

**СДЕЛАЮ САМ**

**МАСТЕР  
ЗОЛОТЫЕ  
РУКИ**

# **ГЛАВНАЯ КНИГА ЭЛЕКТРИКА**

**САМОЕ ПОЛНОЕ  
РУКОВОДСТВО**

**НИ ОДИН ВАШ ВОПРОС НЕ ОСТАНЕТСЯ БЕЗ ОТВЕТА**

**ПРОСТО • БЕЗОПАСНО • НАДЕЖНО**

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

32

1

2

3

4

5

6

1

2

3

4

5

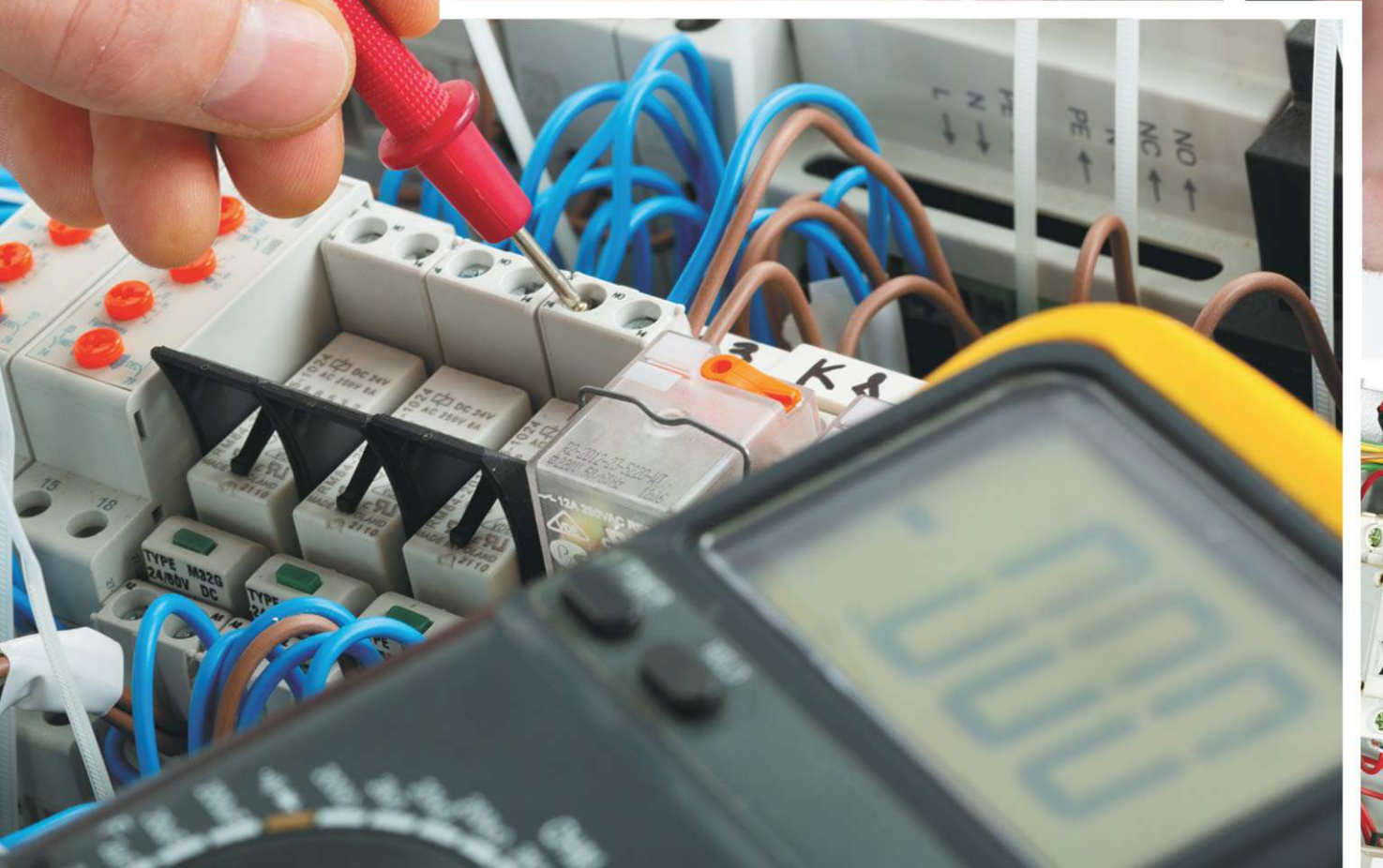
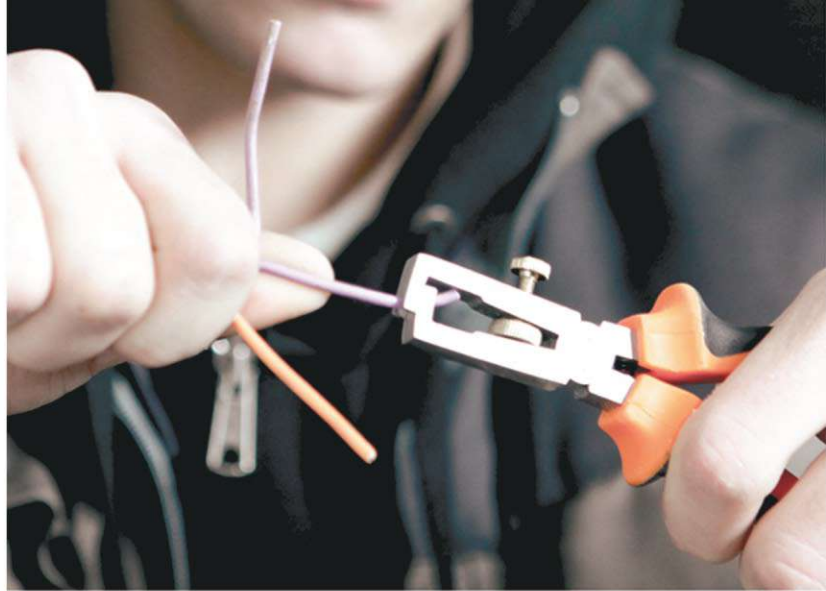
6

