГ либо АВВГ или их модификациями, лучше защитить кабель на всем пути под землей. Для этого используются стальные или пластиковые трубы. Не

надо сваривать их между собой, чтобы соединить, — это долго и дорого. Лучше всего подобрать диаметры труб так, чтобы они входили друг в друга, а границу стыков замотать тканью и пропитать смолой или битумом.

Кабель можно вводить в здание, не поднимая его на высоту 1,8 м на стену, а скрыто проложить его в стене прямо над фундаментом (рис. 11.8). В этом случае в стене бурится отверстие немного ниже уровня земли. В такое отверстие вмуровываются асбесто-цементные трубы, через которые кабель заходит в дом. Если проводников несколько, то таких труб



**Рис. 11.7.** Глубина траншеи должна быть не меньше 0,7–0,8 м; труба, защищающая кабель, поднимается на столб на высоту 1,8–2 м. Монтаж подземного подвода начинается с крепления трубы на опору и на стену дома. Г-образно изогнутые трубы поднимаются на опору и стену дома на высоту не менее 1,8 м и уходят в землю на глубину пролегания кабеля, где изгибаются и идут под землей (обычно это расстояние не превышает 50 см). В идеале лучше всего, когда труба защищает кабель на всем пути его прокладки, но это необязательно. Если нет трубы достаточного размера, то можно ограничиться защитой входа кабеля в землю и на открытом воздухе. Это самый простой и дешевый способ проводки под землей. Надо сразу сказать, что не всякий кабель годится для прокладки в грунте без защиты. На эту роль лучше всего подойдет бронированный ВББШв



тоже должно быть несколько. Глубина траншеи зависит от мощности подаваемой энергии. Когда эта величина меньше 20 кВт, то можно ограничиться глубиной в 70 см, 35–45 кВт — не менее 1 м. Глубина в 1 м также обязательна, если кабель проходит через дорогу любого типа. Если кабель проложен в пластиковых трубах, то можно ограничиться 50 см.

### ВНИМАНИЕ!

Нельзя заводить кабель под фундамент! Только через него или над фундаментом.

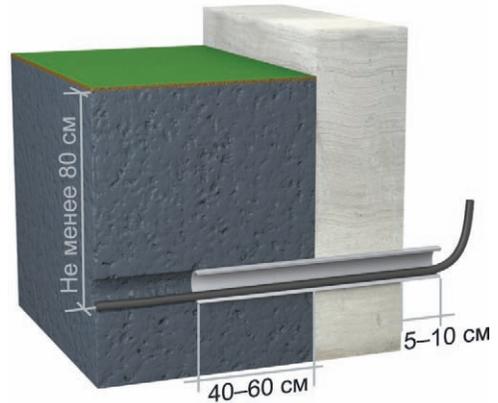


Рис. 11.8. Ввод кабеля в здание через фундамент

## 11.3. Подключение к линии электропередачи

Различия при монтаже трехфазной и однофазной сетей при вводе невелики. Вместо 2 проводов (фазового и нулевого) от столба ведутся 4 (3 фазовых и 1 нулевой). Главное отличие заключается в оборудовании вводного устройства и домового щита.

Перед тем как электрик подсоединит ответвление на участок, необходимо оборудовать вводное устройство (ВУ) — шкаф, в котором будут находиться механизмы защиты и соединения входящих кабелей с отходящими. Обычно такой шкаф располагается либо на опоре, либо на стене дома. Очень хорошо, когда труба, по которой проходит кабель, входит прямо в шкаф.

В квартире роль такого входящего устройства играет ВРУ, установленное где-нибудь в укромном месте. Здесь же придется монтировать его самостоятельно (рис. 11.9).

Чтобы наглядно представить, зачем нужно такое устройство и что в нем должно находиться, опишем его

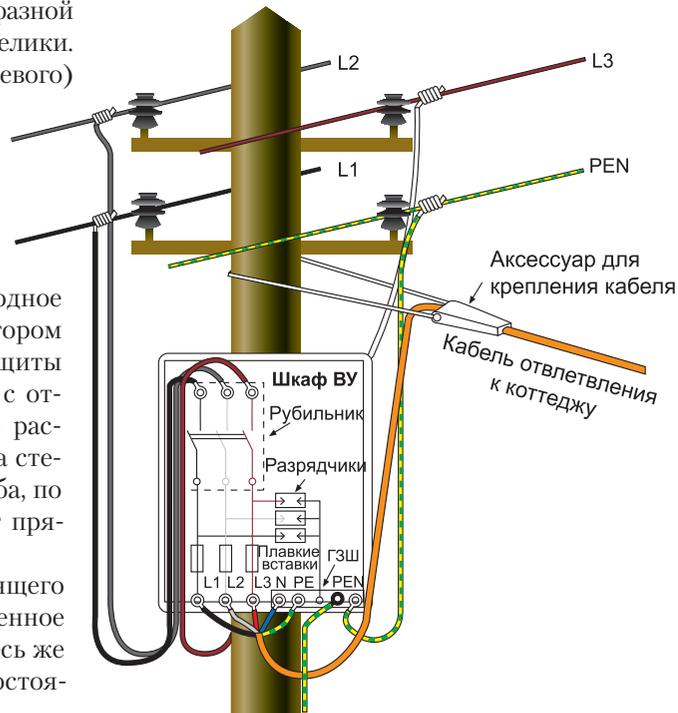


Рис. 11.9. Схема-рисунок вводного устройства при трехфазной сети



на конкретном примере. На рисунке видно, что мы имеем дело с трехфазной сетью (см. рис. 11.9). Три проводника фазы подключаются ко входным контактам рубильника, который отрезает всю сеть разом, если возникнет такая необходимость. Существует множество видов таких рубильников, но внутри щита их может заменить 1 автоматический трехполюсный выключатель. Номинальное напряжение такого автомата должно рассчитываться из максимальной нагрузки, которая будет падать на сеть. Допустим, если выделяемая мощность 30 кВт, а сечение алюминиевых проводов  $16 \text{ мм}^2$ , то имеет смысл поставить автомат со значением 63 А, чтобы он отключался при скачках напряжения.

Такой рубильник можно приобрести отдельно и установить на столб или стену рядом с основным ВУ. Например, для частных домов очень популярен щит с рубильником ЯБПВУ-100. Это железный короб, внутри которого находятся размыкающие контакты с плавкими вставками на 100 А. При помощи выведенного наружу рубильника можно отключить подачу тока вручную. При превышении мощности сработают плавкие вставки, автоматически разъединив линию. На схеме видно, что вслед за рубильником установлены плавкие вставки и параллельно с ними — устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), его еще называют разрядником. Это устройство, защищающее от сверхвысоких токов, возникающих при ударе молнии. Принцип работы прост — в момент скачка напряжения УЗИП резко меняет свое сопротивление от высокого к низкому, сбрасывая напряжение, возникшее в фазе, на заземление. Именно поэтому не стоит удивляться, что разрядник соединяет фазовый провод с шиной заземления.

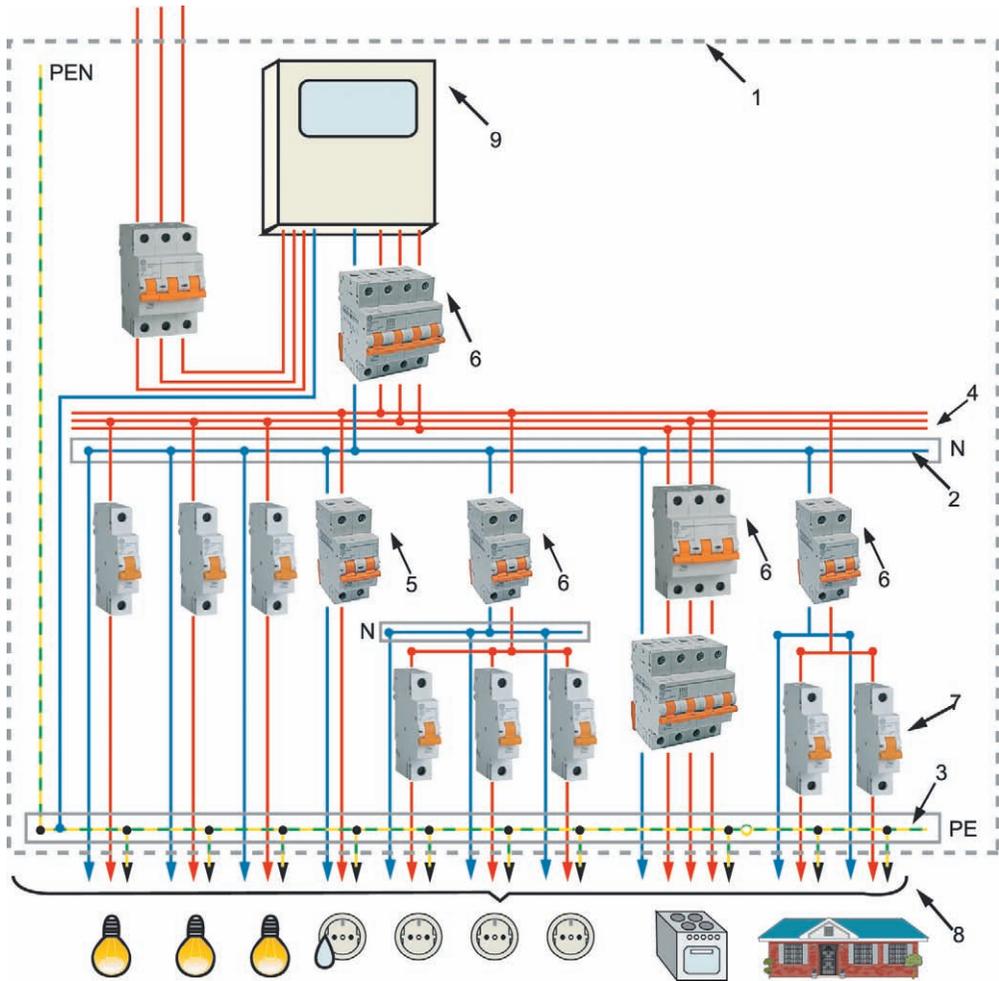
Кроме того, важнейшей частью ВУ является главная заземляющая шина (ГЗШ). К ней присоединяются нулевой входящий проводник и повторное заземление. На этой шине выполняется расщепление PEN-проводника на отходящий ноль и заземляющий провод. ГЗШ должна быть изготовлена из меди и иметь сечение не меньше  $30 \times 3 \text{ мм}$ .

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Шкаф ВУ лучше всего приобретать с повышенной защитой, поскольку он находится на открытом воздухе. Кроме того, хорошо, если такой шкаф снабжен мощным замком и располагается высоко на столбе.

Теперь кабель от ВУ идет к дому, куда заходит согласно всем правилам монтажа, описанным выше. Внутри дома расположен домовый щиток, который устанавливается точно так же, как и в квартире. Монтаж для однофазной сети был рассмотрен ранее (см. «9. Монтаж квартирного и этажного распределительного (ЩЭ) щитков»).

Если сеть трехфазная, то необходимо поближе познакомиться со схемой установки и подключения автоматов. Приведем пример схемы, которая наиболее полно показывает щиток в частном доме (рис. 11.10). Эта схема представляет собой вариант, когда расщепление ноля происходит в самом щите. Значит, именно от него идет повторное заземление. В данном случае входящий кабель четырехжильный. Заземление в нем совмещено с нейтральным проводом. На схеме не показано повторное заземление, поскольку об этом будет рассказываться в дальнейшем. Такой щит, когда в нем одновременно совмещаются вводное устройство и распределительный щиток, называется вводно-распределительным щитком (ВРЩ).



**Рис. 11.10.** Трехфазная схема щитка в частном доме: 1 — корпус щитка; 2 — нулевая шина; 3 — земляная шина; 4 — перемычки (трехфазная гребенка); 5 и 6 — УЗО; 7 — автоматические выключатели; 8 — линии групп; 9 — счетчик

На входе стоит трехполюсный автомат с номинальным значением, соответствующим мощности всех электроприборов или чуть выше. Например, если суммарная мощность электроприборов составляет 25 кВт, то автомат должен быть на 63 А. Далее по схеме располагается трехфазный счетчик, за ним — четырехполюсный дифавтомат, который выполняет функцию общего выключателя и защиты от утечки тока по всей схеме.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящий момент закон требует, чтобы счетчики электроэнергии устанавливались на улице — так в любой момент можно снять показания. Есть вариант: либо установить счетчик прямо в ВУ, либо повесить на внешней стене дома в отдельный герметичный шкаф с прозрачным окошком.



В этом случае лучше всего ставить прибор с чувствительностью 300 мА с номинальным током, соответствующим значению входного автомата перед счетчиком. Слева, внизу от дифавтомата, идут 3 однополюсных прибора, контролирующих зоны освещения. Все они располагаются на одной фазе. Правее стоит УЗО, отвечающее за ванную комнату, с чувствительностью 10 мА. За ним — УЗО на 3 группы розеток. Следом идет электрическая плита, которая имеет трехфазное подключение. Линия на нее начинается с трехполюсного автомата, который стоит на 3 фазы. Следующее устройство по цепи — дифавтомат на 30 мА. Номинальный ток на оба эти устройства рассчитывается по максимальной мощности плиты, которая обязательно должна указываться в технической характеристике прибора. Последние 2 группы, подключенные

к сети через УЗО, отвечают за постройки во дворе и наружное освещение.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Очень удобно, когда цвет изоляции всех 3 фазовых проводников отличается по всей сети. Например, заглянув в колодку розетки, можно сказать, какой автомат или УЗО подключен к этой группе, ориентируясь на цвет фазового провода.

Следующая схема в основных чертах аналогична предыдущей, но в ней другой принцип подключения заземления (рис. 11.11). Нейтральный проводник и заземляющий не объединяются в один, а разделяются на ВУ, расположенный на столбе или наружной стене дома.

Там же проходит и повторное заземление (рис. 11.12 и 11.13).

## 11.4. Заземление

В настоящее время система TN-S в России в частном секторе практически не встречается. От трансформаторов подстанции не протянут отдельный проводник заземления (РЕ) к потребителю. Значит, остается провести заземление самостоятельно по системе TN-C-S или TT. В частном доме это сделать намного легче, нежели в многоквартирном.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

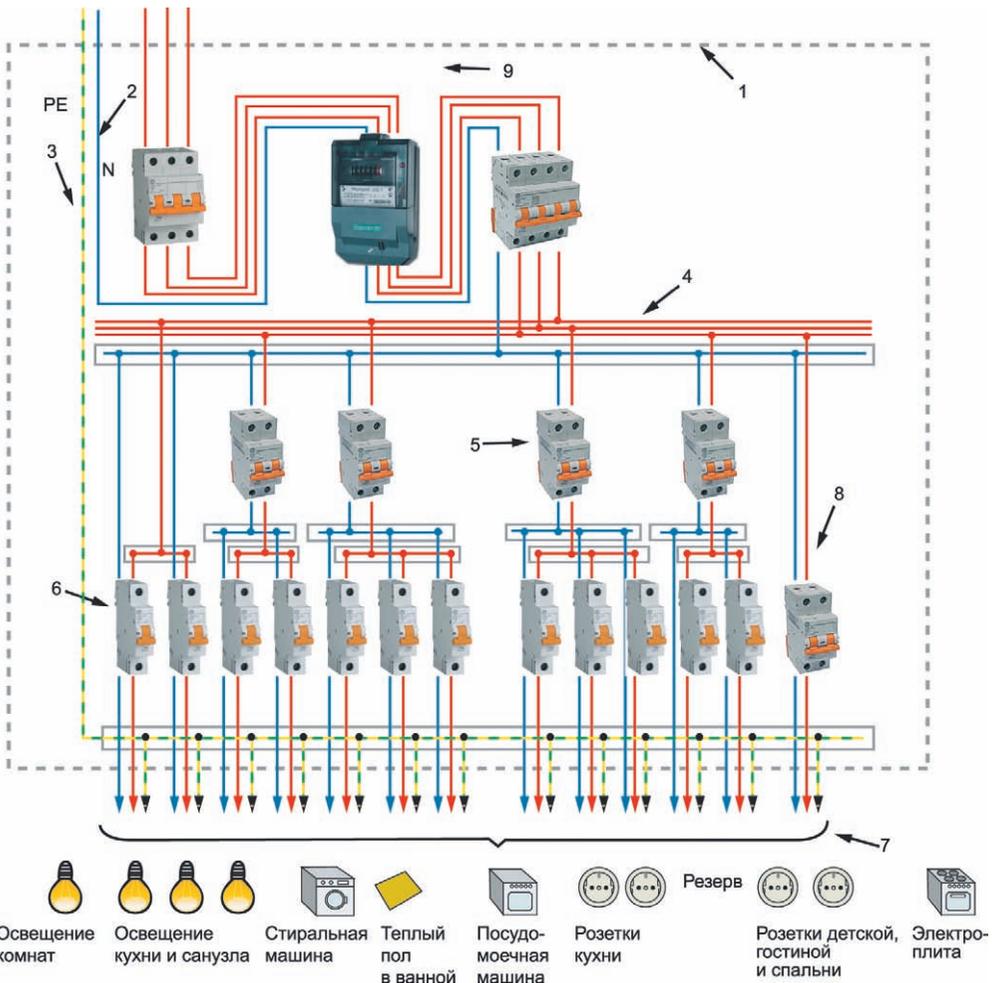
Система заземления TT используется только в том случае, если выполнены все установленные к ней требования и приведена причина отказа от системы TN-C-S.

Отличие частного дома от многоквартирного в том, что в частном доме действительно есть «земля», а в многоэтажке ее просто не достать и подключение заземления ограничивается щитком на этаже.

Вариантов подключения заземления в частном доме 2: по системе TT и TN-C-S.

Второй вариант встречается наиболее часто, поскольку требует меньше усилий при установке.

Заземление начинается от ГЗШ, установленной в ВУ или в щитке дома. На схемах, приведенных на рис. 11.11–11.13, видна разница между проведением заземления от ВУ или домашнего щитка.

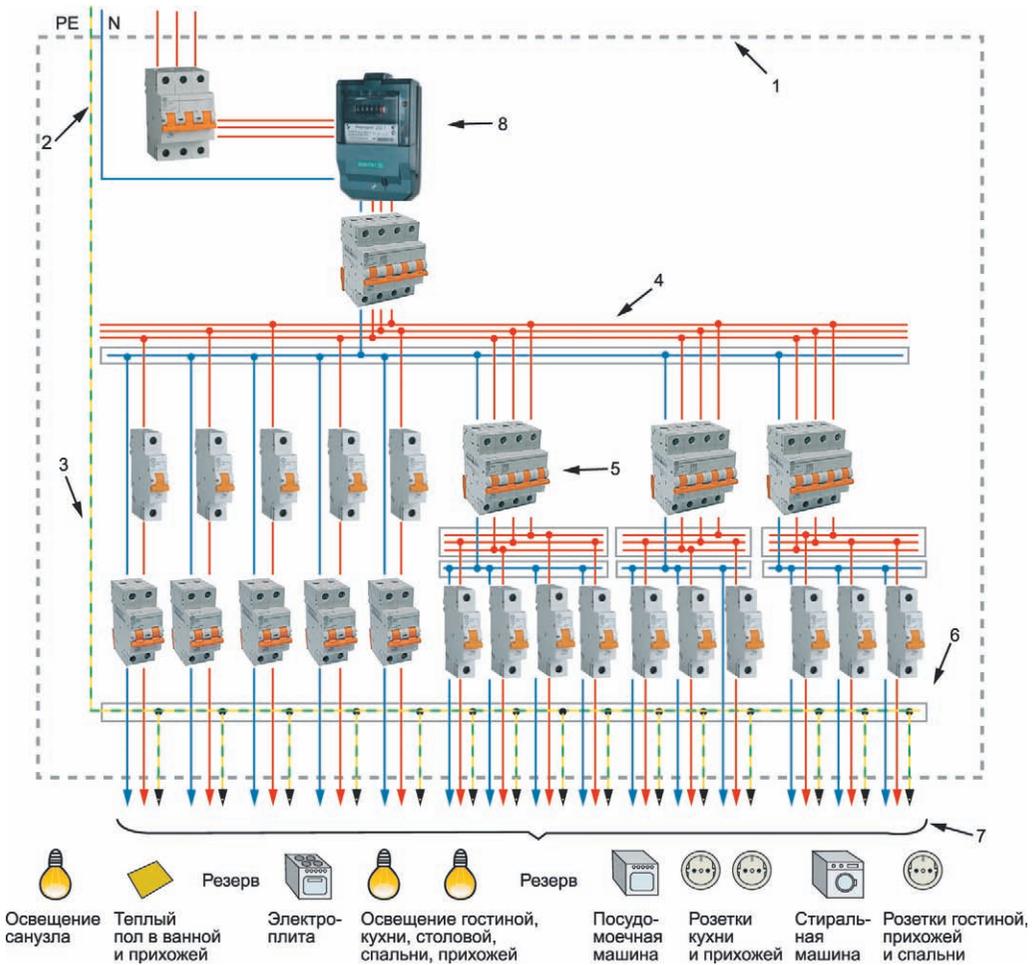


**Рис. 11.11.** Трехфазная схема щитка в частном доме с разделенным проводником нейтрали и заземления: 1 — пластиковый или металлический корпус щита; 2 — соединительные элементы нулевых рабочих проводников; 3 — соединительный элемент PE-проводника, а также уравнивания потенциалов; 4 — соединительный элемент фазовых проводников групповых сетей; 5 — выключатель дифференциального тока; 6 — автоматические выключатели; 7 — линии групповых цепей; 8 — дифференциальный автоматический выключатель; 9 — счетчик

Наилучшим вариантом все-таки является тот, когда заземление делается на опоре, с которой идет линия к дому.

Если заземление сделано непосредственно в доме, то при отгорании ноля на линии, например где-нибудь возле

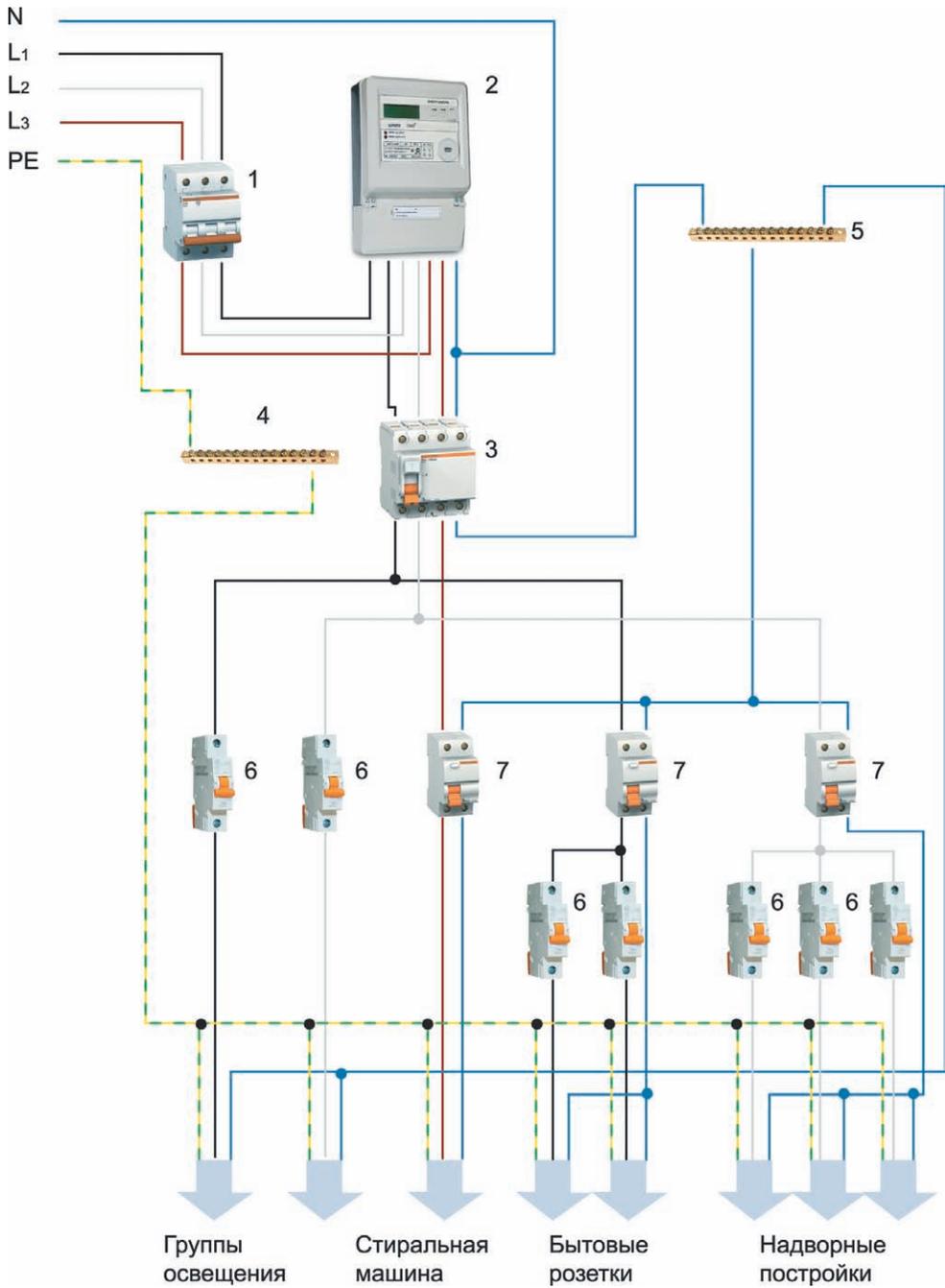
подстанции, нулем окажется провод, который ведет от столба к дому, и вообще вся нейтраль в доме (рис. 11.14). «Ну и что? Ноль он и есть ноль», — скажете вы. Не следует забывать, что на линии, ведущей от подстанции до вашего



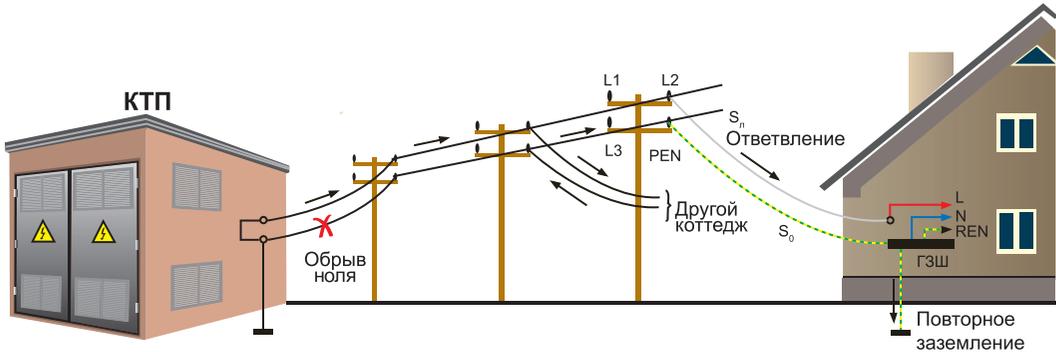
**Рис. 11.12.** Вариант трехфазной сети с отдельными нейтральным и заземляющим проводниками: 1 — пластиковый или металлический корпус щита; 2 — соединительные элементы нолевых рабочих проводников; 3 — соединительный элемент зажимов PE-проводника, а также уравнивания потенциалов; 4 — соединительный элемент фазовых проводников групповых цепей; 5 — выключатель дифференциального тока; 6 — автоматические выключатели; 7 — линии групповых цепей; 8 — счетчик

частного дома, есть еще подключения к другим домам. Вся нагрузка, которая ложилась на нулевой провод ЛЭП, ляжет в этом случае на ноль, находящийся в вашем доме. Если же заземление установлено от шины в ВУ, нагрузка ляжет на провод, который ведет от линии к шине, а он, как правило, по сечению соответствует проводу на линии.

Система ТТ используется только в частных домах. Ее установка сопряжена с некоторыми трудностями, в частности урегулированием такой системы в организации электроснабжения. Дело в том, что система ТТ должна пройти апробацию и быть заверена специалистом из технадзора. Чаще всего многие организации предлагают



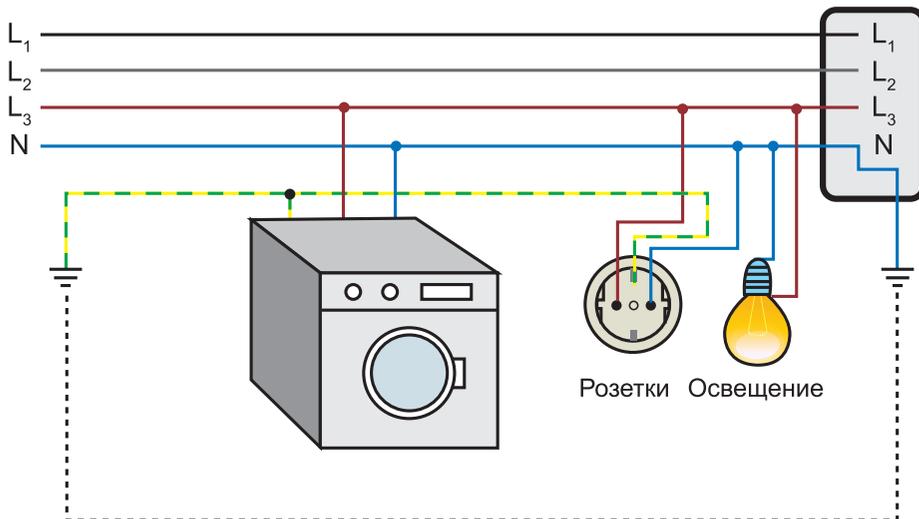
**Рис. 11.13.** Схема трехфазного подключения в более простом варианте: 1 — вводный автомат; 2 — трехфазный электросчетчик; 3 — дифавтомат; 4 — шина заземления; 5 — нулевая шина; 6 — модульные автоматические выключатели; 7 — однополюсные дифавтоматы



**Рис. 11.14.** Ситуация, когда на подстанции отгорает ноль и нагрузка ложится на нейтраль дома. Исправить ее можно, проведя кабель (от ЛЭП к дому) с сечением жилы, аналогичной проводу ЛЭП, чтобы нулевой провод в случае аварии выдержал нагрузку от нескольких домов

такую систему заземления без вмешательства со стороны владельца дома, конечно, не забыв при этом взять плату за ее монтаж. Если постараться, то можно выполнить эту работу самостоятельно, но после окончания придется ее проверить при помощи все той же организации и заверить документально.

Если вспомнить систему TN-S, то TT очень на нее похожа. Отличие в том, что проводник заземления не уходит на подстанцию к заземлителю, а располагается непосредственно на участке рядом с домом. На подстанции система заземления сделана специалистами по всем нормам ПУЭ. На личном участке придется сделать то же самое (рис. 11.15).



**Рис. 11.15.** Подключение электроприборов по системе TT: заземление не зависит от источника электропитания



Очевидно сходство с системой TN-S — провод заземления не контактирует с нулевым и фазовым, а существует сам по себе (рис. 11.16).

### ВНИМАНИЕ!

Использование УЗО при системе заземления TT является обязательным.

Теперь следует разобраться, куда ведет провод, который уходит в землю от шины заземления, расположенной в домашнем щитке. Заземление — это вовсе не прутки арматуры, воткнутый в землю, с привязанным к нему в виде изящного бантика проводом заземления. Чтобы создать полноценный контур заземления, нужно приложить гораздо больше усилий.

Есть всего 2 варианта, как это сделать. Первый из них трудоемкий, но его можно выполнить самостоятельно. Второй выполняют специалисты, но, конечно, не бесплатно. Выбор за вами.

Рассмотрим такой вариант: заземление состоит из заземляющего провода и заземлителя.

Заземляющий провод должен быть с сечением жилы не меньше сечения фазовой жилы кабеля, проложенного в доме, но и не больше. Этот провод подключается к шине заземления в распределительном домашнем щитке. К данной шине сходятся все провода заземления от электроприборов.

Заземлитель — это стальная конструкция, которая выравнивает потенциалы в случае появления в заземляющем контуре напряжения. Именно поэтому она должна иметь достаточно большой контакт с грунтом. Далее производятся очень сложные расчеты: определяется сопротивление грунта, какая конструкция и на какую глубину должна быть установлена. Совершенно разные случаи, когда грунт — сухой песок и влажный чернозем. При первом варианте понадобится очень массивная

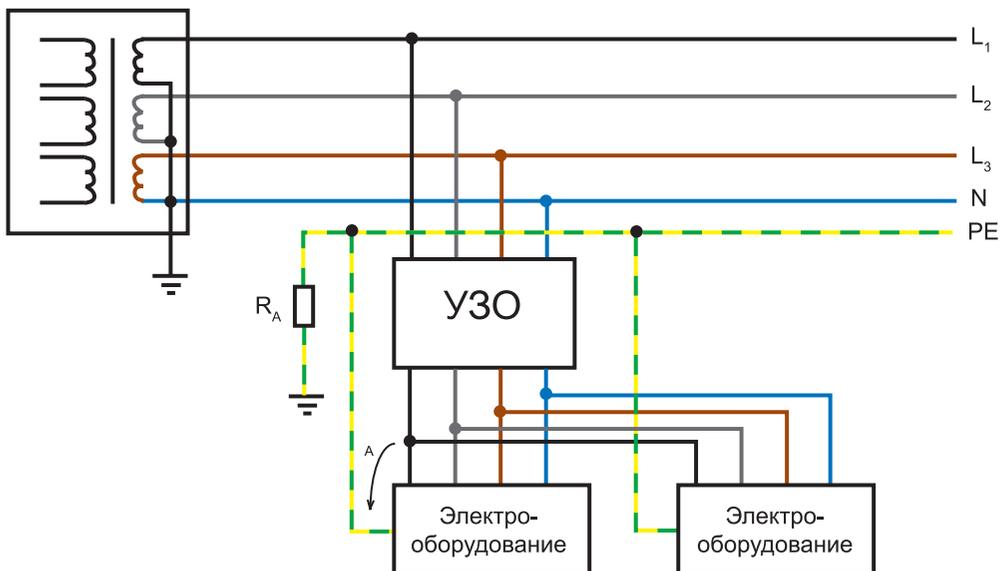


Рис. 11.16. Использование УЗО при системе заземления TT



конструкция, при втором — небольшой арматурный прут, вбитый неглубоко. Чтобы не возиться с расчетами, преодолеть сложнейшие электротехнические формулы, можно сделать конструкцию, которая удовлетворяет всем требованиям практически при любых условиях. Монтировать такой заземлитель надо так: взять 3 уголка, каждый длиной не меньше 3 м и размерами полок не менее  $50 \times 50$  мм. В качестве замены уголка подойдет обычная труба диаметром 16 мм и толщиной стенки не меньше 3 мм (чтобы не разбить вершину трубы кувалдой). Еще понадобятся 3 куска уголка по 3 м, с размерами полок  $40 \times 40$  мм.

Далее нужно прокопать траншею от дома до места, где будет вкопан заземлитель. Эта траншея должна быть глубиной не менее 0,5 м и примерно такой же ширины — так удобнее. Затем в местах, где будут вбиты штыри, выкапываются ямки одинаковой с траншеей глубины — по 0,5 м. Эти ямки необходимо соединить между собой канавками, по которым пройдет соединяющий штыри уголок.

После этого надо сделать самое трудное — вбить трехметровый уголок в землю так, чтобы над дном ямки его конец возвышался не больше чем на 15–20 см (рис. 11.17).

Чтобы легче это сделать, концы уголка затачиваются в острие. Понадобится широкая устойчивая стремянка или козлы, чтобы забивать с них уголок. После того как он вбит на нужную глубину, все 3 отрезка размерами  $40 \times 40$  мм соединяются между собой уголком при помощи сварки. В итоге получается равносторонний треугольник размером  $3 \times 3 \times 3$  м (рис. 11.18).

Вершина одного из уголков заранее просверливается для соединения с заземляющим проводником. Такое соединение выполняется при помощи болтового зажима. Для этого конец оголенной

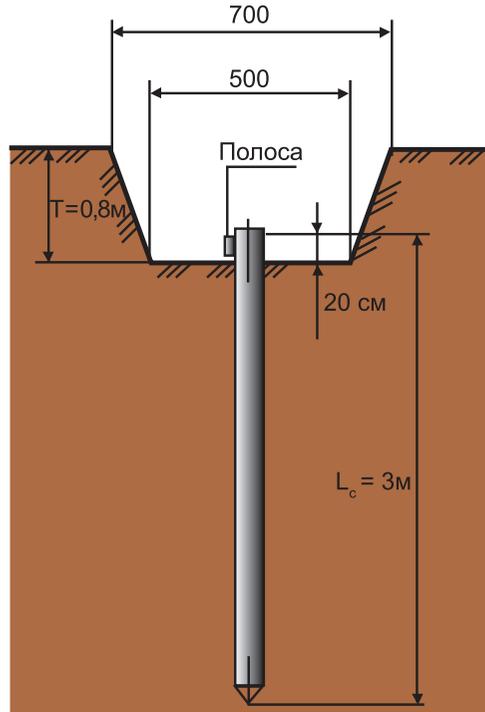
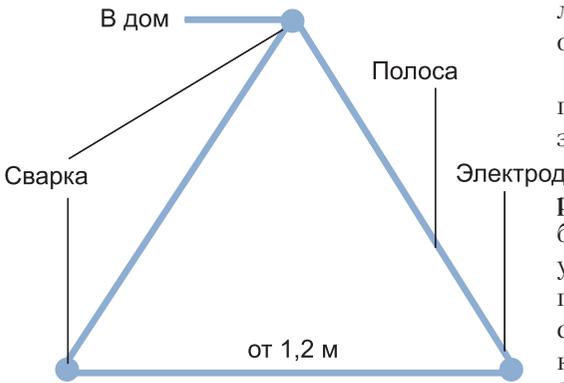


Рис. 11.17. Размеры при монтаже очага заземления

жилы заземляющего проводника надо запрессовать в наконечник с подходящим под болт отверстием. Затем закопайте траншею и ямки и поставьте знак, обозначающий место, где спрятан заземлитель и проводник до дома, чтобы в дальнейшем не нарушить его при каких-либо работах.