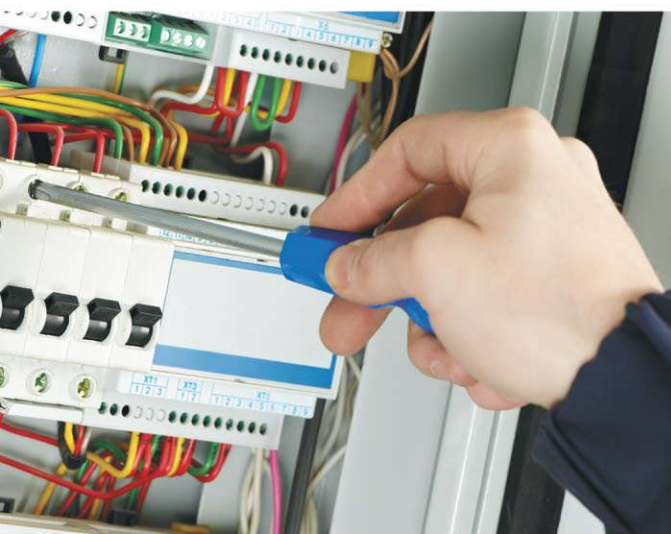
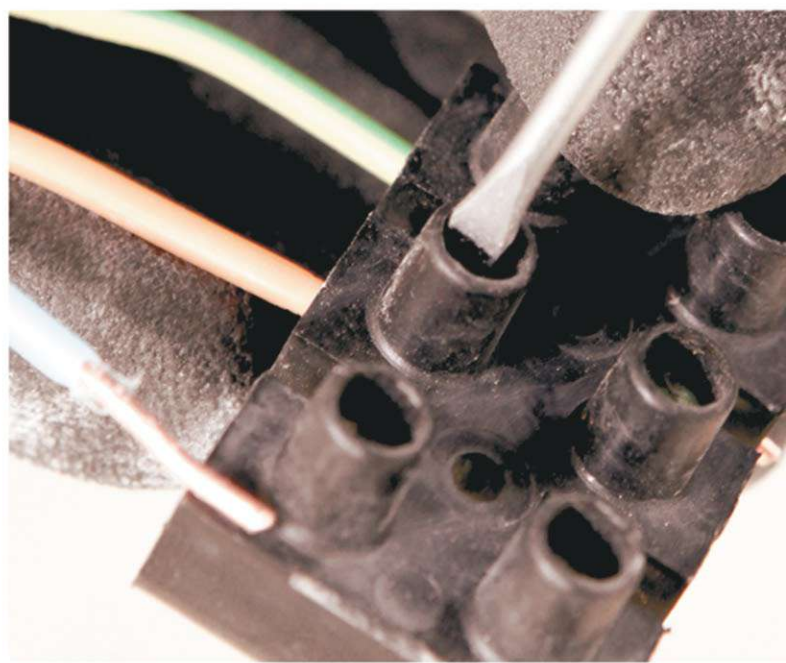
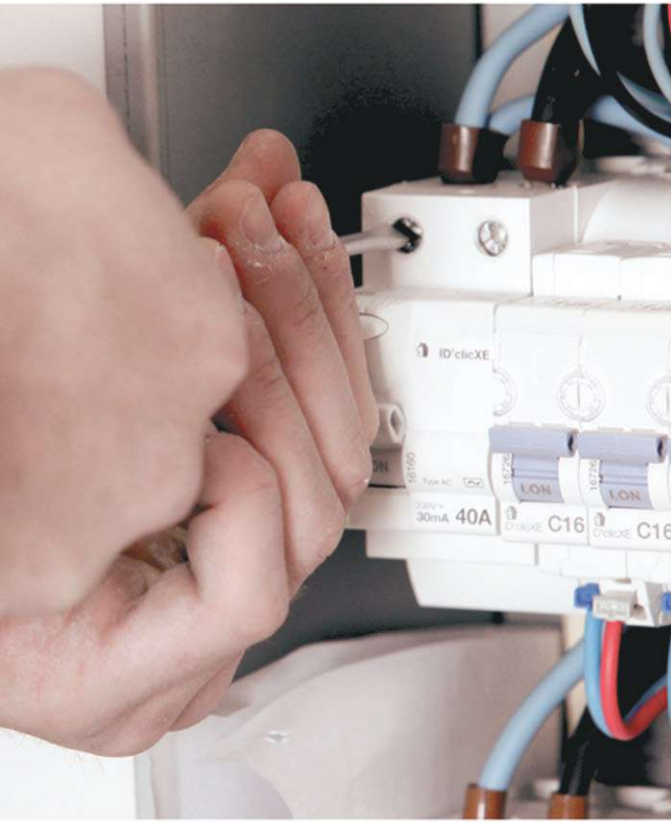
7

8

20

50







**В. М. ЖАБЦЕВ**

**СДЕЛАЮ  
САМ**

**ГЛАВНАЯ  
КНИГА  
ЭЛЕКТРИКА**

**АСТ  
МОСКВА**

УДК 696.6  
ББК 31.294.9  
Ж12

*Серия «Мастер золотые руки» основана в 2013 году*

**Жабцев, В. М.**

Ж12 Сделаю сам. Главная книга электрика / В. М. Жабцев. — Москва : АСТ, 2014. — 208 с. : ил. — (Мастер золотые руки).

ISBN 978-5-17-083092-3

С электрическими явлениями люди были знакомы еще в глубокой древности. Однако практическое их использование началось гораздо позже. Сегодня электричество настолько прочно вошло в нашу повседневность, что мы практически не задумываемся о его сущности. Мы знаем, что электроприбор, включенный в розетку, заработает, а лампочка, вкрученная в патрон, загорится. А что же делать, если вдруг появится необходимость, скажем, устранить какие-нибудь неполадки в домашней электропроводке или смонтировать ее? Неужели обязательно обращаться за помощью к профессионалам и выкладывать за это кругленькую сумму? Вовсе нет — во всем можно разобраться самому. В этом вам и поможет настоящее издание.

Какие инструменты понадобятся для тех или иных работ? Что нужно делать, если предстоит смонтировать электропроводку? Какие провода выбрать и как рассчитать домашнюю сеть? Каким образом защитить ее от перегрузок и короткого замыкания? Как обезопасить себя от поражения электрическим током? На эти и многие другие вопросы даст ответы данная книга. В ней представлена вся самая нужная информация, на поиски которой часто уходит много времени. Статьи сопровождаются многочисленными иллюстрациями, что, несомненно, позволит лучше усвоить информацию.

УДК 696.6  
ББК 31.294.9

© Оформление, обложка, иллюстрации  
ООО «Харвест», 2014.  
Дизайн обложки Резько И. В.  
© ООО «Издательство АСТ», 2014

ISBN 978-5-17-083092-3

*Издание для досуга*

**ЖАБЦЕВ Владимир Митрофанович**

## **СДЕЛАЮ САМ ГЛАВНАЯ КНИГА ЭЛЕКТРИКА**

16+

Дизайн *И. В. Резько, Е. Е. Хацкевич*

Ответственный за выпуск *И. В. Резько*

Подписано в печать 10.02.2013.

Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Усл. печ. л. 21,84. Тираж экз. Заказ №

ООО «Издательство АСТ».

129085, г. Москва, Звездный бульвар, д. 21, стр. 3, комната 5

www.ast.ru



# Введение

С электрическими явлениями люди были знакомы еще в глубокой древности. Однако практическое их использование началось лишь во второй половине XIX в. Сегодня электричество играет исключительно важную роль в жизнедеятельности каждого человека — с ним так или иначе связано обеспечение питьем, пищей и теплом. Без электричества невозможна работа фабрик и заводов. Освещение, транспорт, связь, теле- и радиовещание, информационные технологии также существуют благодаря электричеству.

Прежде чем выполнить полезную работу, электричество по линиям электропередач преодолевает тысячекilометровый путь от электростанции до понижающей трансформаторной подстанции, и уже оттуда оно подается на различное оборудование и приборы. В наших домах электричество приводит в действие многочисленные устройства, дает свет, позволяет пользоваться самыми современными электронными приборами. Оно настолько прочно вошло в нашу повседневность, что мы практически не задумываемся о его сущности. Мы знаем, что электроприбор, включенный в розетку, заработает, а лампочка, вкрученная в патрон, загорится. И все-таки в быту часто приходится не только использовать электричество, но и решать многочисленные проблемы, связанные с устройством домашней электрической сети и установкой различных электрических приборов. Понятно, что в связи с этим элементарные познания об электричестве и правильном его использовании являются насущной необходимостью. Во-первых, следует иметь представление о правовых взаимоотношениях с энергоснабжающей организацией. Во-вторых, необходимо понимать общие принципы устройства домашней электрической сети и ее защитных приборов. Кроме того, не помешают практические навыки выполнения простейших ремонтных или монтажных работ. Ведь каждый из нас часто сталкивается с необходимостью ремонта или установки розетки, устройства новой линии для подключения приобретенного прибора, монтажа светильника и т. д. Некоторые познания нужны и для правильной эксплуатации бытового электрооборудования.

Наряду со своей исключительной полезностью электричество представляет и серьезную опасность, причем как для взрослых, так и для детей. Поэтому оно требует не только определенных знаний, но и строгого соблюдения основных правил электробезопасности.