### ВНИМАНИЕ!

При выполнении работ нанятым электриком необходимо проследить, чтобы в грунт рядом с заземлителем не добавлялась пищевая соль. Это делается для того, чтобы снизить сопротивление заземлителя, улучшив его контакт с почвой. Якобы заземлитель должен пройти испытание на замер сопротивления. Не следует так делать! Солевым раствором за несколько лет разъест металл заземлителя, который потеряет свои свойства.



**Рис. 11.18.** Заземлитель и его соединение с проводником (вид сверху)

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Необязательно выполнять заземлитель в виде треугольника, можно забить уголок и линией в ряд. Необходимо лишь соблюдать расстояние между уголками — оно должно быть не меньше 3 м.

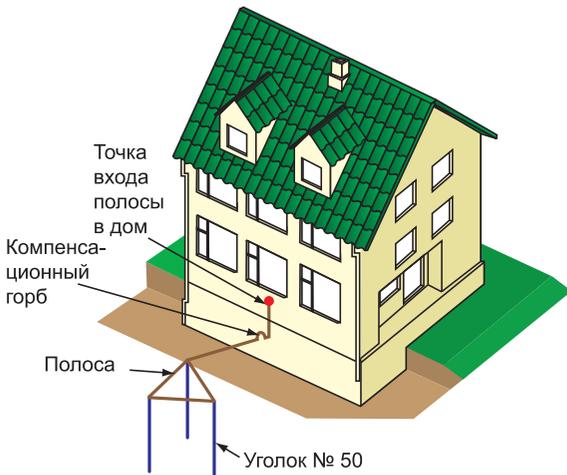
После того как заземлитель установлен на место, его засыпают грунтом,

лучше — песком, чтобы в дальнейшем облегчить доступ к кабелю (рис. 11.19).

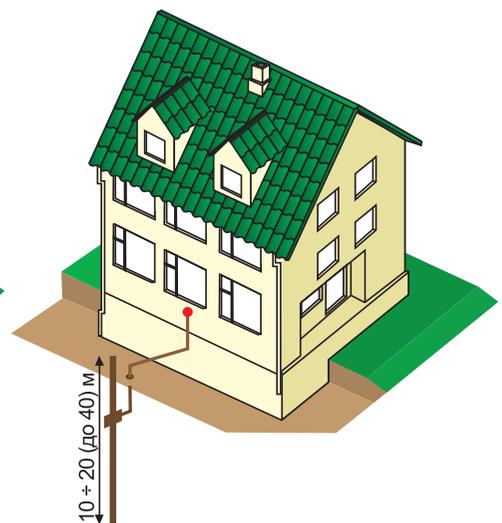
Теперь рассмотрим **другой вариант** — при этом способе не придется копать землю и вбивать уголок в грунт.

Здесь используется **модульная штырьевая система**. Это недавнее изобретение, и, следует признать, очень удачное. Чтобы создать наибольшую площадь для соприкосновения грунта с заземлителем, стальной штырь, покрытый медью, забивают на глубину 20–40 м (рис. 11.20).

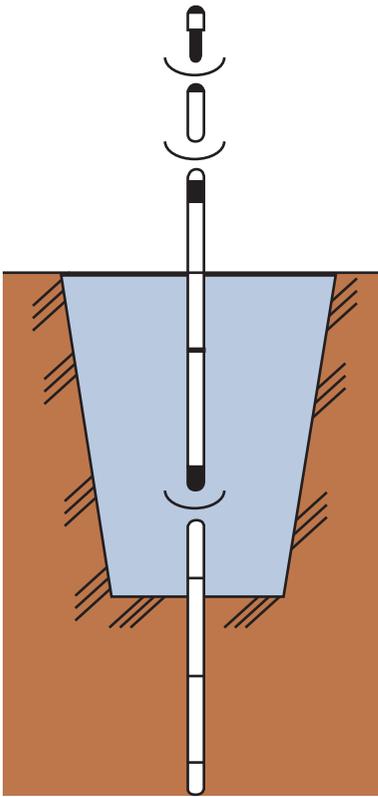
Для условий средней полосы России это означает, что практически в любом случае данный штырь соприкасается с грунтовыми водами, что резко снижает его сопротивление. Для заземлителя это один из важнейших показателей. Удобство такого типа заземления налицо: не надо копать траншеи, достаточно небольшой ямки 50 × 50 × 40 см (рис. 11.21). Единственное «но» — вбить такой заземлитель молодецкими ударами кувалды не получится. Для этого используется перфоратор со специальной насадкой.



**Рис. 11.19.** Заземлитель и соединение его с ГЗШ в здании



**Рис. 11.20.** При помощи сборного штыря можно углубиться в грунт на 20–40 м

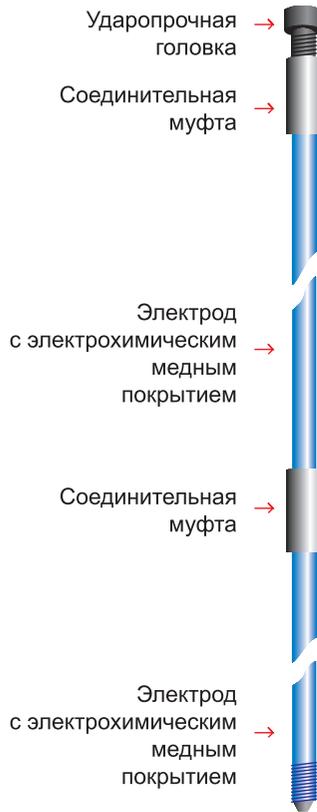


**Рис. 11.21.** Чтобы забить штырь, необходимо выкопать небольшую ямку глубиной 40–50 см

Перфоратор — ударная дрель не подойдет, поскольку нужна работа именно в ударном режиме без вращения головки (рис. 11.22).

Провод заземления монтируется на стержень при помощи специального зажима, который идет в комплекте с остальным оборудованием.

На вопрос о том, на какую глубину придется забивать заземление, можно ответить, только замеряя сопротивление при помощи мультиметра. Это достаточно сложные расчеты, выполнить которые может только квалифицированный специалист. Самостоятельно производить их не следует, поскольку сопротивление все равно придет замерять техник из организации со своим оборудо-



**Рис. 11.22.** Устройство штырьевого заземлителя

ванием — никто не поверит вам на слово, что глубина заземлителя достаточна. Следует знать лишь цифры, которые являются нормативом. Для трехфазной сети с напряжением 380 В сопротивление заземлителя должно быть не более 2 Ом, для однофазной с напряжением 220 В — не более 4 Ом (рис. 11.23).

Впрочем, если можно сделать заземление без оглядки на технадзор, то необходимо узнать уровень залегания грунтовых вод. Заземлитель, достающий до этой отметки, наверняка удовлетворит условиям нормативов.

При варианте, когда система заземления дома TN-C-S по устройству заземлителя аналогична системе TT, к нему не такие строгие требования, поскольку заземленный ноль находится на подстанции и соединен с ГЗШ в ВУ или ВРУ.

### ВНИМАНИЕ!

Если ГЗШ находится на ВУ, то соединять в дальнейшем ноль и заземление нельзя! Такое соединение должно быть единственным на одном участке, по принципу «либо одно, либо другое», ВУ на столбе или ВРУ возле дома или внутри него.



**1.** Обработать резьбовую часть наконечника антикоррозийной пастой

**2.** Навернуть наконечник на стержень

**3.** Навернуть муфту и обработать антикоррозийной пастой

**4.** Ввернуть головку в перфоратор (электромолот) вставить насадку

**5.** Забить первый стержень

**6.** Вывернуть головку. Довернуть муфту (допускается использование ключа трубного).

**7.** Обработать муфту антикоррозийной пастой. Закрутить второй стержень в муфту, навернуть следующую муфту, обработать муфту антикоррозийной пастой, ввернуть головку.

**8.** Забить второй стержень, произвести замер сопротивления растекания. В случае если измеренная величина больше требуемой, забивать стержни до получения нужного значения

**9.** В случае невозможности достичь требуемого сопротивления растекания одним очагом, допускается забивать необходимое количество очагов с последующим их объединением. Объединение очагов и присоединение проводника производится при помощи зажима. После закрепления зажима необходимо изолировать (обмотать) его изолирующей лентой

Рис. 11.23. Пошаговая инструкция по монтажу стержневого заземления



## 11.5. Защита от молний

Очень важный пункт в электрической цепи дома. Если в многоквартирном доме этим занимается организация, обслуживающая электрическую сеть, то в частном жилище придется взять ситуацию в свои руки.

Молния — природный разряд электричества. Сила молнии такова, что на краткие наносекунды своего существования она сравнивается с энергией ядерной электростанции. Понятно, что при прямом попадании в электрическую сеть дома провода и приборы не то что перегорят, а просто взорвутся. Именно поэтому к такой защите следует отнестись со всей серьезностью и не скупиться на расходы по установке.

Молниезащита бывает внутренней и внешней. Это как бы 2 охранных контура, которые, работая совместно, могут почти на 100 % обезопасить электрооборудование и людей в доме.

### Внешняя защита

В первую очередь это молниеотвод, который устанавливается на самой высокой точке дома, соединенный проводником с системой заземления. Еще до недавнего времени громоотвод соединялся к заземлителю, который одновременно служил и системой заземления в доме (рис. 11.24). Как выяснилось опытным путем, такой защиты недостаточно для того, чтобы спокойно чувствовать себя в грозу.

Чтобы не пугать никого описанием, что бывает в случае, когда молния пробивает заземление (200 тыс. А!), необходимо показать устройство и схему нормально функционирующего молниеотвода.



Рис. 11.24. Громоотвод

Молниеприемник, который устанавливается на крыше, бывает 2 видов. Это либо высокий металлический штырь, который вертикально выставляется при помощи деревянных стоек, либо трос, протянутый вдоль всего конька крыши и уложенный на деревянные подпорки. Есть еще вариант, когда на крышу укладывают металлическую сетку, сваренную из арматур сечением 8–10 мм<sup>2</sup>, с шагом ячеек 2–5 м (рис. 11.25–11.27).

В принципе, особой разницы между ними нет. Тросовые молниеприемники охватывают большую площадь крыши и считаются более безопасными, а сеточные не портят внешнего вида дома. Сечение молниеприемника долж-

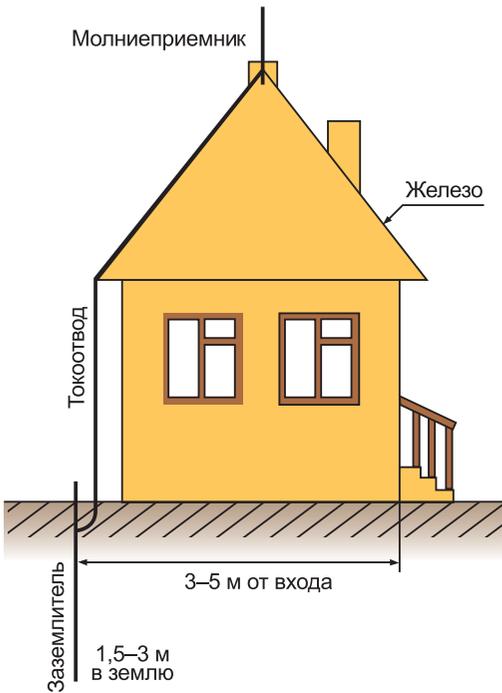


Рис. 11.25. Молниеотвод в виде штыря

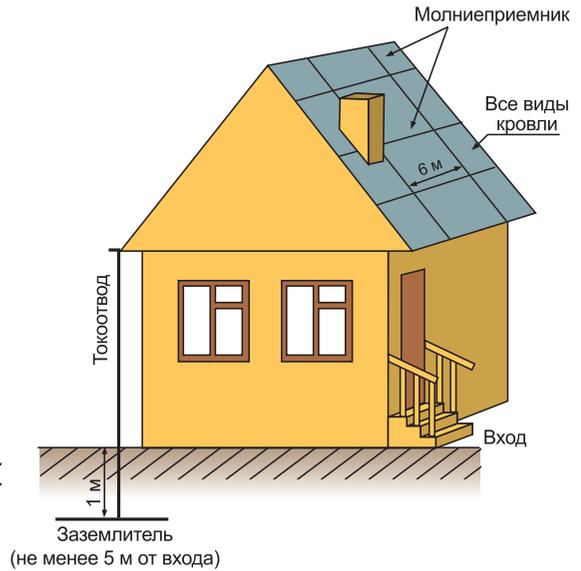


Рис. 11.27. Сетка из арматуры равномерно защищает всю крышу

но быть не меньше  $12 \text{ мм}^2$ , хотя лучше всего арматура с запасом —  $16 \text{ мм}^2$ . При установке штыря необходимо помнить, что он должен возвышаться над самой высокой точкой кровли не меньше чем на 20–30 см, то же самое относится и к тросовому приемнику.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Зона, которую защищает громоотвод, примерно равна его высоте. Например, при высоте над землей 6 м он защитит от попадания молнии территорию круга с радиусом 6 м.

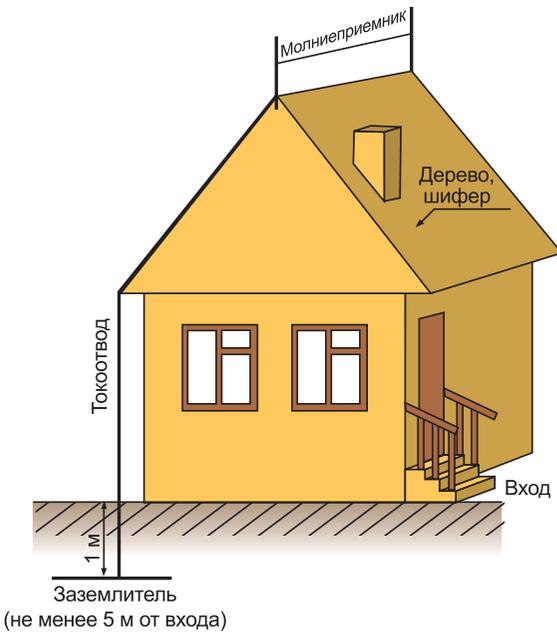


Рис. 11.26. Молниеприемник в виде троса, протянутого по коньку крыши

Провод, по которому энергия молнии пойдет к заземлителю, лучше брать стальной сечением не меньше  $10 \text{ мм}^2$  или медный провод сечением не меньше  $6 \text{ мм}^2$ . Это как раз тот случай, когда кашу маслом не испортить: чем толще будет провод, тем безопаснее. Проводник соединяется с приемником сваркой



или при помощи болтового соединения, конец провода обжимается наконечником. Кабель опускается по наружной стене дома, к которой он крепится при помощи пластиковых хомутов. Они, в свою очередь, приделываются к стене при помощи дюбель-гвоздей. Желательно, чтобы это была глухая стена, противоположная входной двери, без окон. Проводник не должен проходить мимо металлических элементов (лестниц, водопроводных и водосточных труб) ближе чем на 30 см.

Теперь отдельно о системе заземлителя. Он не должен быть совместным с заземлителем контура заземления дома. Это отдельное устройство, и характеристики его должны быть такими же, как у заземлителя дома. Его также надо углублять в землю на 3 м и приваривать к токоотводу.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

При современном строительстве для оштукатуривания дома используют металлическую сетку, которая поддерживает раствор на стене, армируя его. Эта сетка — неплохая защита от наведенных токов, которые часто случаются во время грозы, даже когда молния не ударяет поблизости.

#### Внутренняя защита

Ее обеспечивают специальные устройства, которые добавляются в схему домового щитка и ВУ. Суть их в следующем: даже если молния не попадает в дом, во время грозы частенько случаются скачки напряжения, помехи в телевизоре и радио. Это объясняется тем, что электромагнитное поле при ударе молнии может создавать импульсные токи в проводке и устройствах. Разряд необязательно должен ударить именно

в дом — это может произойти на расстоянии нескольких сотен метров и даже километров. Если же молния попадает в дом, то в лучшем случае молниеотвод сбросит напряжение в заземлитель, в худшем — разряд со всей силой ударит по электрической сети. Даже когда энергия молнии стечет по молниеотводу, ток, возникающий в проводке, может привести к порче чувствительной аппаратуры (компьютеров, холодильников и телевизоров). Лучше и не представлять, что случится при прямом воздействии.

Как раз для защиты от таких ситуаций и существуют специальные устройства — **ограничители**.

Внутри ВРУ можно установить ограничители перенапряжения (ОПН). Эти устройства по внешнему виду напоминают обычные автоматы (ВА), только без рычага отключения.

Все, что надо знать про ограничители, — что они устанавливаются между фазой и заземлением или нолевым проводом и заземлением.

Ограничители бывают 3 видов и различаются по чувствительности к току перенапряжения.

1. Класс «В» — такие ограничители ставят на входе в щит. Они предназначены для защиты от сверхвысокого напряжения — прямого удара молнии.
2. Класс «С» — устройства устанавливаются по схеме после ограничителей класса «В» и служат защитой от наведенных токов.
3. Класс «D» устанавливают, когда в доме находится особо чувствительная аппаратура.