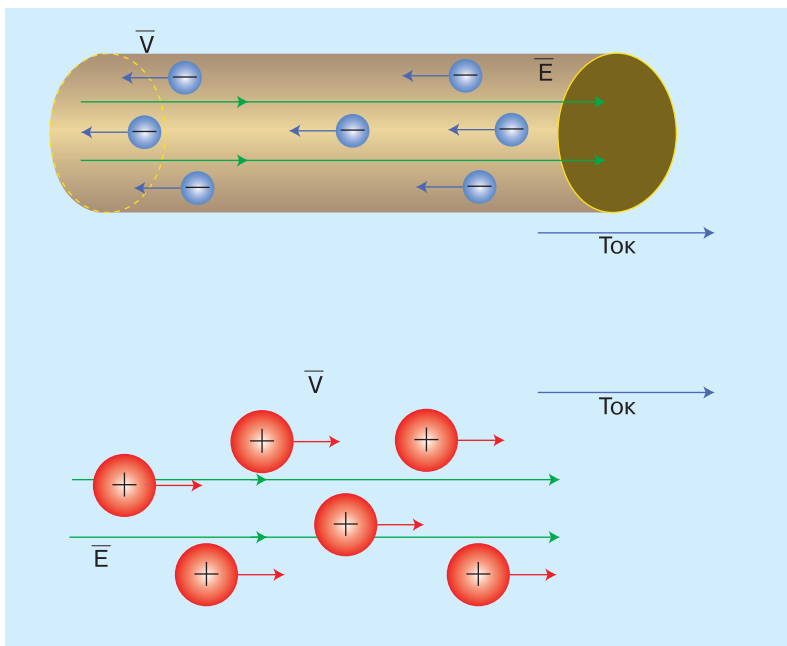
# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ



Для того чтобы электрический прибор совершал полезную работу (лампа горела, а двигатель вращался), через него должен протекать электрический ток. Электрический ток — это упорядоченное движение электрически заряженных частиц в каком-либо проводнике. Для его возникновения необходимо создание так называемого электрического поля, потому что именно под воздействием электрического поля заряженные частицы и приходят в движение. Каждая точка поля обладает своим потенциалом, который определяется работой, затрачиваемой электрическим полем при перемещении положительной

единицы заряда из данной точки поля в бесконечно удаленную точку. Разность потенциалов двух точек называется также напряжением между ними. Если взять два проводника с различными потенциалами и соединить их металлической проволокой, то свободные электроны проволоки под воздействием поля придут в движение в направлении возрастания потенциала, т. е. по проволоке начнет проходить электрический ток. Движение электронов будет продолжаться до тех пор, пока потенциалы проводников не станут равными, а разность потенциалов между ними не будет равной нулю.

Материалы, в которых заряды свободно перемещаются между различными частями, называются проводниками электрического тока. Если же свободное перемещение заряженных частиц в каком-либо материале невозможно, то его называют диэлектриком. Проводниками служат металлы, вода и др., диэлектриками — пластмассы, резина и пр. Существуют также материалы, в которых движение заряженных частиц возможно лишь при определенных условиях, т. е. иногда они могут быть проводниками, а иногда — диэлектриками. Такие материалы называют полупроводниками. К их числу относятся германий, кремний, селен и другие материалы.



*Если сравнивать течение тока и течение жидкости, то электрическое поле — это напор, а поток электронов (ток) — это струя воды. Для возникновения тока необходимы проводник (провод), по которому ток будет течь, и разность потенциалов.*

В замкнутой электрической цепи с включенным в нее источником питания всегда возникает электрический ток и свободные электроны под влиянием электрических сил поля перемещаются вдоль проводника, наталкиваясь при этом на атомы проводника и отдавая им часть своей кинетической энергии, т. е. проводник оказывает определенное сопротивление движению электронов. Длинный проводник малого поперечного сечения оказывает току большее сопротивление, чем короткий и большого сечения.

Сопротивление проводника зависит также и от материала самого проводника. На сопротивление проводника оказывает влияние и температура — с ее повышением сопротивление металлов увеличивается, а сопротивление жидкостей и угля уменьшается. Однако некоторые

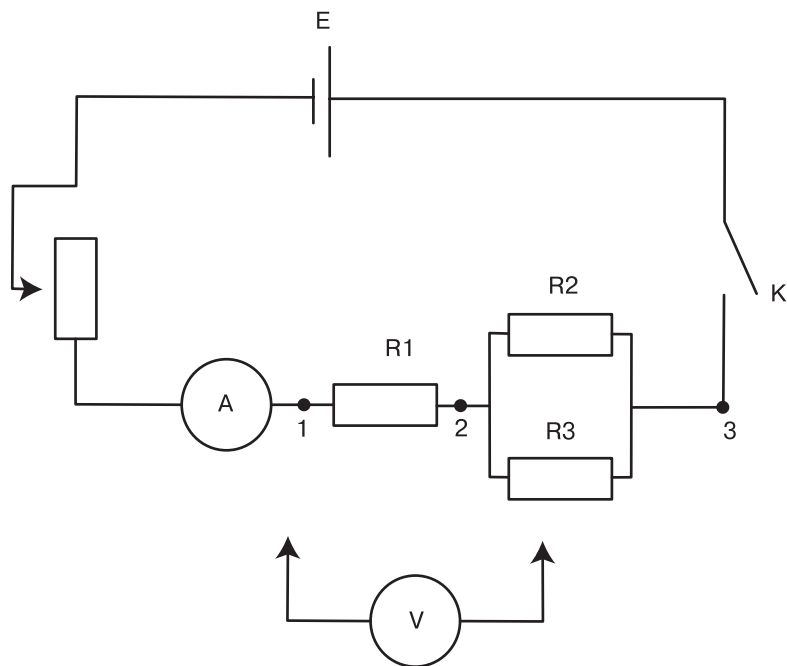
металлические сплавы почти не меняют своего сопротивления с увеличением температуры. Таким образом, электрическое сопротивление проводника зависит от длины проводника, его поперечного сечения, материала и температуры. При прохождении электрического тока по проводнику оно проявляется в его нагреве. Среди распространенных металлов наименьшим сопротивлением обладают серебро и медь. Сопротивление алюминия почти в полтора раза выше, чем меди. Это всегда нужно учитывать при выборе материала проводов.

Потенциал и напряжение измеряются в вольтах и обозначаются буквой  $U$ , сила тока, или просто ток, — в амперах и обозначается буквой  $I$ , а сопротивление измеряется в омах и обозначается символом  $R$ .

*Без проводника заряженные частицы не могут преодолеть окружающую среду, которая препятствует их прохождению. Это аналогично тому, что вода не будет течь, пока закрыт кран, т. е. давление есть, а течения нет. С другой стороны, если с двух концов водопроводной трубы будет одинаковое давление, то течения внутри трубы также не будет.*