Применять следует все 3 вида устройств, поскольку у них разный уровень



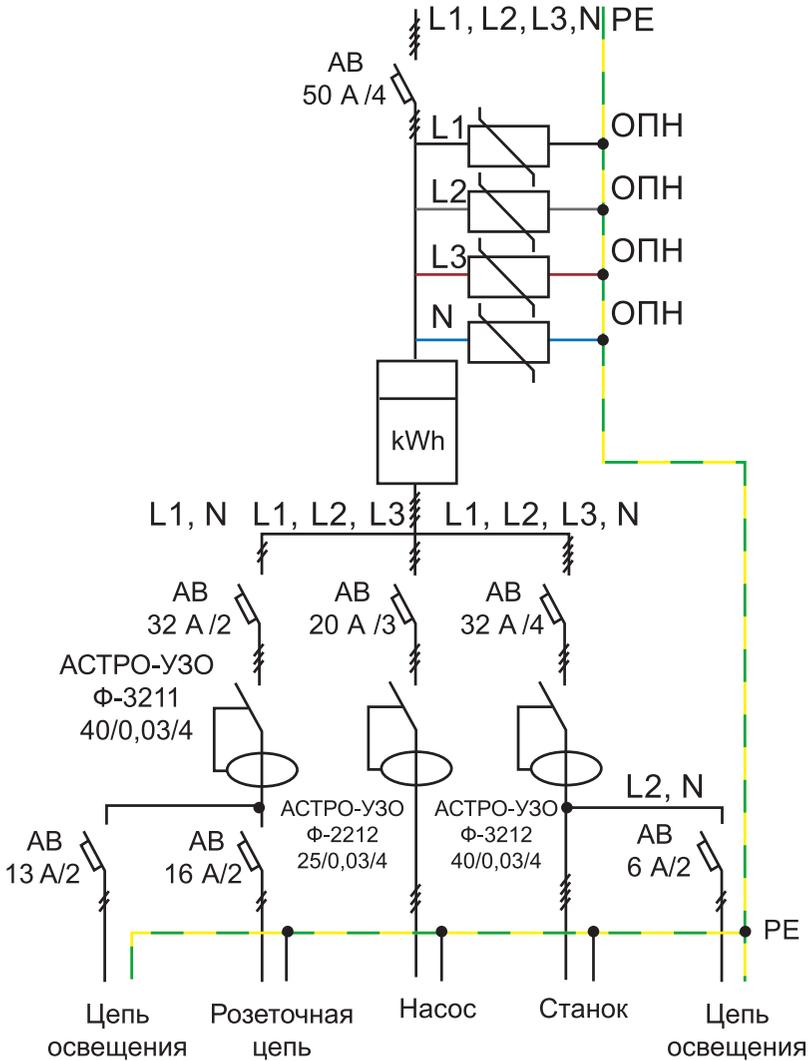
чувствительности, и ставить по схеме один за другим.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

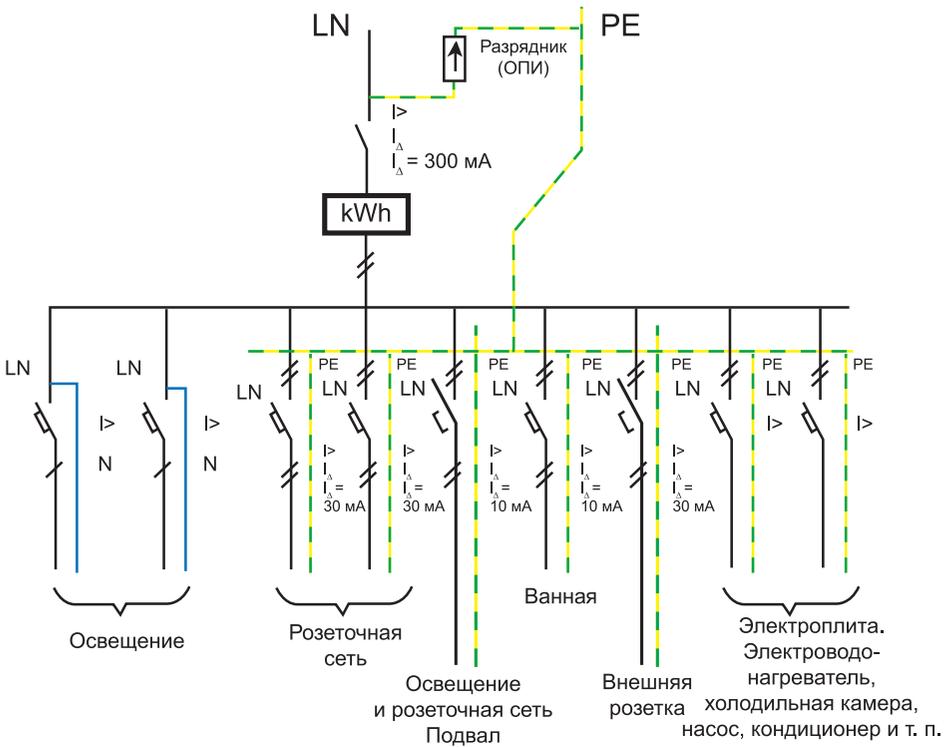
Если в доме не установлены ограничители, то во время грозы желательно отключать бытовую технику.

Например, при близком ударе молнии сработает ограничитель «В», а при

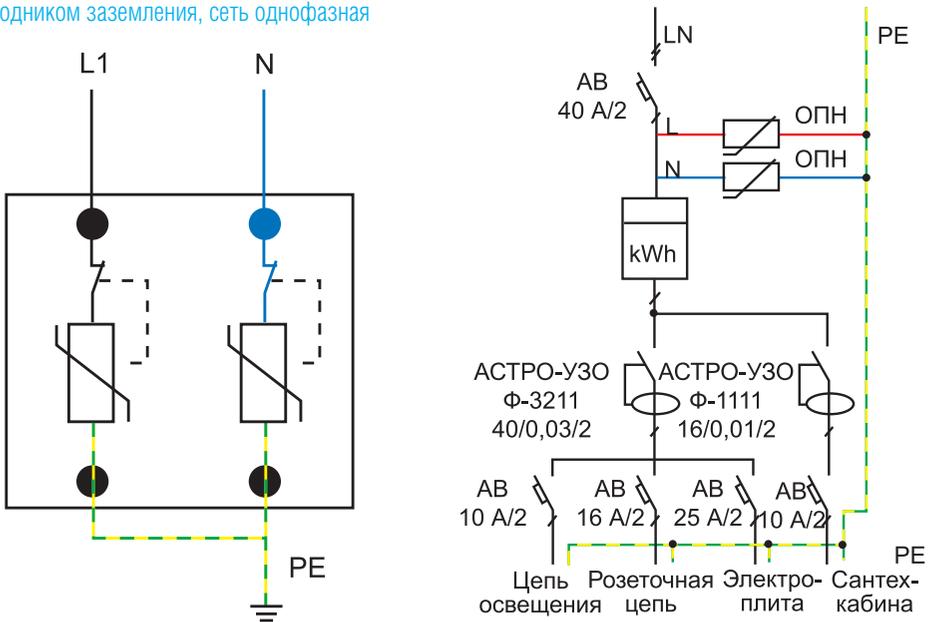
прямом ударе — «С». Именно поэтому нельзя поставить устройство класса «D» и на этом успокоиться, считая, что дом защищен. Ограничители рассчитаны как на однофазные сети, так и на трехфазные. Ниже приведено несколько схем подключения ограничителей (рис. 11.28–11.32).



**Рис. 11.28.** На схеме показаны подключения ОПН, которые располагаются между входным автоматом и проводником заземления, сеть трехфазная

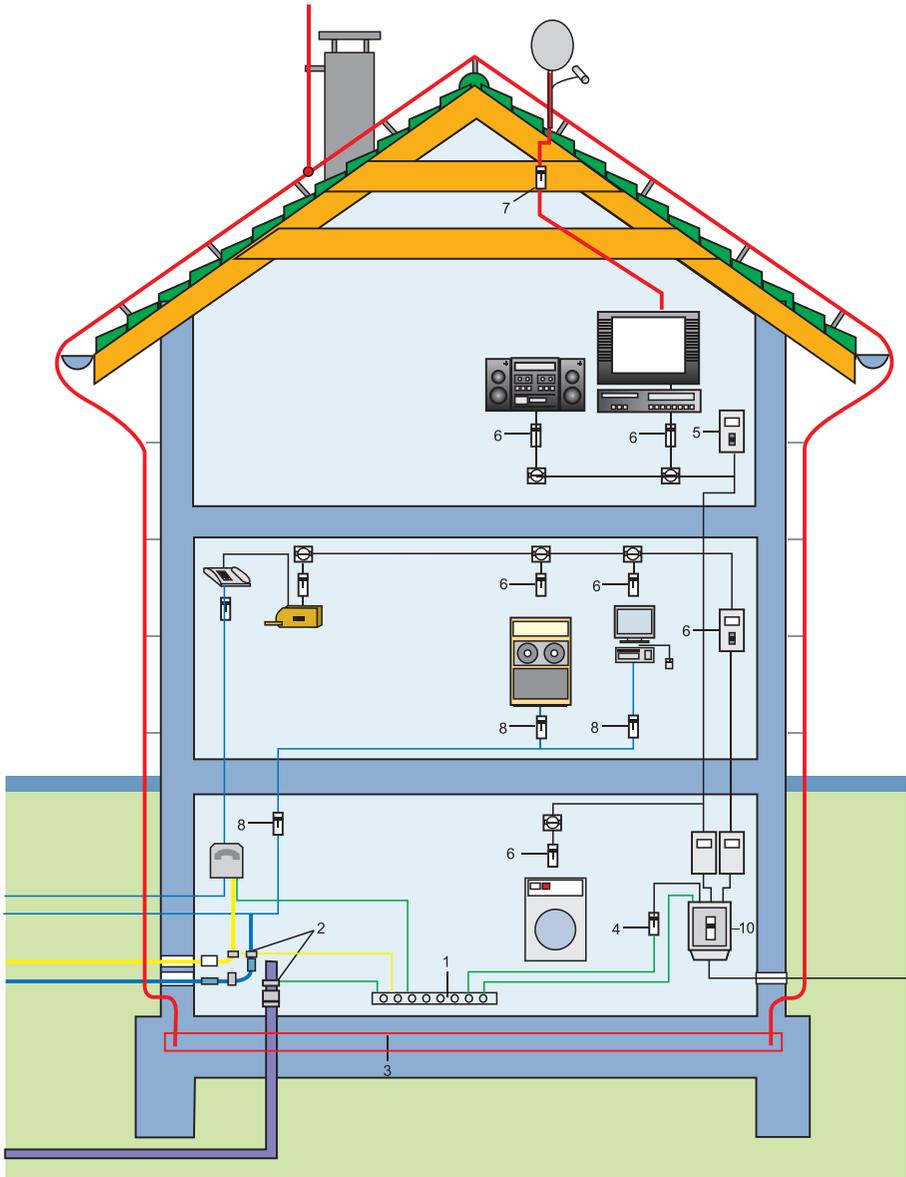


**Рис. 11.29.** На схеме показаны подключения ОПН, которые располагаются между входным автоматом и проводником заземления, сеть однофазная



**Рис. 11.30.** Схема подключения ОПН

**Рис. 11.31.** Схема подключения ОПН при однофазной цепи



**Рис. 11.32.** Применение ОПН различного класса для защиты аппаратуры, находящейся в доме: 1 — шина уравнивания потенциалов; 2 — хомут уравнивания потенциалов; 3 — полоса заземления; 4 — ограничитель перенапряжения, устанавливается между фазовыми проводниками и проводом РЕ; 5 — ограничитель перенапряжения категории «С», устанавливается в распределительных шкафах на вводе; 6 — ограничитель перенапряжения категории «D», устанавливается непосредственно перед каждым электронным потребителем электроэнергии; 7 — ограничитель перенапряжения категории «В», устанавливается в разрез антенного фидера; 8 — ограничитель перенапряжения категории «D»; 9 — ограничитель перенапряжения категории «В» для защиты телефонных линий; 10 — ограничитель перенапряжения категории «В»

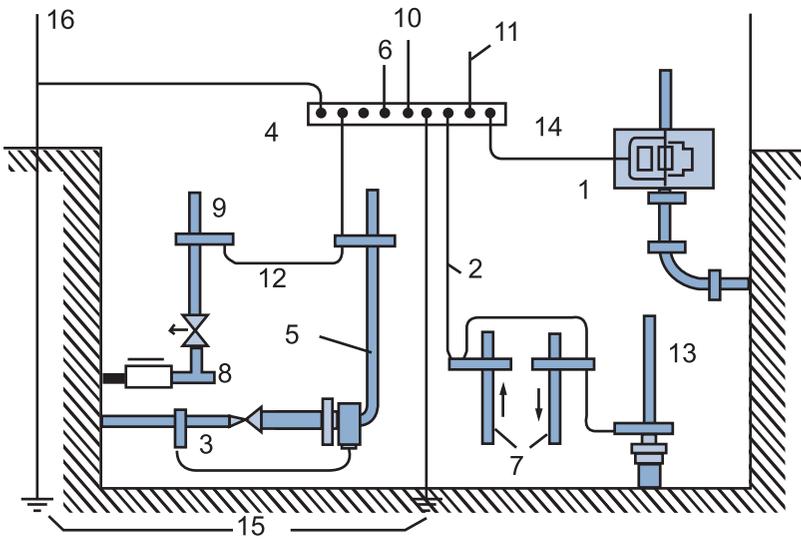


## 11.6. Система уравнивания потенциалов

Эта система завершает работу по структуре заземления, объединяя все элементы электрической сети в один безопасный и работоспособный комплекс. Мы уже сталкивались с СУП. В квартире данная система устанавливается только в ванной, поскольку в остальных комнатах она не требуется. В частном доме ситуация немного другая: здесь соединяются все металлические открытые части — водопроводные, канализационные и газовые трубы, корпуса электроприборов. Чтобы лучше представить себе, как выполнить эту задачу, необходимо увидеть следующую схему (рис. 11.33).

Система уравнивания потенциалов в частном доме практически повторяет таковую в квартире (см. «10. Заземление»). Отличие в том, что она проводится не только в отдельно взятой ванной комнате, а по всему помещению. Здесь не надо оглядываться на соседей и думать, какого плана электрическая схема проложена у них.

Для удобства монтажа СУП КУП располагаются в каждом помещении. Затем проводники от них сводятся в 1 коробку, от нее 1 кабель идет в домовый щиток, где подключается к ГЗШ. КУП лучше всего располагать рядом с распределительными коробками.



**Рис. 11.33.** Система уравнивания потенциалов: 1 — силовой распределительный щит; 2 — проводники заземления; 3 — счетчик расхода воды; 4 — сборная шина выравнивания потенциала; 5 — труба водопровода; 6 — антенна; 7 — трубы системы центрального отопления; 8 — изолирующий патрубок; 9 — труба газопровода; 10 — компьютерные системы; 11 — защитный проводник; 12 — соединительные проводники; 13 — канализационная труба; 14 — перемычка (PEN-PE); 15 — заземлитель или арматура фундамента здания; 16 — система молниезащита

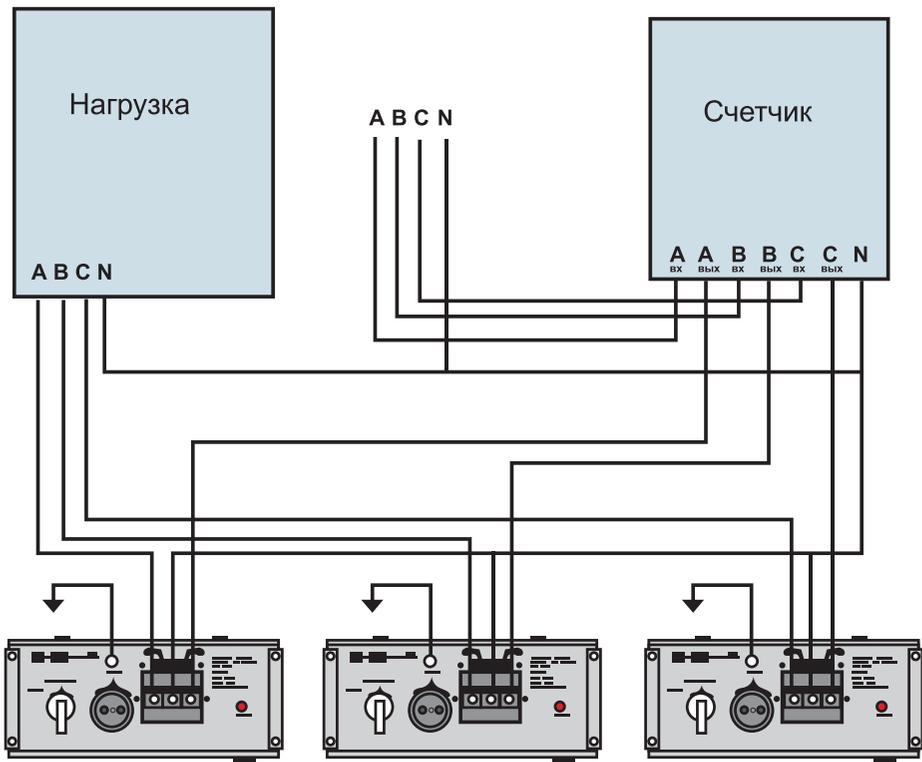


## 11.7. Применение стабилизаторов

В частном доме установка стабилизатора иногда бывает жизненно необходима. Все дело в перепадах напряжения, которые в частном секторе вовсе не редкость. Для электроприборов, установленных в доме, опасно как повышение напряжения, так и понижение. Стабилизатор предохраняет от всех этих неприятностей, делая эксплуатацию электротехники безопасной (см. рис. 5.92). Многие такие приборы снабжены индикационными экранами, которые отображают напряжение сети в данный момент и некоторые другие

показатели, например график скачков напряжения.

Стабилизаторы в момент снижения напряжения выше или ниже определенных показателей, например ниже 150 В и выше 260 В, просто отключают напряжение (рис. 11.34). Как только оно возвращается в приемлемые границы, прибор снова включает электричество. Кроме того, если напряжение начинает «скакать» в этих пределах, стабилизатор автоматически выравнивает его, понижая или повышая, что существенно увеличивает срок службы всех электро-



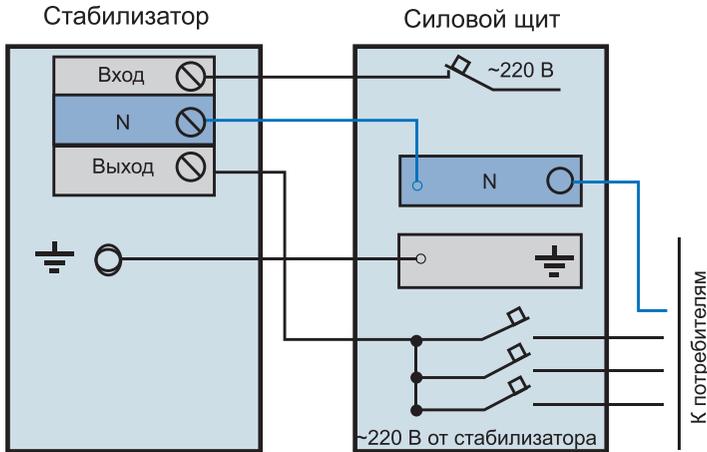
**Рис. 11.34.** Схема подключения стабилизаторов к трехфазной сети, буквами А, В и С обозначаются 3 фазы



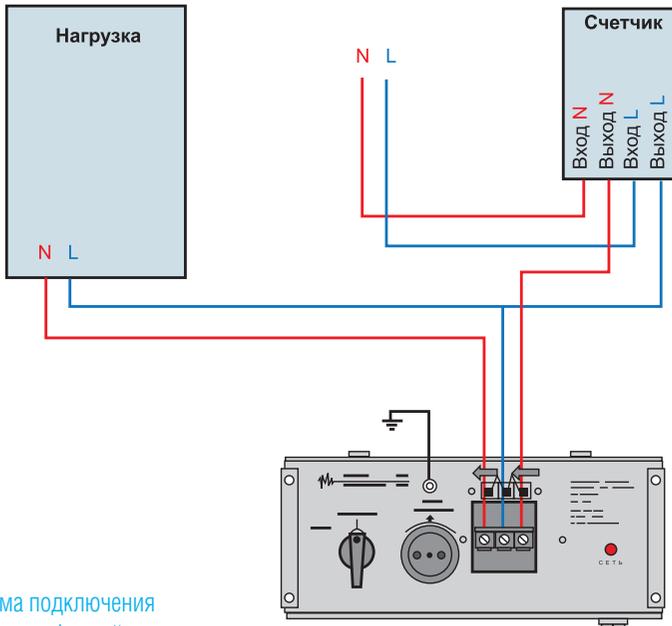
приборов (особенно это касается электроники).