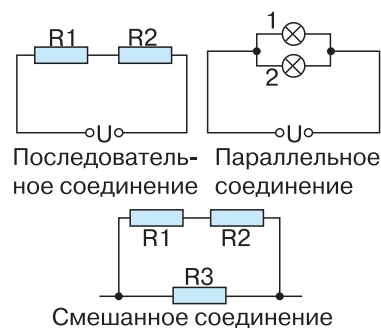




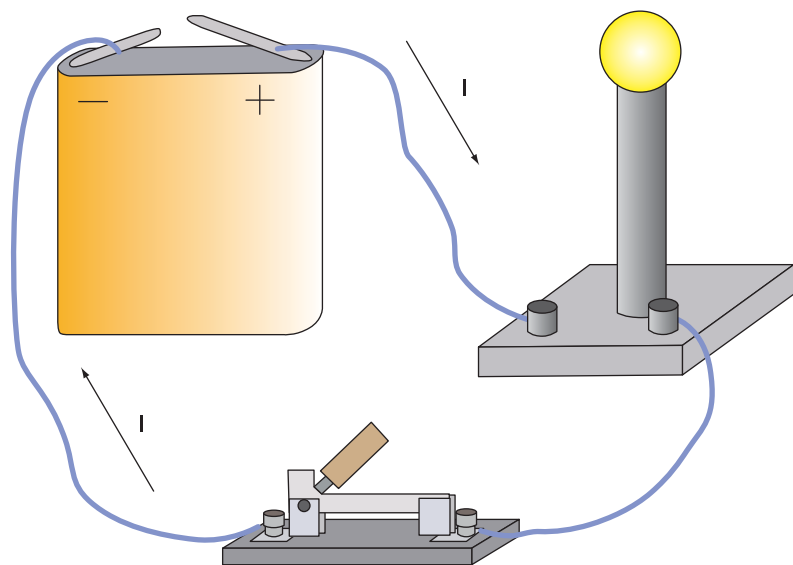


Совокупность соединенных между собой источников электрической энергии, приемников и соединяющих их проводов (линия передачи) называется электрической цепью. Точку цепи, предоставляющую неограниченную возможность возврата отработавших зарядов, называют землей. Не нужно понимать «землю» в буквальном смысле. Это может быть и отрицательный полюс батарейки, и корпус автомобиля, и, действительно, планета Земля. Для удобства полагают, что земля — это потенциал в 0 В. Все остальные потенциалы считают относительно нее. Электрический ток может протекать только по замкнутой электрической цепи — ее разрыв в любом месте приводит к прекращению выработки электрического тока.

Электрический ток может быть постоянным или переменным. Постоянный ток не изменяется по величине и по направлению. Он используется, как правило, в промышленности, на электрифицированном транспорте, в электросвязи. Его получают путем выпрямления переменного тока при помощи специальных устройств — выпрямителей. В быту постоянный ток мы получаем от аккумулятора или простой батарейки.



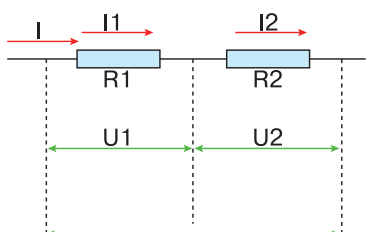
Отдельные элементы электрической цепи могут быть соединены между собой последовательно, параллельно и комбинированно. Закономерности, вытекающие из различных способов соединения элементов в цепи, были сформулированы Омом и Кирхгофом. Эти закономерности часто используют для расчета электрических цепей.



Простейшая электрическая цепь состоит из источника электрической энергии (аккумулятора, генератора и т. п.), потребителей или приемников электрической энергии (ламп накаливания, электронагревательных приборов, электродвигателей и т. п.) и проводов, соединяющих источник электрической энергии с потребителем. Источник электрической энергии дает электрическую энергию, а потребитель преобразует ее в другие виды энергии: свет, тепло, механическую энергию и т. д.



**Прохождение электрического тока по проводникам аналогично прохождению воды по трубам. Чем больше разность уровней воды при входе и выходе из трубы (напор) и чем больше поперечное сечение трубы, тем больше воды протекает сквозь нее в единицу времени. Точно так же, чем больше разность электрических потенциалов (напряжение) на зажимах источника или приемника электрической энергии и чем меньше его сопротивление (т. е. чем больше площадь поперечного сечения проводника), тем больший ток проходит по нему.**



$$I_1 = I_2 = I; U = U_1 + U_2; R = R_1 + R_2$$

*Если проводники соединены таким образом, что по ним проходит один и тот же ток, то такое соединение называется последовательным. Общее сопротивление цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных сопротивлений, равно сумме этих сопротивлений.*

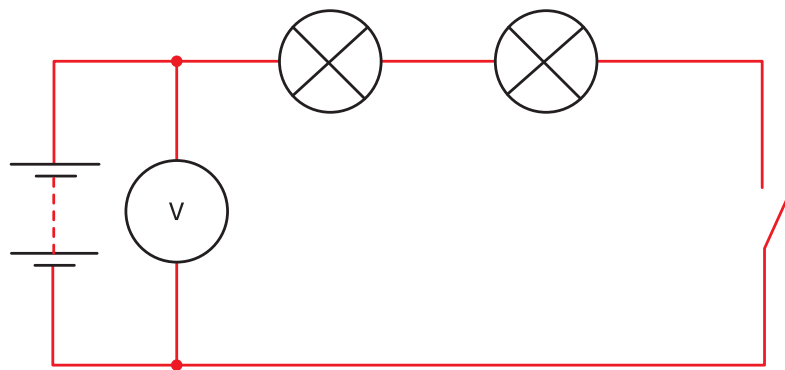
Переменный ток изменяется и по величине, и по направлению, причем изменения эти происходят периодически, т. е. точно повторяются через равные промежутки времени. Число полных изменений напряжения или тока, совершаемых за одну секунду, называется частотой, которая измеряется в герцах (Гц). Преимуществами переменного тока являются: возможность трансформации и передачи на далекие расстояния, более простое устройство генераторов переменного тока, более надежные в эксплуатации электродвигатели переменного тока.

сопротивления цепи. Сопротивления отдельных потребителей иногда сильно отличаются друг от друга. Так, сопротивление осветительных ламп накаливания для бытовых целей составляет несколько сотен ом, а электрических нагревательных приборов, телевизоров, холодильников, стиральных машин — несколько десятков ом.

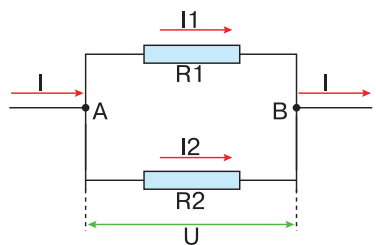
Согласно закону Ома, ток  $I$ , напряжение  $U$  и сопротивление  $R$  связаны соотношением

$$I = U/R.$$

Если по цепи течет ток, то за некоторое время по ней проходит определенное количество электричества. Силы электрического поля, действующего вдоль проводника, перенесут за это время некоторый заряд на какое-то расстояние и выполнят определенную работу. Работа, произведенная в единицу времени, называется мощностью, которая измеряется в ваттах и обозначается буквой  $P$ . Кроме



*При последовательном соединении проводников увеличение их числа повышает общее сопротивление цепи. На каждую нагрузку приходится только часть общего напряжения. При отказе одного прибора происходит разрыв цепи и прекращается работа всех устройств. Если, к примеру, несколько светильников соединить последовательно, то при выходе из строя одного из них цепь разорвется и все остальные не будут работать. Такое имеет место в елочных гирляндах, где зачастую лампочки соединены последовательно. С другой стороны, в последовательную цепь можно включить много лампочек, каждая из которых рассчитана на гораздо меньшее напряжение в сети.*



$$I = I_1 + I_2; \quad U_1 = U_2 = U;$$

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

Если два (или более) проводника присоединены к двум узловым точкам, то такое соединение называется параллельным. Напряжение на каждом из проводников равно напряжению  $U$ , приложенному к узловым точкам цепи  $A$  и  $B$ . На схеме видно, что при параллельном соединении проводников для прохождения тока имеется несколько путей. Ток, притекая к точке разветвления  $A$ , растекается далее по двум сопротивлениям и равен сумме токов, уходящих от этой точки. Таким образом, при параллельном соединении уменьшается общее сопротивление цепи и увеличивается ее общая проводимость, которая равна сумме проводимостей ветвей.