Стабилизаторы разделяются на 2 вида: однофазные и трехфазные. Как понятно из названия, они устанавливаются на определенный вид сетей. Выгоднее приобрести 3 однофазных стабилизато-

ра, чем 1 трехфазный, они обойдутся дешевле. Габариты и вес трехфазного прибора таковы, что в одиночку его транспортировать и монтировать невозможно. Каждый стабилизатор обязательно должен быть подключен к системе заземления (рис. 11.35 и 11.36).



**Рис. 11.35.** Схема подключения однофазного стабилизатора к электрической сети

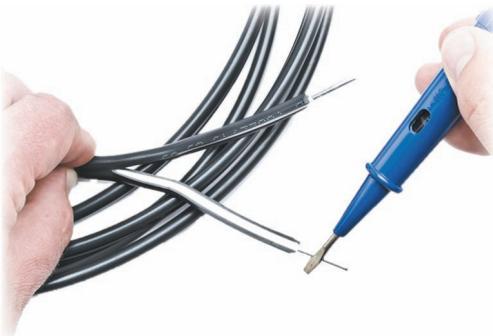


**Рис. 11.36.** Схема подключения стабилизатора к однофазной сети



Кроме того, стабилизаторы делятся на виды по диапазону напряжения. Для определения скачков напряжения можно воспользоваться цифровым индикатором или мультиметром (рис. 11.37 и 11.38).

Для домашних нужд вполне подойдет прибор с диапазоном 130–260 В. Кроме того, важна мощность стабилизатора. Она определяется очень просто: к суммарной мощности всех электроприборов в доме прибавляется 15–20 %. Поясним, что суммарная мощность — это действительно суммарная мощность всех приборов, а не только включенных. 15–20 % добавляется затем, что в случае отключения энергии и ее последующего



**Рис. 11.37.** Определение числового показателя напряжения при помощи цифровой отвертки-индикатора (пробника)



**Рис. 11.38.** Мультиметр, инструкция по использованию этого прибора обязательно должна идти в комплекте с ним

включения многие электроприборы потребляют больше энергии, чем в обычном стабильном режиме (так называемые импульсные приборы).

В общем случае отключения энергии стабилизатором, перед тем как электричество снова включится, лучше отключить приборы с большим энергопотреблением: холодильник, стиральную машину, плиту и т. д. Это делается для того, чтобы при включении суммарная мощность приборов не превысила мощности стабилизатора, иначе он сгорит.

## 11.8. Монтаж электрооборудования на открытом воздухе

Частный дом включает в себя не только внутреннее освещение, но и уличное, силовые розетки в подсобных зданиях, а также различные станки.

Про освещение было упомянуто ранее (см. «8. Освещение»). Описание прокладки кабеля на улице для освещения вполне подходит и для силовых кабелей, нет нужды повторять его. Остановимся на распределительном щитке и способе расключения проводки на улице.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Место, где проходит кабель под землей, необходимо обозначить. Это обязательное условие, иначе через какое-то время его можно найти, разрубив лопатой. Наилучшим выходом из положения будет прокладка кабеля под садовыми дорожками, которые сверху накрываются плитками. Так вы получите двойную выгоду: и путь движения кабеля отмечен, и дорожка покрыта плитками.



Наилучшим вариантом будет, если от основного щита выделить специальный отвод, который будет идти к коробу, расположенному на улице или рядом с основным щитом (рис. 11.39).

Такой вариант подойдет для дома, в котором трехфазное подключение. Ведь лучше всего, когда устройства, требующие трехфазного питания, имеют отдельные автоматы и УЗО. Кроме того, это очень удобно: не заходя в дом, можно включать и отключать определенные группы, если понадобится сделать ремонт.



**Рис. 11.39.** Наружный герметичный щит, на корпусе смонтированы силовые разъемы: *слева* — трехфазный, *справа* — однофазные

Все розетки должны быть пылевлагозащищенными и иметь крышки. Если таковых нет, то на открытую розетку обязательно надевается защитный колпак из резины или пластика.

Подключение станков производится при помощи силовых штепсельных разъемов или коробок с шинами внутри со степенью защиты не меньше IP 54 (рис. 11.40). То же самое относится и к выключателям. Лучше всего, когда электрические точки располагаются под навесом или внутри уличных построек.

Щиток на улице должен быть металлическим, герметичным и закрываться на замок. Автоматы защиты — недорогая штука, чувствительная к влажности.



**Рис. 11.40.** Кнопочный пульт для запуска электрических станков

## 12. «Умный дом»

В последнее время такая система управления электроприборами становится не экзотической новинкой, а вполне реальной перспективой. Все больше и больше людей устанавливают «умный дом», делая свою жизнь более комфортной и безопасной.

Разберемся, что это такое. Говоря простым языком — некий гибрид из компьютерной техники и электрической сети дома или квартиры со всеми приборами: кондиционерами, освещением, телевизорами, стиральными машинами и пр. Говоря техническими терминами — это контроль и управление всеми электроустройствами без вмешательства человека (ну или почти без него).

Такая система — не сегодняшнее изобретение. Подобные схемы появились давно, например самый обычный фонарь с фотоэлементом представляет собой вариант управления светом без участия человека.

Конечно, настоящий «умный дом» — это практически полный контроль над всем, причем дистанционный, со связью через мобильную сеть и Интернет.

Сразу следует сказать, что полная схема управления стоит весьма и весьма недешево. Однако если комфорт и безопасность дороже, то тогда стоит определиться с установкой этой системы.

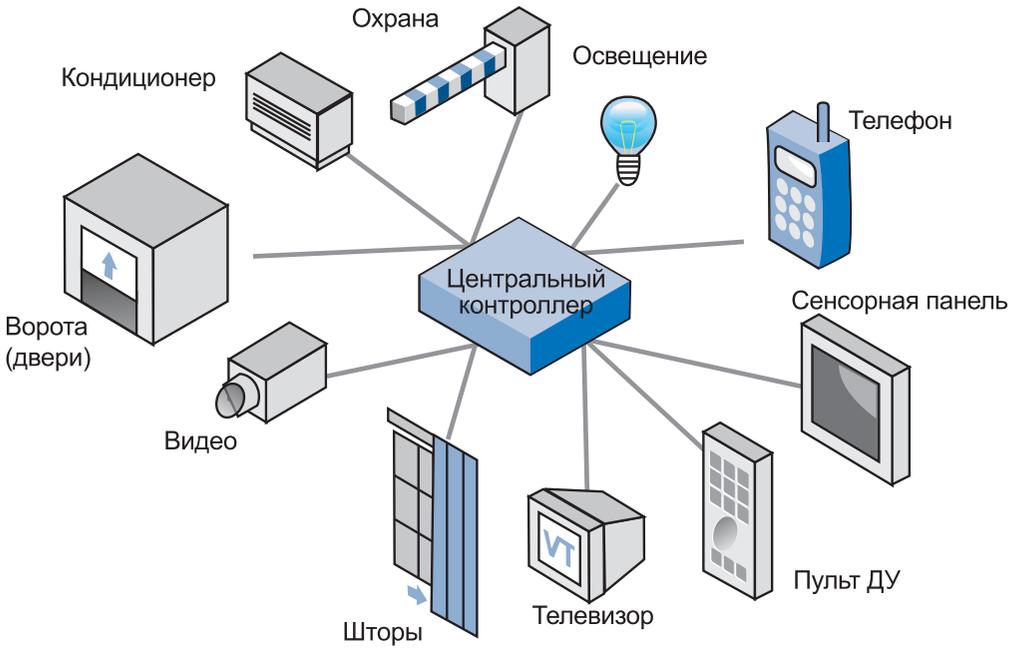
Существует всего 2 варианта установки «умного дома».

1. Принести чемодан с деньгами в любую из фирм-установщиков и спокойно пользоваться системой, предварительно изучив инструкцию на пару сотен страниц мелкого шрифта и привыкнув к ней за полгодика. Ведь не каждый представляет себя в кресле оператора центра управления полетами.
2. Купить такую систему в коробке и установить все ее элементы куда захочется. В этом случае чемодан с деньгами будет поменьше.

Правда, есть еще один вариант: собрать такую систему самому из комплектующих, приобретенных по отдельности. Это вариант для инженеров, к тому же хорошо разбирающихся в современном программном обеспечении.

Остановимся на втором варианте и разберемся, что же входит в комплект «умного дома» (рис. 12.1).

Самая главная деталь в комплекте — это контроллер, своего рода «мозг» всей системы. Он устанавливается где-нибудь возле входной двери, имеет массу кнопок и экран, на котором отображаются все данные. Контроллер может существовать как самостоятельно, так и подключаться к компьютеру. Кстати, последний вполне может заменить контроллер, но это возможно только при хорошем знании системы.



**Рис. 12.1.** Точки управления системой «умный дом»

Затем идут исполнительные элементы. Это различные датчики и выключатели, которые устанавливаются в нужных местах и имеют связь с контроллером. Например, для управления светом без выключателя используется адаптер — патрон, который при подаче сигнала от контроллера включает и выключает лампу. Сигнал от контроллера поступает, если с пульта дистанционного управления человек подал команду или от датчика движения (аудиодатчика либо фотоэлемента).

Наглядно это можно представить так: человек, войдя в комнату, хлопает в ладоши — и загорается свет. Это пример одной из самых простых функций системы. Кроме включения и выключения света она может контролировать приборы кондиционирования, поддерживая микроклимат в доме и любой отдельно взятой ком-

нате, регулировать подачу воды, включать по расписанию любимые каналы в телевизоре и т. д. Все это возможно, даже если никого нет дома. Телефонное сообщение или команда через Интернет — и контроллер включит все нужные устройства, как заложено в программе. Система имеет обратную связь. Например, если датчик движения сработал в то время, когда дома никого нет, мгновенно включается видеокамера. Сигнал с нее идет как раз на тот удаленный компьютер, за которым сидит в этот момент хозяин, находясь на работе. Тут же дается тревожный звонок в отдел охраны — и на место выезжает военизированная охрана (ВОХР).

Само собой разумеется, что от комплектации системы зависит и ее цена. Есть минимальные схемы, а есть и максимально укомплектованные (рис. 12.2–12.7).



Рис. 12.2. Схема системы «умный дом» в упрощенном виде



Рис. 12.3. Одна из контрольных панелей системы «умный дом»

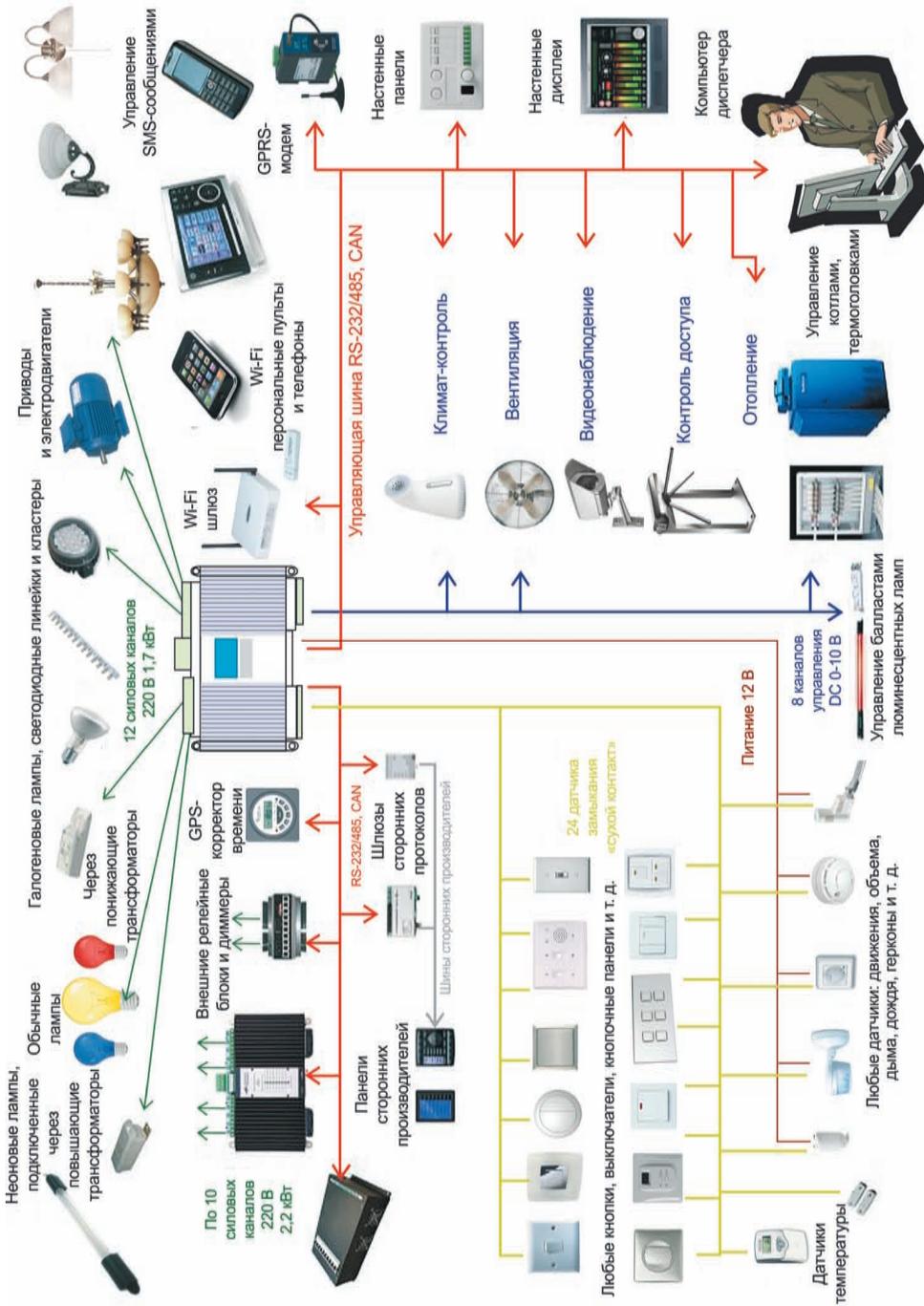


Рис. 12.4. Схема системы «умный дом» в полной комплектации



Рис. 12.5. Пример минимальной комплектации системы

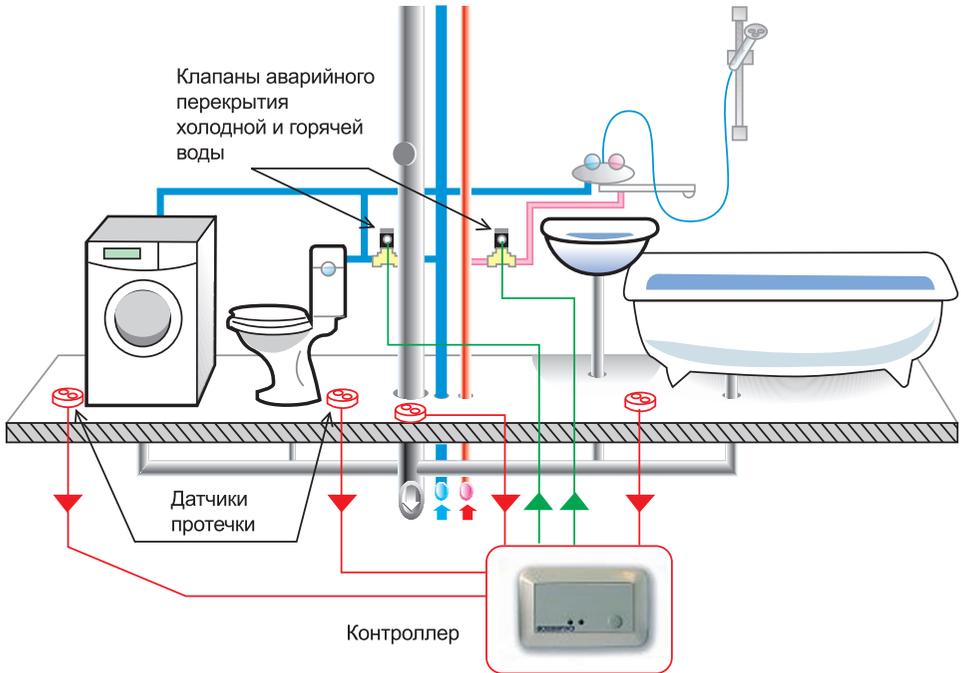
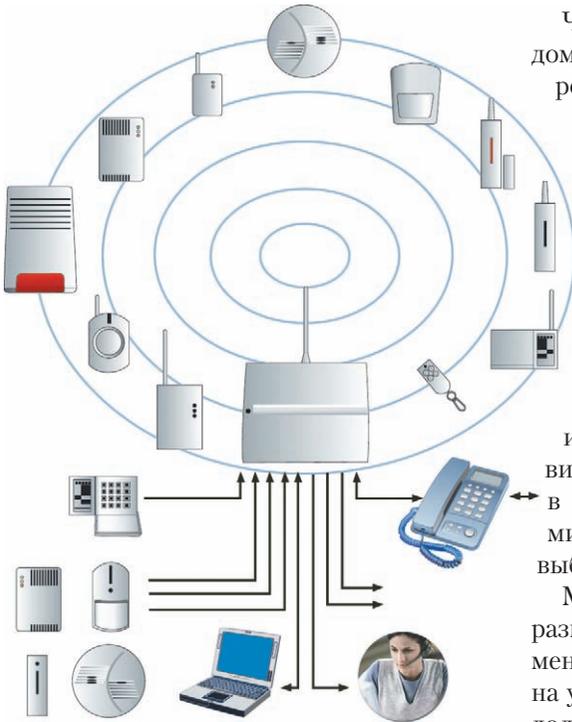


Рис. 12.6. «Умный дом» может предотвратить аварийную ситуацию



**Рис. 12.7.** Соединение между собой элементов системы «умный дом» возможно с помощью проводов или по радиосвязи

Данная система может быть 2 видов. В первом случае управление осуществляется при помощи проводной связи, тогда лучше всего устанавливать «умный дом» одновременно с электропроводкой. Во втором связь осуществляется по радио, тогда монтировать систему можно в любое время.