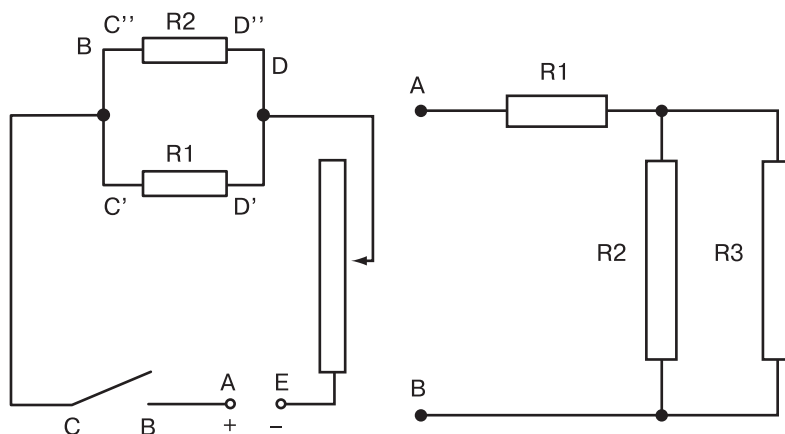
ватта применяются более крупные единицы мощности — киловатты и мегаватты. Электрическая мощность измеряется ваттметром. Мощность можно вычислить, умножив ток на напряжение. Поэтому для определения мощности, потребляемой сетью, следует умножить показание амперметра на показание вольтметра.

Соотношение между током, напряжением и мощностью можно представить в виде формулы

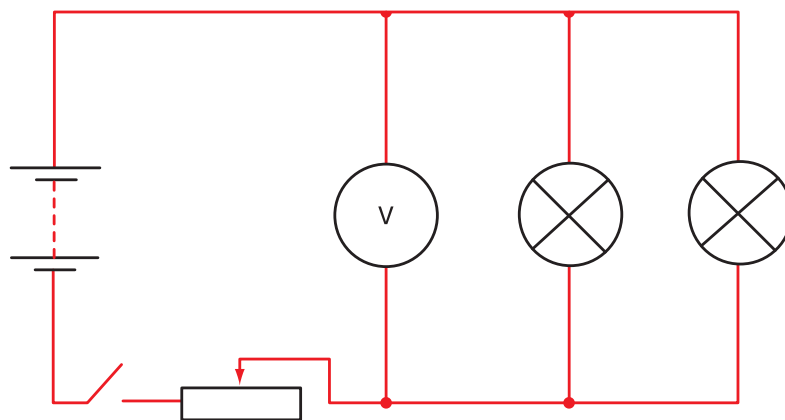
$$P = IU.$$

Так, мощность, потребляемая в цепи с током в  $3$  А и напря-

### Смешанное соединение



В домашней сети мы имеем дело с цепью с элементами, включенными как параллельно, так и последовательно. Такие цепи называются комбинированными или смешанными.



При параллельном соединении потребителей выход из строя одного из них не окажет влияния на работу других.

жением в  $120$  В, будет равна  $3 \cdot 120 = 360$  Вт.

Если мощность умножить на время, то получим работу, т. е. количество затраченной энергии. Так, энергия, расходуемая электрической плиткой мощностью  $600$  Вт в течение  $5$  ч, будет равна  $Pt = 600 \cdot 5 = 3000$  Вт·ч =  $3$  кВт·ч.

Измерение характеристик электрического тока выполняют при помощи различных приборов. Для измерения силы тока ис-

пользуют амперметры, напряжения — вольтметры, электрического сопротивления — омметры, мощности — ваттметры. Количество потребляемой электрической энергии измеряют счетчиком.

Значения тока  $I$ , напряжения  $U$ , сопротивления  $R$  и мощности  $P$  являются исходными данными для расчета электрических цепей, подбора проводов, выбора электроустановочных изделий, а также устройств защиты.



# Инструменты электромонтажника



Для качественного выполнения электромонтажных работ требуется достаточно много как универсальных, так и специализированных инструментов. В набор универсальных ручных инструментов, рассчитанных на все случаи жизни, входят молоток, комплект отверток, пассатижи, кусачки, гаечные ключи, нож и т. д.

Многие инструменты оснащаются изолирующим покрытием,

которое предохраняет человека от непосредственного контакта с токоведущими частями электроустановок. Такие инструменты предназначены для электротехнических работ в сетях с напряжением до 1000 В. Изоляция ручек инструмента должна быть влаго- непроницаемой, маслостойкой и прочной.

Длинные инструменты (ключи, отвертки) должны быть защищены

изоляция целиком, за исключением рабочей части. Изолирующее покрытие инструмента может быть как гладким, так и рифленным.

К числу электрических инструментов, необходимых для качественного выполнения монтажных работ, относятся шуруповерт, дрель, перфоратор, шлифмашинка, штроборез.

Для выполнения надежных соединений проводов могут пона-



добиться паяльник, небольшой сварочный аппарат (инвертор), обжимные клещи и т. д.

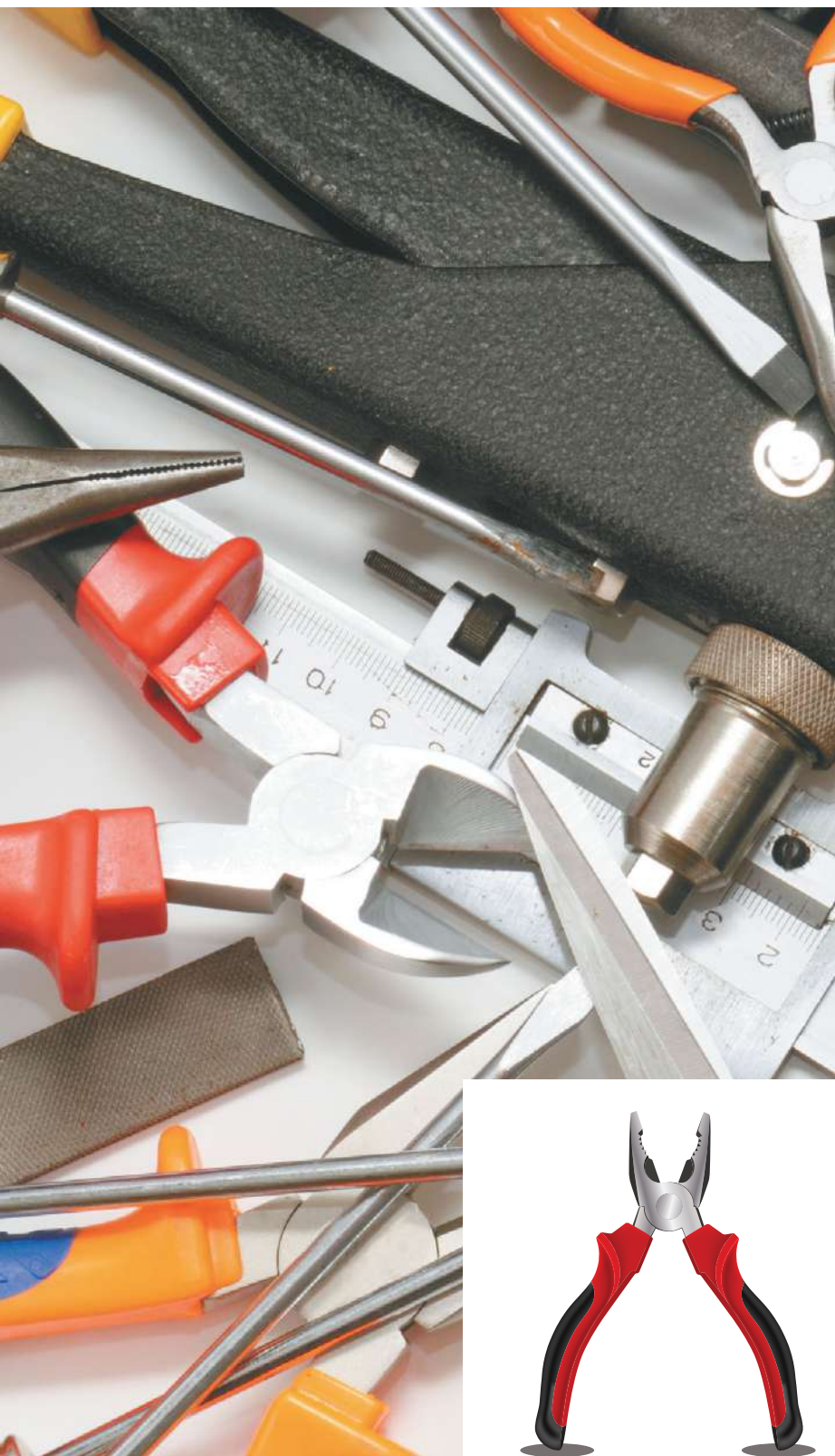
Окончательную проверку работоспособности смонтированной электрической системы выполняют с помощью индикаторов напряжения, токоизмерительных клещей и других контрольно-измерительных инструментов.