Чтобы грамотно установить «умный дом», нужно в первую очередь спланировать, чего именно вы хотите от нее, то есть записать на листке бумаги ваши пожелания. Например, вам нужны контроль кондиционеров, система пожаротушения и регулировка освещения. Таким образом, отпадают датчики движения, контроль за телеаппаратурой, водопроводной системой и т. д. Система «умный дом» напоминает компьютер — она состоит из множества блоков, которые в зависимости от требования собираются в нужную комплектацию. Можно по минимуму, а можно и с размахом — выбор за вами.

Монтаж системы выполняется путем размещения различных датчиков и замены обычных выключателей и розеток на устройства из комплекта. Затем идет долгий период подгонки всей системы, когда установленные элементы программируются и соединяются с контроллером.

В общем, про систему «умный дом» можно сказать, что она имеет больше сложностей внутри, нежели снаружи. Монтаж элементов не вызывает затруднений, в отличие от настройки. Так что, если возникнет необходимость в установке системы, прежде всего предстоит изучить весьма объемную инструкцию.

# 13. Ремонт электропроводки

Ремонт электропроводки — штука сложная не потому, что выполнять его физически трудно или он требует каких-то особых навыков. Дело не в этом. Самая главная трудность — это найти причину неисправности. В других видах ремонта в быту все достаточно ясно, например сломался шкаф, от стены отлетел кусок штукатурки или протекла труба. В этом случае можно приколотить ножку к шкафу, замазать стену или поменять трубу. Как вам такая ситуация: без всякой видимой причины гаснет свет во всей квартире — что делать, за какой инструмент хвататься? А может, не надо? Почему это произошло? Если правильно ответить на этот вопрос, то можно говорить, что дело сделано боль-

ше чем наполовину. Однако, для того чтобы правильно ответить на него, нужно многое знать и уметь применять эти знания на деле. Среди всех, кто работает на ниве строительства и ремонта, чаще всего в задумчивом состоянии можно увидеть именно электрика. Застывший на месте с остановившимся взглядом, он бормочет себе под нос неясные загадочные слова, нервно крутя в руках индикатор. Зато, после того как причина аварии выяснена, ремонт, как правило, не занимает много времени.

Чтобы не углубляться в тему слишком подробно, приведем пример ремонта наиболее часто встречающихся поломок на конкретных примерах.

---

## 13.1. Ремонт и замена розеток, выключателей и проводов

---

В домах со старыми розетками, у которых срок службы истек еще в неизвестном каком году, поломки встречаются наиболее часто. Причиной неисправности розетки становятся контакты разъема, которые от времени ослабевают, выгорают и покрываются пленкой окисла. Когда вы отвинтили пластиковую крышку и не видите следов горения, не пахнет расплавленной изоляцией, то, скорее всего, причина поломки — ослабление контактов и их загрязнение. Лучше всего заменить розетку на новую. Однако, если это по какой-то причине

невозможно, надо проверить напряжение на контактах и проводе при помощи индикатора или мультиметра. Если пробник не показывает фазу, то причина не в розетке — следует искать дальше. Когда индикатор на одном из проводов загорается, необходимо разобрать розетку, прочистить контакты и заново затянуть винтовые крепления на проводнике, после чего можно ставить розетку на место. Возможно и такое, что прибор, включенный в розетку, просто не работает, а индикатор показывает, что напряжение на контактах есть. В этом



случае виноваты контакты под штырьки вилки. Они могли сместиться, ослабеть и теперь не обхватывают вилку, как положено. Тогда их надо поджать плоскогубцами.

### ВНИМАНИЕ!

При любых видах работ необходимо обесточивать ремонтируемый участок в квартирном или этажном щитке. Если нет возможности отключить один сектор, следует обесточить всю квартиру. При проверке проводов на наличие напряжения нужно включить подачу тока на время, после чего отключить снова.

Демонтаж и перенос розетки осуществляются очень просто (рис. 13.1). Последовательность действий по проведению новой электрической точки была описана ранее (см. «6. Монтаж кабеля» и «7. Монтаж электрических точек»).



**Рис. 13.1.** Старые розетки и выключатели лучше демонтировать и поставить новые

Демонтировать старую точку легко: вынимается розетка, извлекается установочная коробка, после этого отверстие замазывается штукатуркой или гипсом при помощи шпателя. Подождя сутки до полного высыхания, можно оклеивать данное место обоями, шпаклевать и красить. В случае с гипсокартонной перегородкой нужно вырезать кусок гипсокартона размерами, совпадающими с отверстием от коробки, оставив по краям 2–3 см картона. После этого следует просто приклеить его к стене, дополнительно прикрутив шурупами по гипсокартону для прочности.

Демонтаж старого провода более проблематичен, поскольку придется вскрывать штробу по всей длине провода. Если ремонт уже произведен, то делать это не стоит, надо лишь обрезать торчащий в отверстии из-под розетки кусок провода и отсоединить его в распределительной коробке. После этого проверьте индикатором, тот ли провод вы отсоединили.

Замена и демонтаж выключателя проводятся аналогично.

Если при нажатии клавиши выключателя свет не загорается, то причин может быть несколько:

- перегорела лампочка;
- сломался выключатель;
- подвела проводка;
- неисправен светильник.

Первую причину рассматривать нет необходимости, вряд ли сейчас найдется человек, не умеющий самостоятельно заменить лампочку, пусть даже и люминесцентную.

Когда лампочка в порядке, стоит разобрать выключатель и посмотреть, происходит ли замыкание фазового провода при его включении. Если нет, выключатель надо менять. Поломка, скорее всего, механическая, вряд ли его можно починить. На этом ремонт и заканчивается.



Когда при проверке индикатором выясняется, что напряжения на фазовом проводе нет, придется лезть в распределительную коробку. Если монтаж соединений в коробке происходил правильно, то каждый проводок должен быть помечен. Нужно отсоединить провода, ведущие к выключателю и светильнику, и проверить напряжение в питающей клемме (или скрутке, зажиме и т. д.).

Ситуация может быть двоякой. В одном случае напряжение в коробке есть, а на конце провода его нет. В другом — напряжения нет и в коробке. Выход такой: необходимо либо заменить провод целиком, либо найти точку обрыва на кабеле. Заменить провод целиком достаточно проблематично. Если проводка скрытого типа, это означает, что все надо делать заново: штробить стены, укладывать провод и пр. Когда это трудновыполнимо (ремонт уже сделан!), то можно попытаться найти место обрыва проводника. Сделать это следует при помощи чувствительного индикатора. У некоторых моделей есть функция определения напряжения на проводе дистанционно. Например, если в стене кабель спрятан на небольшой глубине, то, поднеся индикатор к этому месту торцом, на котором расположен шунтовый контакт, вы увидите, как светодиод загорается. Проведя индикатором вдоль стены, можно определить место прохождения кабеля с достаточной точностью. В этом случае провод надо опять подключить к клемме коробки и провести индикатор вдоль пути расположения кабеля. В месте обрыва светодиод индикатора погаснет. Теперь остается только аккуратно извлечь этот участок провода наружу и соединить концы жил.

Следует помнить, что соединение кабелей внутри стены запрещено, но в случае необходимости все-таки можно соединить провод при помощи

винтового зажима, а лучше всего воспользоваться ТУТ небольшого сечения. После этого надо дополнительно заизолировать место соединения изолянтной и замуровать кабель обратно. Если такового индикатора нет, то придется определять место обрыва методом научного тыка: разделить поврежденный отрезок надвое и замерить напряжение посередине, проделав для этого небольшое отверстие. Напряжение есть — значит, обрыв располагается дальше. Оставшийся отрезок снова делится надвое — и так, пока место обрыва не будет локализовано с нужной точностью.

Когда проводка открытая, заменить ее не представляет никакой сложности, особенно если она проведена в кабель-канале.

Через гипсокартонные перегородки кабель протягивается заново при помощи проволочной протяжки, продеваемой через трубы.

Если после всех проделанных действий светильник упорно не желает светить, то дело не в нем. Необходимо снять прибор, а после этого проверить все соединения и контакты в патроне (рис. 13.2).



**Рис. 13.2.** Проверка напряжения на питающих проводах светильника



## 13.2. Отключение электроэнергии во всей квартире (доме)

Бывает так, что внезапно вся квартира погружается во мрак, гаснет телевизор, затихает холодильник. Первое действие — выяснить причины такого катаклизма. Это, конечно, смешно, но стоит подойти к окну и убедиться, что электричества нет только у вас. Бывают совершенно курьезные случаи, когда человек принимается за ремонт щита, не выяснив, что подача тока отключена на подстанции и электричества нет во всем доме. Убедившись, что несчастье — общее для всех, нужно подойти к квартирному щитку и проверить автоматы на отключение. Если электроэнергии нет нигде, скорее всего, отрубился главный входной автомат. Стоит попробовать включить его снова — причиной нерабочего состояния мог стать скачок напряжения.

Перед тем как осматривать квартирный щиток, загляните и в этажный — там тоже могут стоять автоматы, отвечающие за энергоснабжение жилища.

Если идет работа в квартирном щитке, необходимо отключить рубильник в этажном. При этом стоит повесить на общий щит предостерегающий плакат, чтобы никто из соседей не включил рубильник (рис. 13.3).

Если автомат отключается снова — значит, причина неисправности не

устранена, ее стоит поискать в квартире. Самой частой причиной такого отключения бывает короткое замыкание в сети. Главное — найти где. Последовательность такая: отключить все электроприборы и освещение, затем включить автомат снова. Если он не сработал — значит, это короткое замыкание.

Может быть еще один вариант. Когда на входе стоит дифавтомат, причиной неисправности может быть утечка. Теперь надо включить освещение. Если автомат сработал — значит, дело в нем. Придется ждать до утра, ведь искать место короткого замыкания в темноте бесполезно. Можно пережить темные времена, отключив автоматы освещения и включив источники света от розеток.

Когда свет благополучно зажегся — значит, надо искать дальше: дело в силовых приборах. Пройдитесь по квартире и поочередно включайте их в розетки. После того как будет подключен виновник аварии, автомат отключится снова. Теперь остается лишь починить силовой прибор. Это самый простой случай.

Гораздо хуже, когда короткое замыкание происходит в проводке или розеточной колодке. В такой ситуации отключение электроприборов не поможет — автомат будет упорно отключать энергию. Если квартира оснащена

квартирным щитком, в котором достаточно групп автоматов, то можно локализовать место аварии более-менее четко, отключая их по очереди. Когда вместо автоматов стоят 2 пробки, придется помучиться, особенно если нет схемы проводки и она смонтирована без нормативов расстояний до перекрытий.

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ!  
РАБОТА НА ЛИНИИ**

Рис. 13.3. Предостерегающий плакат



### **ВНИМАНИЕ!**

Если элементы электрической сети, такие как штепсельные вилки, розетки, выключатели, корпуса приборов (не обогревательных), провода и шнуры, сильно нагреваются, необходимо немедленно отключить этот участок сети и произвести ревизию — в чем причина перегрева? В 40 % случаев причиной короткого замыкания становятся обгорание и плавление изоляции.

В этом случае поможет мультиметр, поскольку метод с чувствительным пробником здесь не пройдет — при замыкании ноля на фазу электричество включить нельзя. Локализовать место

обрыва можно также тщательным осмотром помещений — короткое замыкание выдает себя запахом горелой изоляции и копотью. Не найдя видимых причин замыкания, придется долго и кропотливо искать его место, поочередно проверяя всю проводку при помощи мультиметра, в котором есть функция омметра. Это значит, что надо вскрывать коробки, отсоединять все провода от клемм, расплетать скрутки и подсоединять к двум концам проводов щупы прибора. На поврежденном проводе такой мультиметр покажет пониженное сопротивление. Этот провод придется заменить или, найдя место короткого замыкания, соединить заново при помощи клеммы или скрутки.

### **13.3. Срабатывание УЗО**

УЗО, как известно, срабатывает на утечку тока. Например, при пробое фазы на заземление. Если на определенном участке сработала защита, прежде всего надо обратить внимание на электроприборы, подключенные через УЗО. Скорее всего, причина в неисправности прибора. В этом случае его следует заменить или отдать в починку. Такая ситуация самая простая.

Однако бывают случаи, когда происходит утечка тока непосредственно на линии провода где-нибудь за перекрытием. Это еще не короткое замыкание, поскольку нет соприкосновения фазового с нейтральным или заземляющим проводом, а просто утечка. Чаще всего причина такой неприятности — нарушенная изоляция и соприкосновение металла жилы с материалом стены, обладающим достаточной проводимостью. Классический случай, когда при оштукатуривании стены провод заде-

вается острым краем шпателя. Штукатурка высыхает, и первое время ничего не происходит. Сухая гипсовая смесь — неплохой диэлектрик. Стоит только уровню влажности повыситься — стена намокнет, напряжение станет больше и произойдет утечка — на части стены появится потенциал. В таком случае УЗО сработает. Искать место такой утечки можно при помощи индикатора или лучше мультиметра. Занятие это долгое и нудное, но необходимое. Найдя место утечки, необходимо заменить провод на этом участке.

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Не реже 1 раза в полгода необходимо проверять работоспособность УЗО при помощи кнопки «Тест», расположенной на приборе. При нажатии устройство должно сработать. Если нет — замените его на новое.

# Приложение

**Таблица П.1.** Единицы измерения напряжения,  $U$

Наименование единиц	Обозначение		Соотношение с основной единицей
	русское	международное	
Вольт	В	V	—
Киловольт	кВ	kV	1 тыс. В
Милливольт	мВ	mV	0,001 В
Микровольт	мкВ	$\mu$ V	0,000 001 В

**Таблица П.2.** Единицы измерения силы тока,  $I$

Наименование единиц	Обозначение		Соотношение с основной единицей
	русское	международное	
Ампер	А	A	—
Миллиампер	мА	mA	0,001 А
Микроампер	мкА	$\mu$ A	0,000 001 А

**Таблица П.3.** Единицы измерения сопротивления,  $r$

Наименование единиц	Обозначение		Соотношение с основной единицей
	русское	международное	
Ом	Ом	$\Omega$	—
Килоом	кОм	k $\Omega$	1 тыс. Ом
Мегаом	МОм	M $\Omega$	1 млн Ом

**Таблица П.4.** Единицы электрической энергии,  $W$

Наименование единиц	Обозначение		Соотношение с основной единицей
	русское	международное	
Ватт-секунда	Вт-с	Ws	—
Ватт-час	Вт-ч	Wh	3600 Вт-с
Киловатт-час	кВт-ч	kWh	1 тыс. Вт-ч
Мегаватт-час	МВт-ч	MWh	1 млн Вт-ч

**Таблица П.5.** Единицы измерения мощности в системе,  $P$ 

Наименование единиц	Обозначение		Соотношение с основной единицей
	русское	международное	
Ватт	Вт	W	—
Киловатт	кВт	kW	1 тыс. Вт
Мегаватт	МВт	MW	1 млн Вт

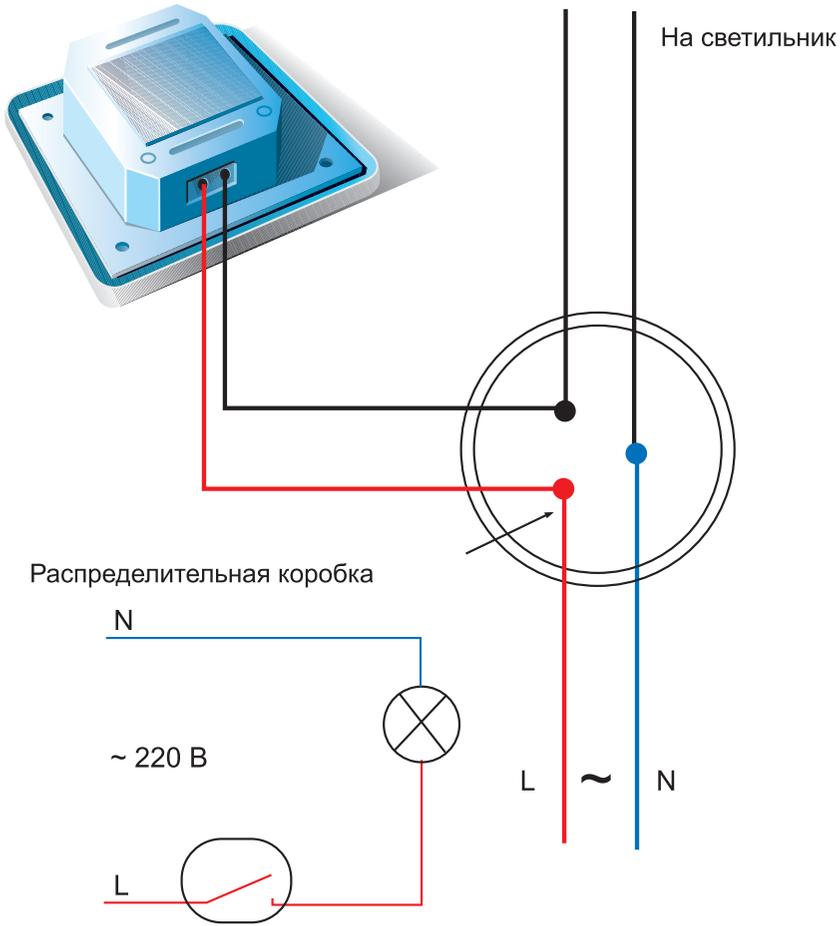
**Таблица П.6.** Мощность распространенных электроприборов

Электроприбор	Значение, Вт
DVD-проигрыватель/видеомагнитофон	300/40
Бойлер	1200–1500
Водяной насос	250
Галогеновая лампа/дневного освещения/накаливания	100/25–60/20–250
Гриль/духовка	1200–2000/1000–2000
Диктофон/CD-плеер/бритва	7
Дрель/паяльник/электролобзик	150–800/25–120/400–800
Зарядное устройство для видеокамеры/мобильного телефона	23/25
Игровая приставка/магнитофон	10–30
Кондиционер	1000–3000
Кофеварка/миксер/гостер	600–1500/180/600–1500
Микроволновая печь	1500–2000
Морозильная камера/холодильник	700/150–600
Музыкальный центр	50–500
Настольный вентилятор	42
Ноутбук/персональный компьютер	80/280–750
Обогреватель/тепловентилятор	1000–2400/1500
Принтер/сканер/факс	350/15–100/600
Пылесос	400–2000
Стиральная машина	4000
Утюг	250–2000
Фен	1000
Цветной телевизор с диагональю 51 см	70–200
Электрогрелка	200
Электроплита/электрочайник	1100–6000/1000–2500
Энергосберегающая лампочка	8–100



Таблица П.7. Основные обозначения в бытовых типах схем

Обозначение	Расшифровка	Обозначение	Расшифровка
	Провод силовой цепи		Электрический звонок
	Подвесной светильник с лампой накаливания		Счетчик
	Провод цепи управления		Кнопка электрического звонка
	Сигнальная лампа		Ответвительная коробка
	Пересечение проводов без соединения		Асинхронный двигатель с ротором
	Светильник с дуговой ртутной лампой (далее – ДРЛ)		Штепсельная розетка
	Соединение проводов		Асинхронный двигатель с фазным ротором
	Настенный светильник с лампой накаливания		Штепсельная розетка с заземляющим контактом
	Постоянный ток		Предохранитель
	Потолочный светильник с лампой накаливания		Накладная розетка с заземляющим контактом
	Переменный ток		Катушка электромеханического устройства
	Светильник с люминесцентной лампой		Одноклавишный выключатель
	Вводной щит		Кнопка «Пуск»
	Пусковая аппаратура для люминесцентных ламп		Двухклавишный выключатель
	Распределительный щит		Кнопка «Стоп»
	Однофазный трансформатор		Одноклавишный переключатель
	Щит рабочего освещения		Трехполюсный выключатель с автовозвратом
	Заземление		Двухклавишный переключатель
	Щит аварийного освещения		Однофазный рубильник



**Рис. П.1.** Схема подключения выключателя (диммера). На схеме в левом нижнем углу синим цветом окрашена линия, которая обозначает нулевой провод, дополнительно промаркированный буквой N. Он отходит от лампы накаливания. Фазовый провод (буква L) размыкается при помощи выключателя. На схеме справа вверху изображено подключение, как оно выглядит сбоку. Видно, что фазовый провод, разрываясь, уходит вниз от распределительной коробки на высоту расположения выключателя. На схеме также показаны условными обозначениями тип тока (переменный) и его напряжение (220 В)

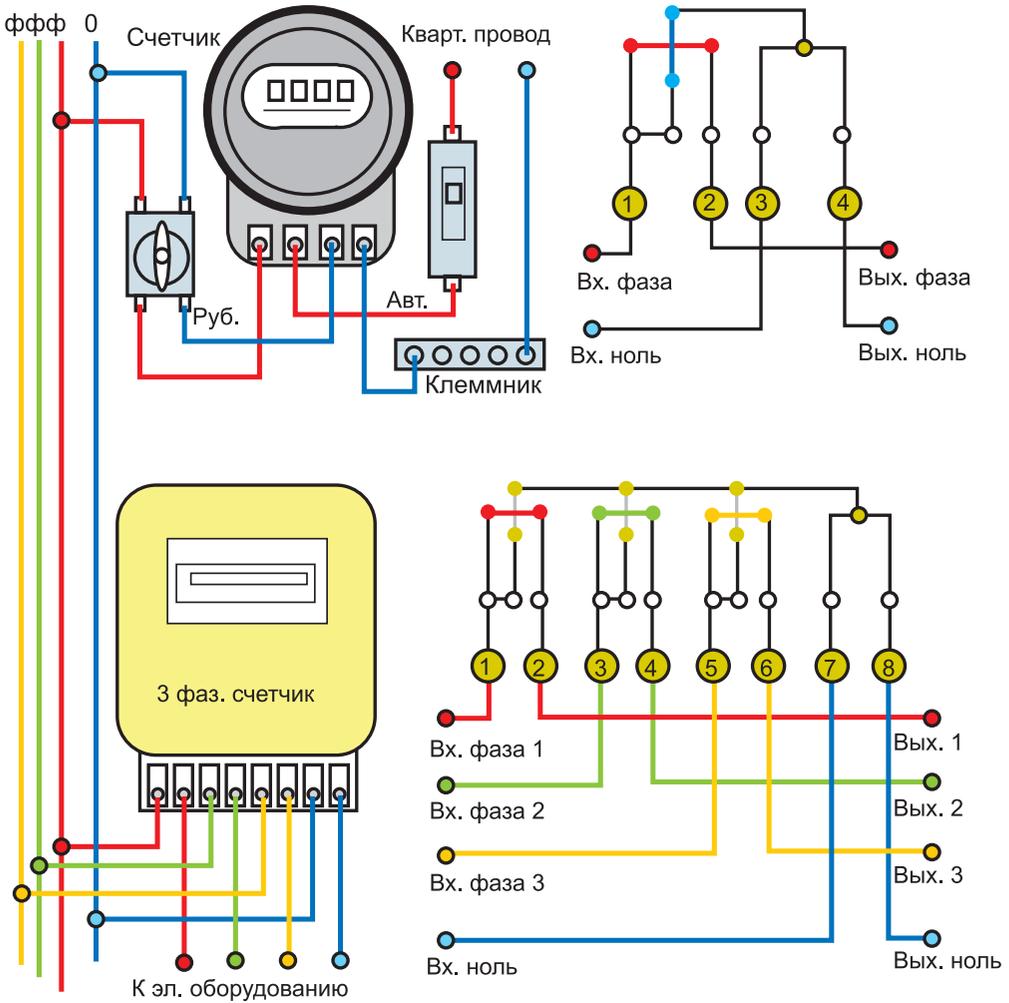


Рис. П.2. Схема подключения однофазного и трехфазного электрических счетчиков

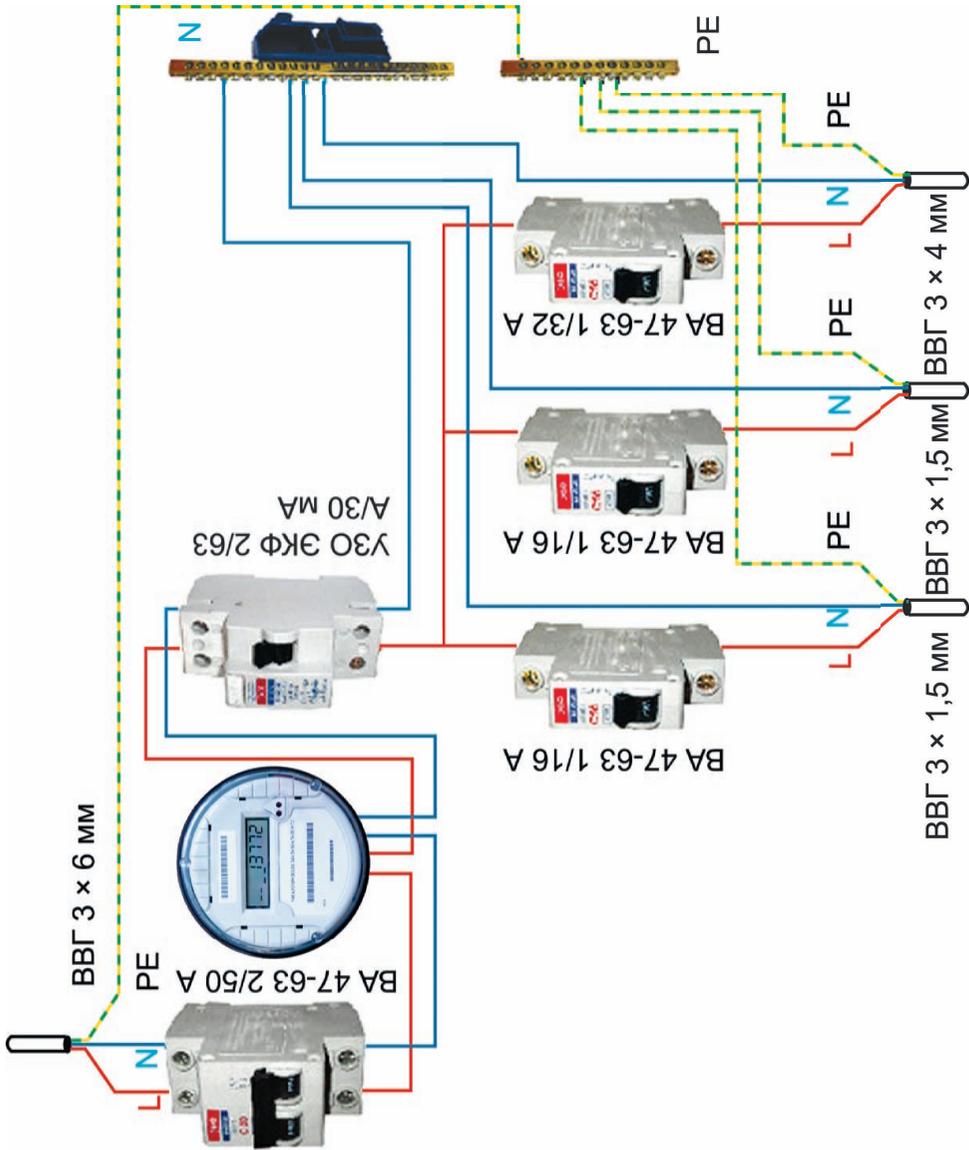


Рис. П.3. Схема однофазной электрической сети с минимальным количеством автоматов