**При работах без снятия напряжения в токоведущих частях с напряжением 220–380 В с помощью инструмента с изолированными ручками должны применяться диэлектрические перчатки и галоши. Это требование обязательно, так как в данных условиях не исключена возможность прикосновения незащищенной рукой к токоведущим частям. Нельзя работать без снятия напряжения в таких местах, где незащищенная рабочая часть инструмента может случайно замкнуть токоведущие части между собой или на землю.**

## ***Ручные инструменты***

Основной объем электромонтажных работ связан с операциями по мерной резке, зачистке проводов и кабелей и их фиксации в электроаппаратуре (клеммники, розетки, выключатели, вводно-распределительные устройства и т. д.). Поэтому главными инструментами для электромонтажа являются монтажные ножи, инструменты для снятия изоляционного покрытия с про-





водов и кабелей, отвертки, плоскогубцы и др.

Многие ручные инструменты электромонтажника имеют универсальное назначение и могут использоваться для любых домашних работ. Однако специфика их применения для электромонтажных работ накладывает на их конструкцию определенные требования, в первую очередь это касается изоляции ручек.



Электротехнические отвертки применяются при сборке электрооборудования и для соединения проводов при помощи винтовых зажимов. Лучше всего иметь стандартный набор плоских и крестовых отверток, предназначенных для работы в электроустановках с напряжением до 1000 В и снабженных соответствующей маркировкой. Отвертки с намагниченными наконечниками существенно облегчают работу при выполнении многих операций.



Пассатижи с изолированными ручками применяются непосредственно при монтаже электропроводки и при подключении электротехнических изделий. Могут использоваться и как кусачки, и как плоскогубцы. Предназначены для работы в электроустановках под напряжением и снабжены соответствующей маркировкой.



Для изгибания проводов при монтаже электрических устройств очень удобно использовать круглогубцы различной конфигурации. Они часто применяются также для формирования концов провода в виде кольца.



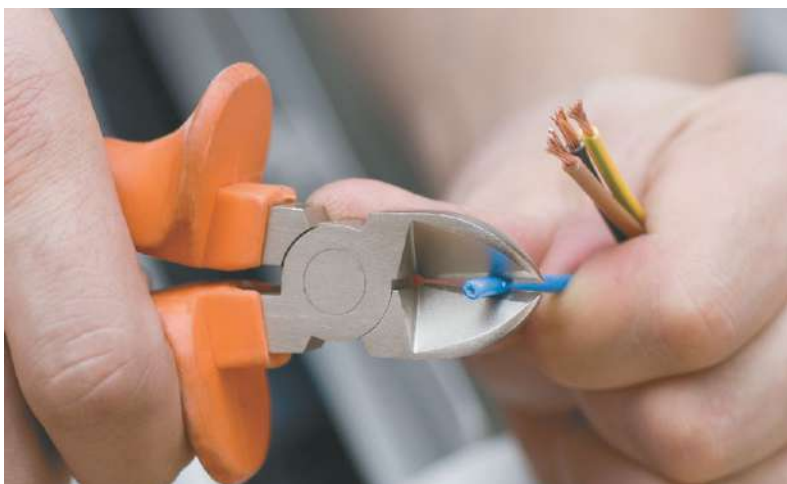
При установке или ремонте электрических приборов без снятия напряжения необходимо пользоваться отверткой с полностью изолированным стержнем (за исключением рабочей части).



Нож с изолированными ручками применяется для разделки проводов и кабелей, а также зачистки оголенных жил.

Пресс-клещи — это инструмент, предназначенный для опрессовки соединений проводов различных сечений. Существует большое разнообразие конструкций этих приспособлений для различных областей применения. Некоторые из них используются для оконцевания проводов с многожильными жилами.





*Боковые кусачки используются непосредственно при монтаже электропроводки. Изоляция на ручках должна быть рассчитана для работы в электроустановках под напряжением и снабжена соответствующей маркировкой. Инструмент следует применять лишь для перекусывания медных и алюминиевых проводов.*



*Для бытовых работ вполне могут подойти универсальные пресс-клещи, которые позволяют быстро и качественно выполнить опрессовку соединений, закрепить наконечники и удалить изоляцию.*







*Переносной светильник предназначен для местного освещения рабочей зоны. Прибор должен быть оснащен выключателем и защитным кожухом. Такой светильник часто используется для проверки розеточной группы на работоспособность.*



*Удлинитель на две-три точки длиной 5 м — устройство, необходимое для подключения различных электрических инструментов.*



*Обычная рулетка является незаменимым инструментом для разметки мест расположения розеток, выключателей, распределительных коробок и т. д.*

## ***Электрические инструменты***

Быстрое и качественное выполнение электромонтажных работ сегодня сложно представить без электроинструмента. Электрические инструменты могут работать от электрической сети либо от аккумулятора. Если требуется выполнение большого объема работ, то лучше приобрести профессиональный электроинструмент. Любительские электроинструменты, рассчитанные на выполнение несложных работ, гораздо дешевле, но их ресурс в несколько раз меньше, чем у профессиональных. Многие фирмы обозначают отличия между этими двумя видами инструмента окраской корпуса.





*Перфоратор оснащен специальной рабочей головкой, предназначенной для крепления буров и рабочих насадок со специальным хвостовиком. Для обычного сверления в перфоратор может устанавливаться головка кулачкового типа для простых сверл по металлу и дереву.*

*Перфоратор — инструмент, необходимый для сверления отверстий в бетонных или кирпичных стенах на значительную глубину. Он оснащен электромеханическим или электропневматическим ударным устройством, которое позволяет легко справиться с этой достаточно трудоемкой операцией. Для данной цели можно использовать и ударную дрель, однако из-за небольшой силы удара она менее эффективна. Главной характеристикой перфоратора является сила удара. В зависимости от назначения инструмента она может быть 10–15 Дж (профессиональных) или 2–3 Дж (бытовых). Для домашних работ вполне подойдет бытовой инструмент с силой удара 2–3 Дж. Перфораторы, как правило, могут работать в режиме сверления, сверления с ударом и просто удара. Они обеспечены также и функцией реверса.*



*Рабочие инструменты (бурь и зубила) для перфоратора, как правило, комплектуются совместно с ним. Они имеют хвостовик специальной конфигурации (SDS).*



*Для высверливания углублений под розетки и выключатели перфоратор оснащается специальной коронкой нужного диаметра, которая снабжена шестью твердосплавными пластинами и может работать в режиме удар—вращение.*



*Коронки используются в комплекте с переходником-сверлом с хвостовиком SDS.*



Дрель — это инструмент, предназначенный для сверления отверстий. Ее основными характеристиками являются мощность, измеряемая в ваттах, и угловая скорость, измеряемая в оборотах в минуту. Для работ в домашних условиях вполне подойдет дрель мощностью около 500 Вт и максимальной скоростью до 3000 об/мин. Важным параметром дрели является также максимальный диаметр используемого сверла.



Многие дрели имеют функции регулировки скорости, а также режим сверления с ударом, что позволяет расширить сферу применения этого инструмента и выполнять отверстия в кирпичных или бетонных стенах небольшой толщины. При этом используются сверла с победитовыми наплавками.



С помощью дрели можно выполнять углубления под розетки и выключатели в кирпиче или керамических облицовочных материалах, используя специальные коронки из высококачественной инструментальной стали с вольфрамовым (алмазным) напылением режущей части или с победитовыми наплавками.



*Для получения отверстий большого диаметра в мягких материалах (дерево, ДСП и т. д.) применяют специальные зубчатые коронки.*



*Угловая шлифовальная машинка используется для резки металла, кирпича и бетона. С ее помощью также зачищают и шлифуют различные поверхности. Такой инструмент незаменим при монтаже скрытой проводки в помещениях с бетонными или кирпичными стенами (для выполнения штроб). Сегодня рынок предлагает широкий выбор шлифмашинок различного размера, мощности и функциональных особенностей. Для дома вполне достаточно небольшого инструмента с диаметром круга 125 мм.*



Для вырезки штроб различной глубины и ширины часто используется специальный инструмент — штроборез.



Штроборез оснащен двумя дисками для прорезания глубоких и широких пазов в различных твердых материалах — бетоне, кирпиче и т. д.



*Штроборезы оснащаются эффективной поворотной системой отвода пыли, что позволяет использовать их совместно с пылесосом и обеспечить чистоту рабочей зоны.*





Аккумуляторный шуруповерт предназначен как для закручивания саморезов или винтов, так и для сверления небольших отверстий в относительно мягких материалах. Шуруповерты отличаются емкостью аккумулятора и различным исполнением. Они могут быть одно- и двухскоростными, профессиональными и бытовыми.



При использовании шуруповерта для сверления отверстий неплохо иметь комплект специальных сверл с шестигранными хвостовиками.



Рабочие насадки для шуруповертов называются битами. В зависимости от конфигурации рабочей части биты могут использоваться для закручивания болтов, винтов, саморезов и т. д.



*Паяльник — основной инструмент, служащий для соединения проводов методом пайки. Паяльники различаются по конструкции и мощности. Стержневые паяльники выпускаются с керамическими и спиральными нагревателями. Паяльники со спиральными нагревателями практичны и долговечны, но относительно долго разогреваются. Керамические намного быстрее разогреваются, но требуют очень бережного отношения.*

*По своей мощности паяльники могут быть различными:*

- паяльники 3–10 Вт предназначены для распайки очень мелких микросхем;*
- 20–40 Вт считаются бытовыми и радиолюбительскими;*
- 60–100 Вт используются для распайки толстых проводов;*
- более мощные паяльники применяются для работы с крупногабаритными изделиями.*

*Для качественного выполнения паяльных работ рекомендуется использовать паяльную станцию, которая позволяет регулировать температуру нагрева и поддерживать постоянную температуру жала.*





Форма жала — это важный параметр при выборе паяльника. Правильно выбранное жало облегчает работу, поэтому желательно иметь и тонкие конические, и плоские жала.

Инверторные сварочные аппараты предназначены в первую очередь для ручной сварки различных металлов. Благодаря высокой производительности, компактным размерам, относительно легкому весу и удобной конструкции они часто используются и при выполнении электромонтажных работ, особенно для соединения медных проводов методом сварки.



Во время производства сварочных работ электрическая дуга оказывает вредное влияние на сетчатку глаз, поэтому сварку следует выполнять в защитной маске или очках.



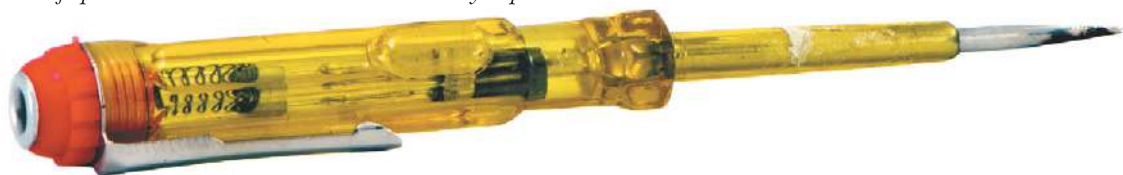


## Контрольно-измерительные приборы

При выполнении электромонтажных работ часто возникает необходимость измерения электрических величин, нахождения фазного провода, прозвонки электрических цепей и т. д. К наиболее распространенным контрольно-измерительным приборам относятся индикаторы фазного провода, мультиметры, электрические клещи и др.



Указатель напряжения позволяет получить более полную информацию о наличии или отсутствии напряжения, что, несомненно, очень важно в работе электриков. Он состоит из двух щупов, соединенных проводом. В один из них встроены прибор, который может показывать не только наличие напряжения, но и его значение. В качестве индикации в таких устройствах используются неоновые лампочки, светодиоды различных цветов, цифровые табло. Также существуют и комбинированные указатели, где наряду со световой индикацией присутствует и звуковая, что делает работу с приборами более комфортной и безопасной.



Индикатор фазного напряжения — это отвертка, внутри которой встроены неоновая лампочка и сопротивление. Применяется для проверки наличия напряжения на фазном проводе в пределах 150—250 В. Если жалом такой отвертки-индикатора прикоснуться к оголенному токоведущему элементу, а пальцем — к металлическому элементу на рукоятке, то при наличии напряжения загорится неоновая лампочка.

Перед использованием этого прибора необходимо убедиться в его исправности путем проверки напряжения на заведомо подключенном к сети устройстве.