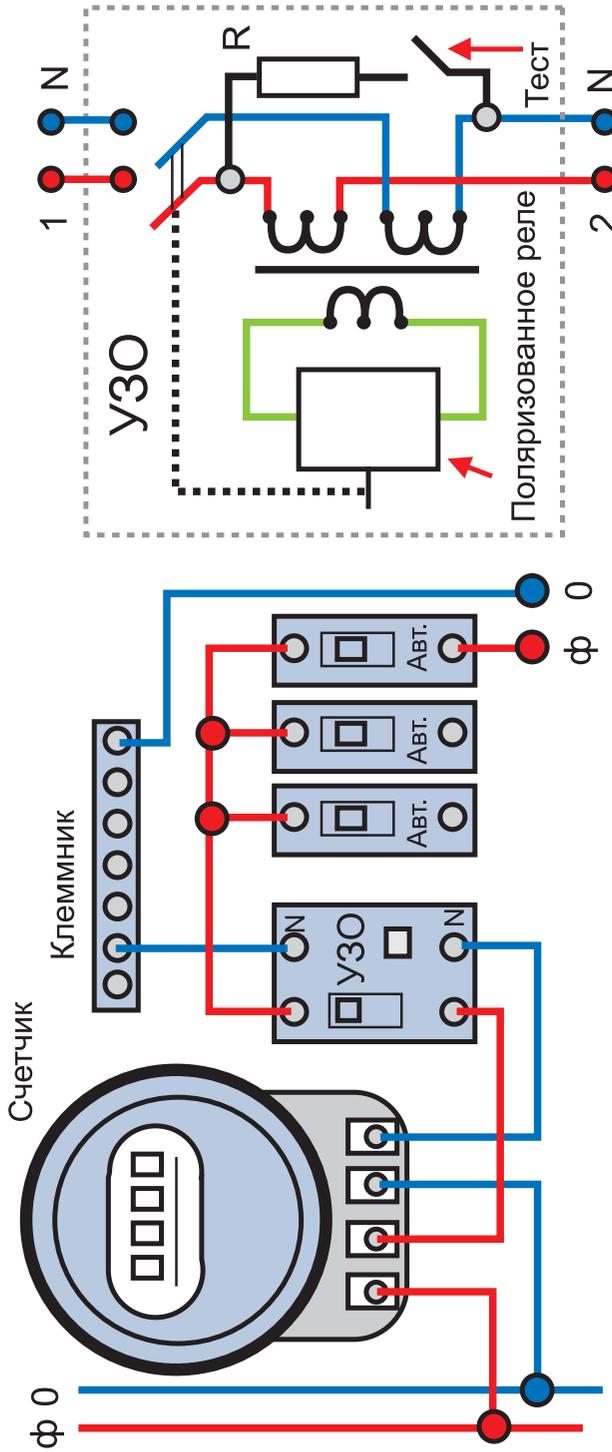


Рис. П.4. Схема подключения УЗО и его внутреннее устройство

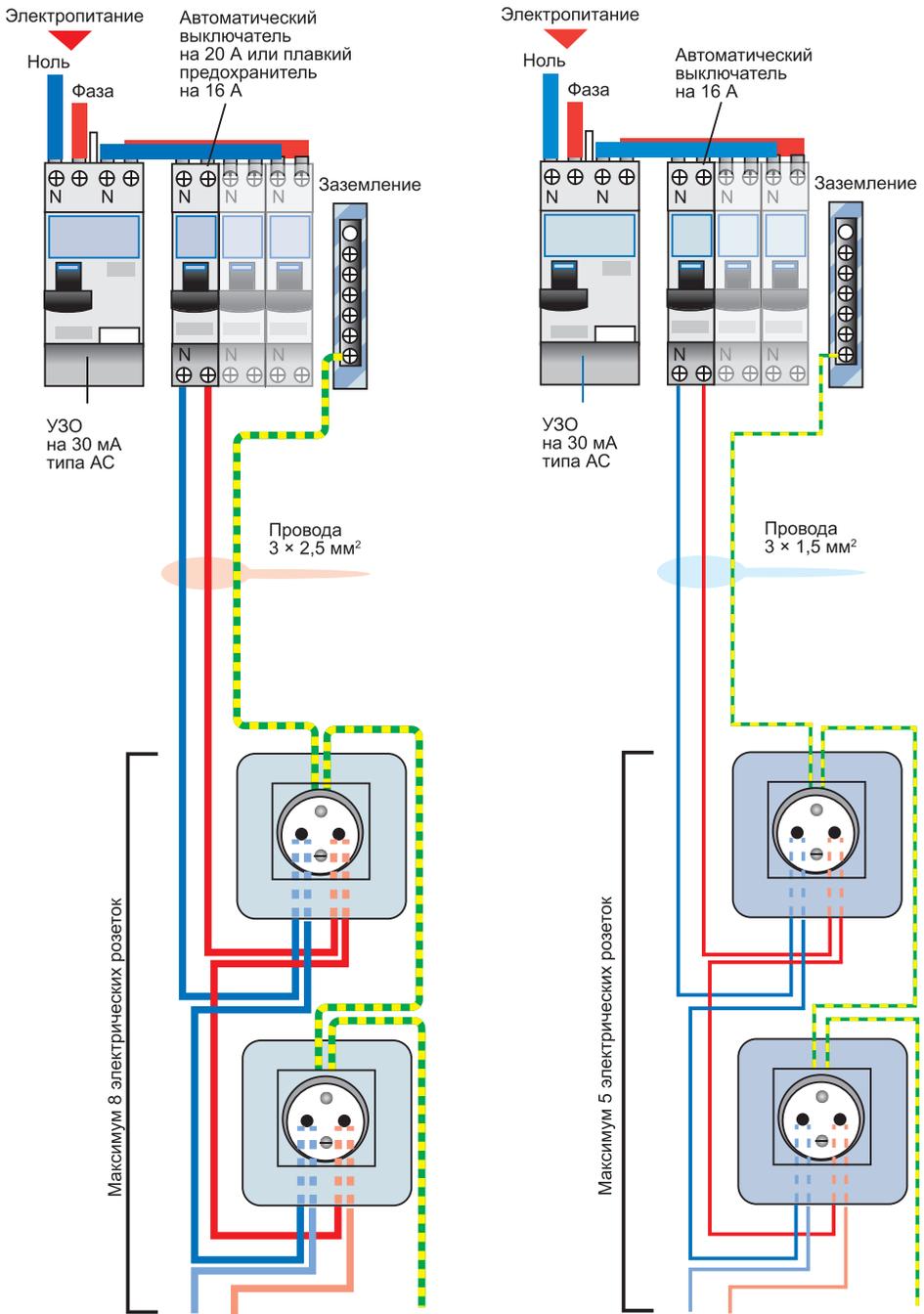


Рис. П.5. Примеры подключения группы розеток к квартирному щитку

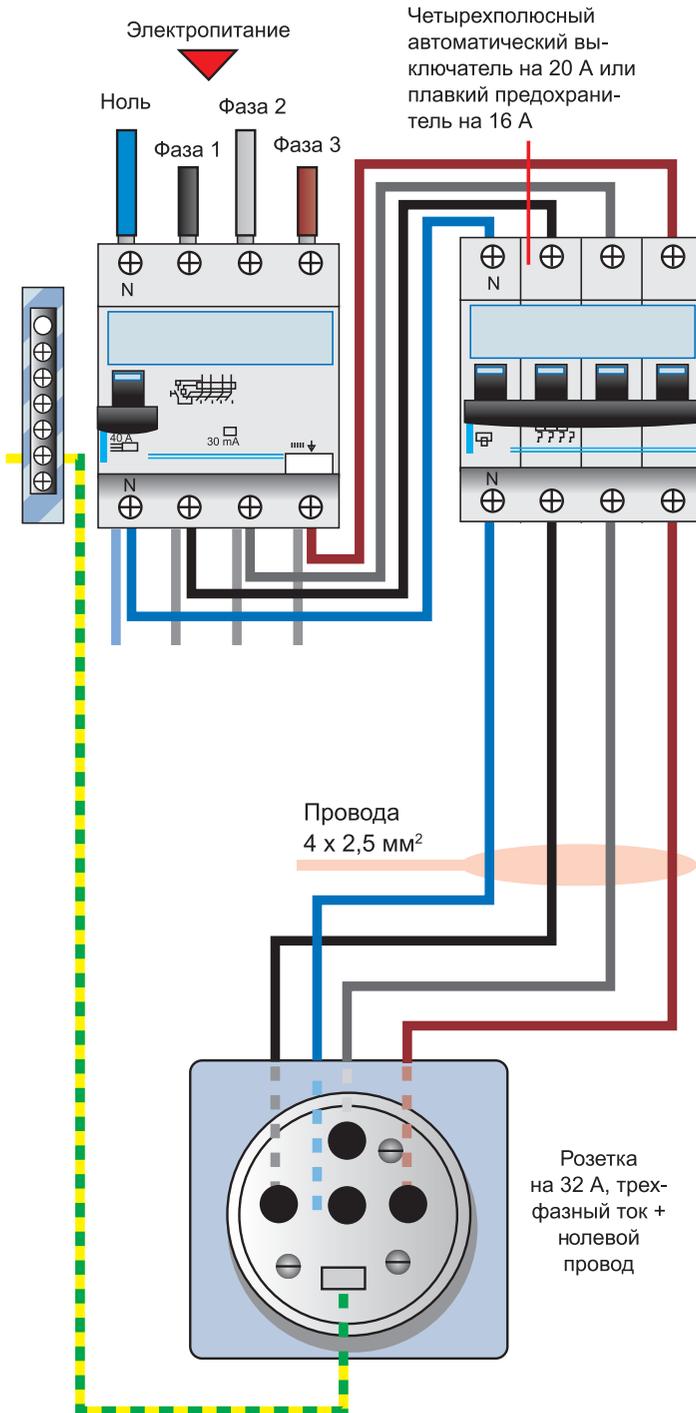


Рис. П.6. Наглядная схема для подключения трехфазной розетки с заземлением

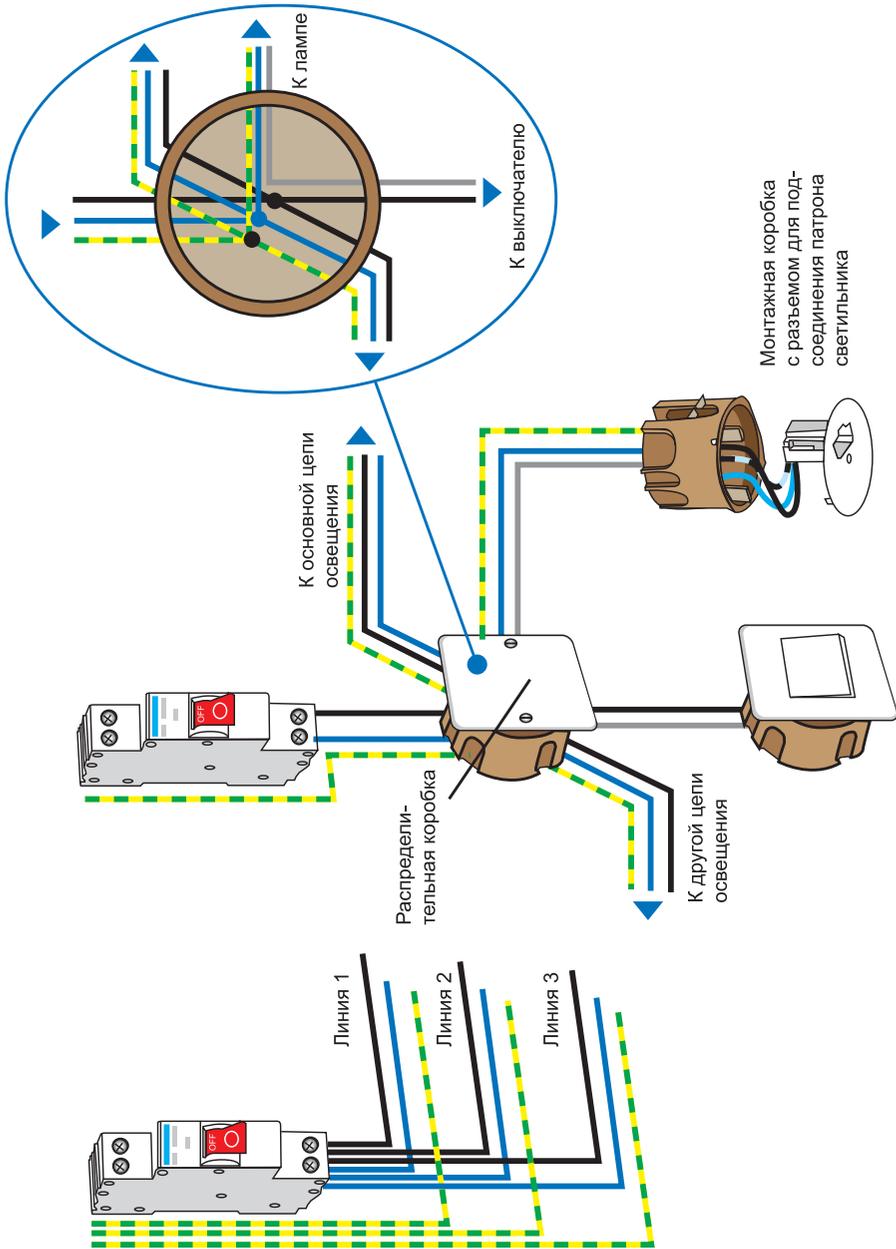


Рис. П.7. Пример подключения нескольких точек освещения к одному автомату

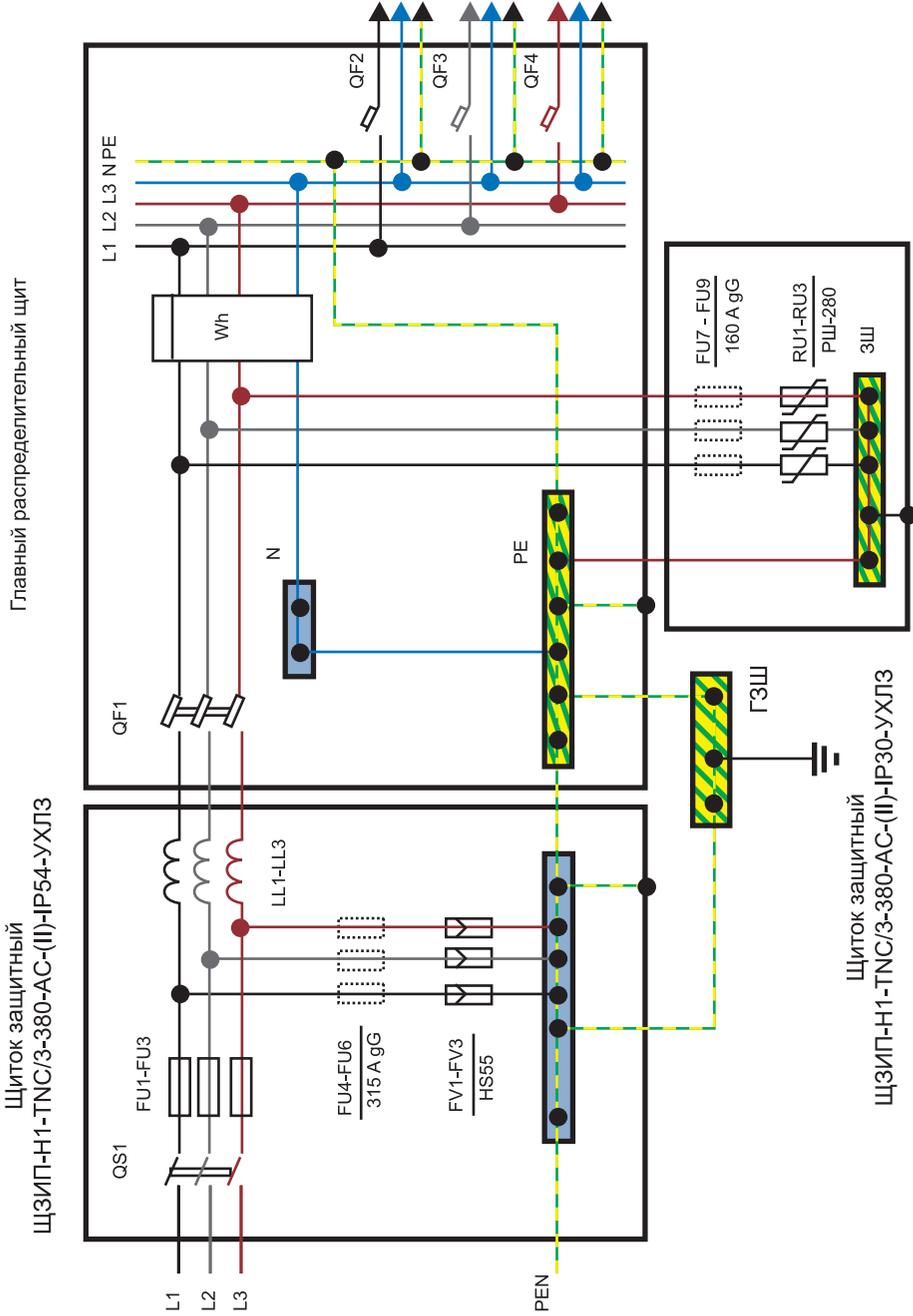
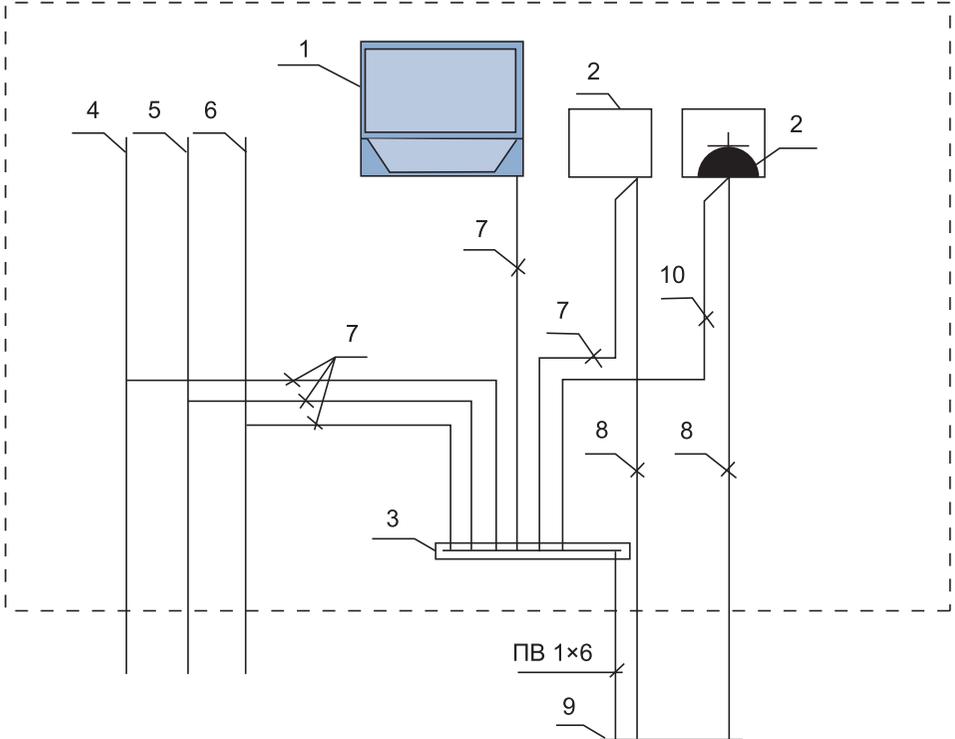
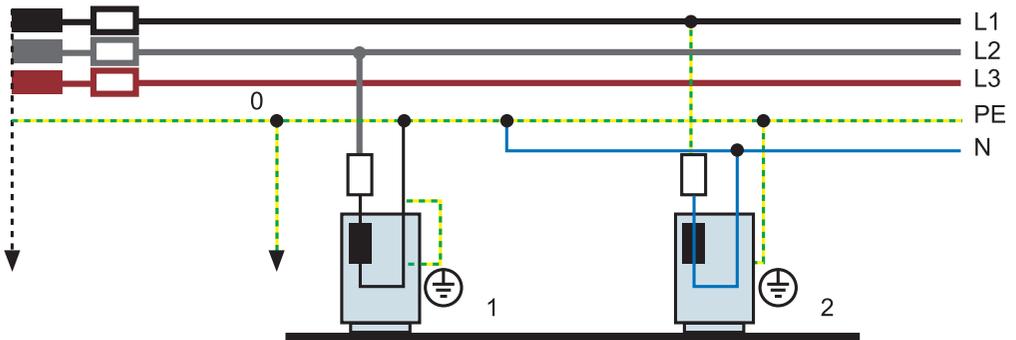


Рис. П.8. Схема подключения устройства защиты от импульсных перенапряжений



**Рис. П.9.** Схема уравнивания потенциалов: 1 — металлический корпус гидромассажной душевой кабины; 2 — заземляемая часть электрооборудования; 3 — коробка с шиной заземления; 4 — металлический стояк водопровода с горячей водой; 5 — металлический стояк водопровода с холодной водой; 6 — металлический стояк отопления; 7 — дополнительные проводники системы уравнивания потенциалов (ПВ 1 × 4); 8 — защитный проводник в составе групповой сети; 9 — ГЗШ; 10 — дополнительные проводники системы уравнивания потенциалов (ПВ 1 × 2,5)



**Рис. П.10.** Зануление электроприборов: 1 — зануление проводом электрической цепи; 2 — зануление прибора отдельным токонепроводящим проводом

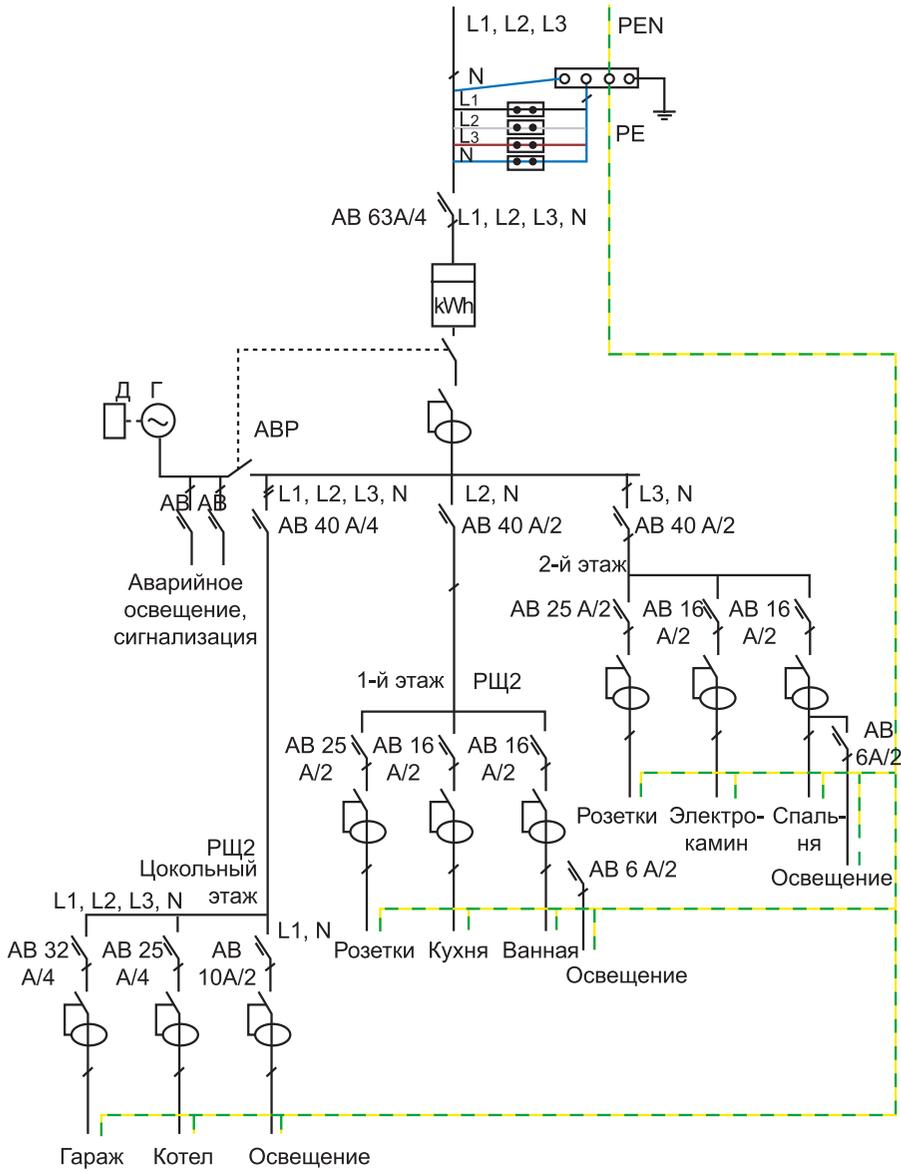


Рис. П.11. Электрическая схема частного дома

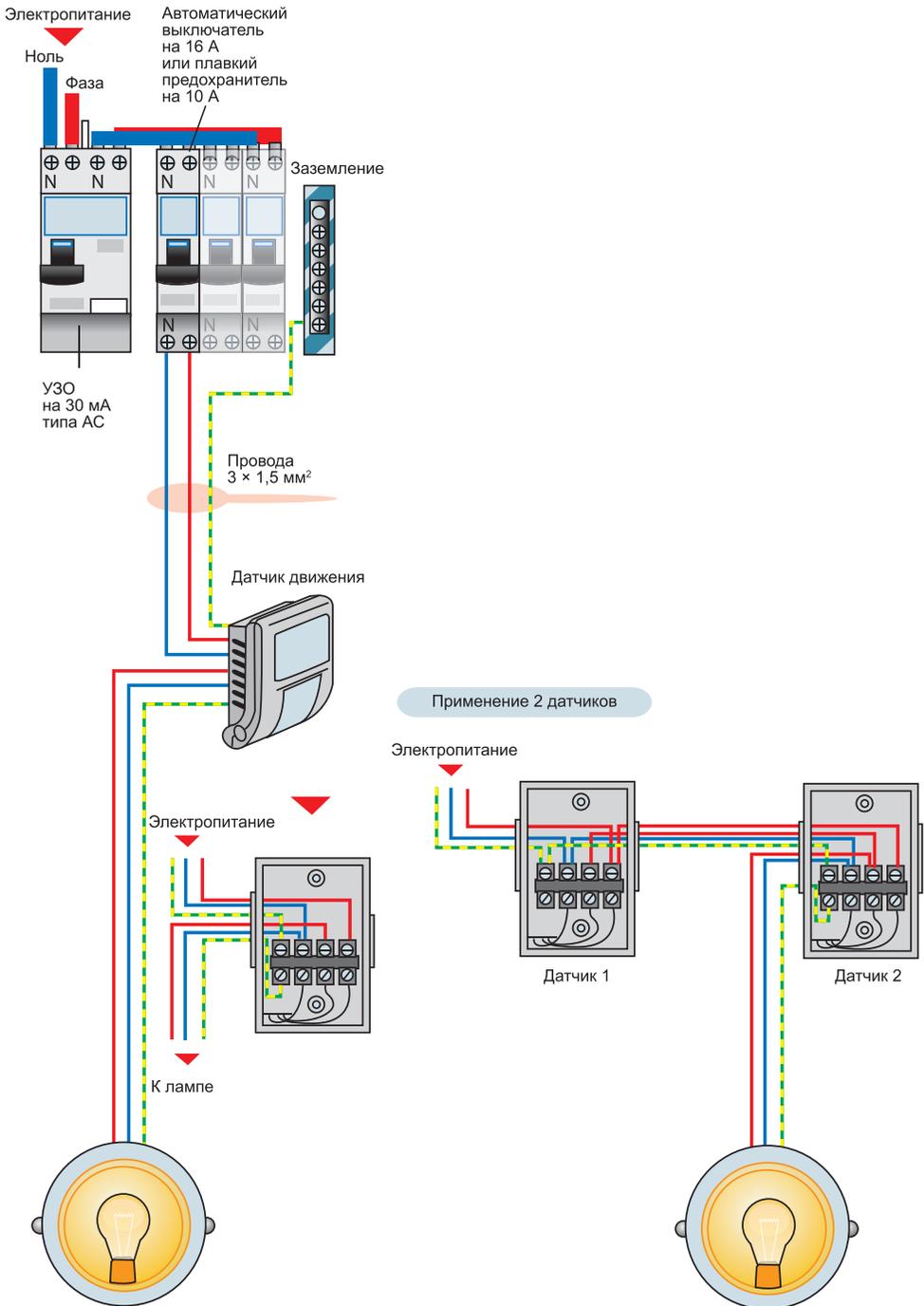


Рис. П.12. Схема подключения датчиков движения