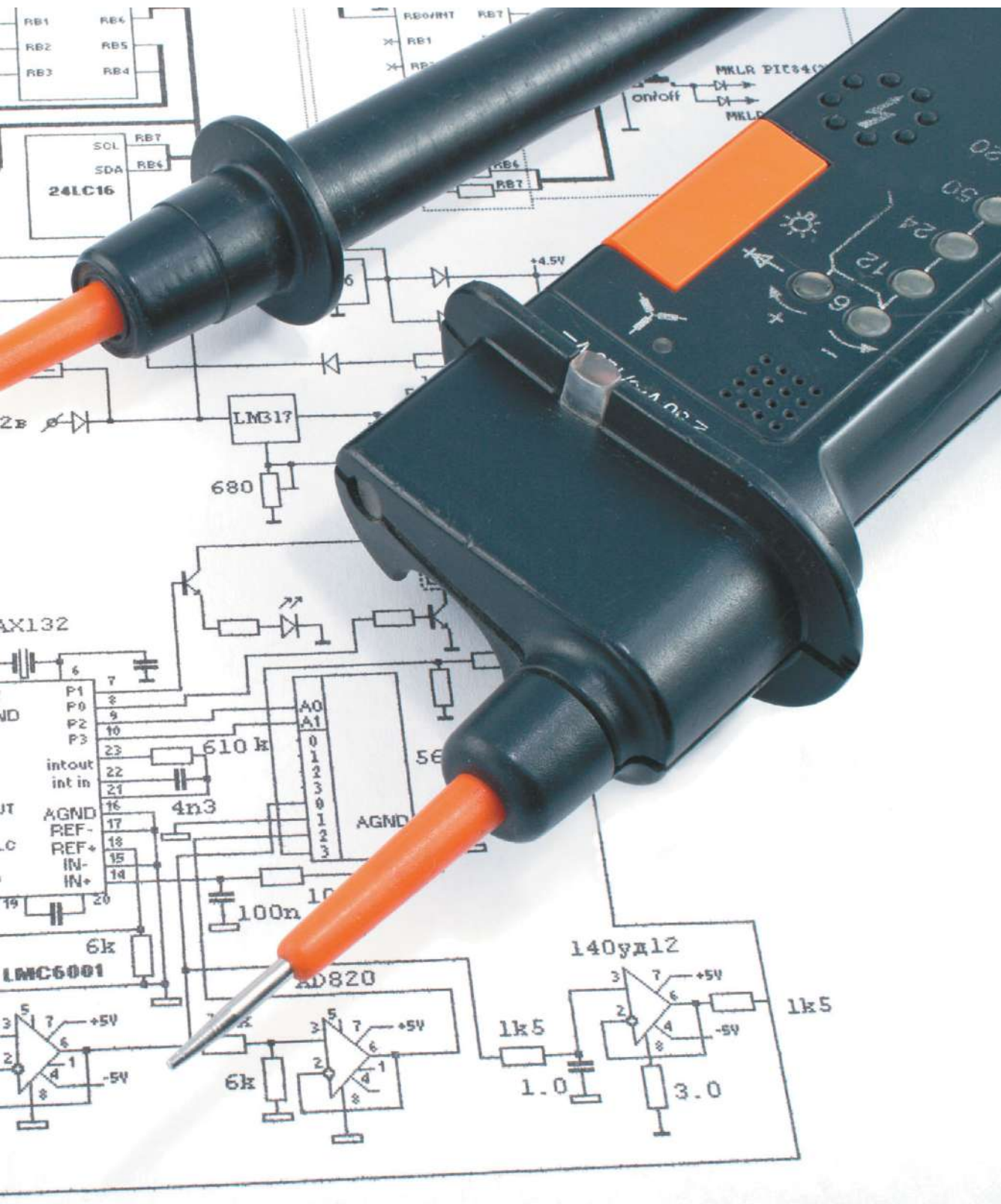


Указатель напряжения вполне может заменить контрольную лампу. Его можно использовать также для проверки цепи на обрыв — «прозвонки».



Электроизмерительные клещи предназначены для измерения электрических величин (тока, напряжения, мощности и др.) без разрыва токовой цепи и без нарушения ее работы. Соответственно измеряемым величинам существуют клещевые амперметры, ампервольтметры, ваттметры и фазометры. Наибольшее распространение получили клещевые амперметры переменного тока, которые обычно называют токоизмерительными клещами. Электроизмерительные клещи применяются в установках до 10 кВ включительно.







Мультиметр, или тестер, — это универсальный прибор, сочетающий в себе вольтметр, амперметр и омметр и позволяющий измерять напряжение, ток и сопротивление в цепи.

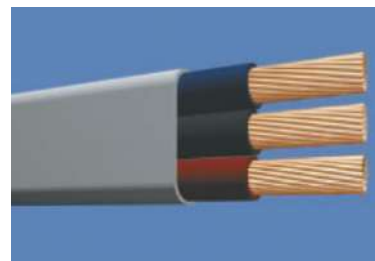
## Шнуры, провода и кабели

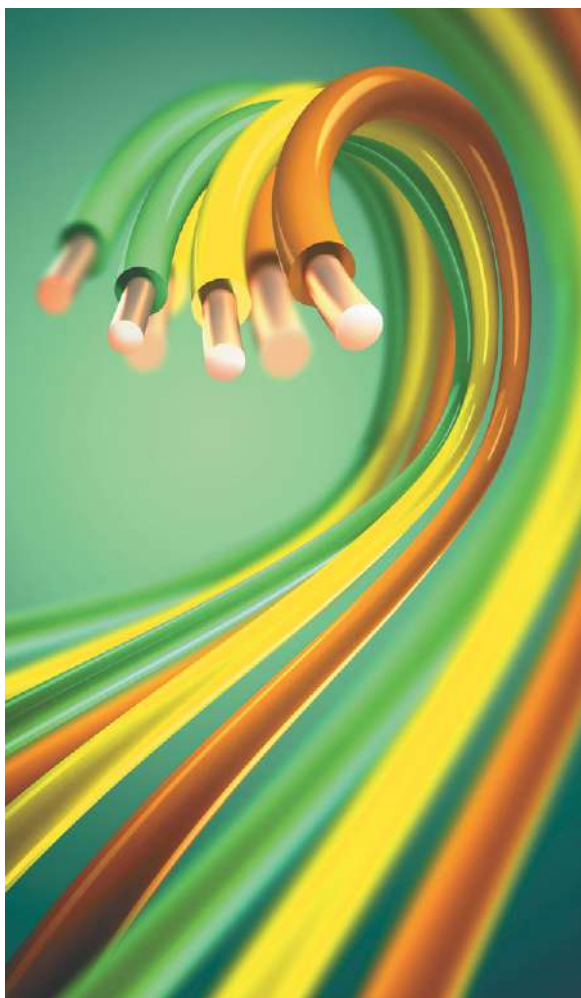
Важнейшими элементами любой электрической цепи являются проводники, передающие электрическую энергию из одной точки в другую. Это — шнуры, провода и кабели. Они входят в любое электрическое устройство и соединяют между собой различные приборы.

Промышленностью изготавливаются десятки тысяч видов таких изделий, называемых кабельными. Шнуры, провода и кабели имеют свои конструктивные особенности и некоторые отличия, которые определены «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ).



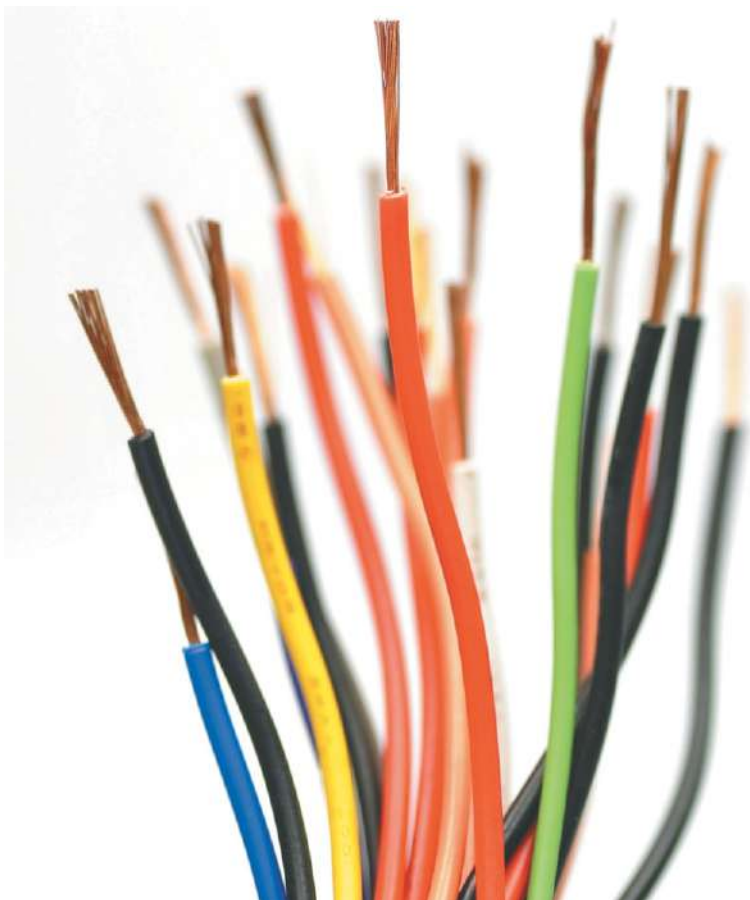
Простейшие токоизмерительные клещи переменного тока работают по принципу однофазового трансформатора тока, первичной обмоткой которого является шина или провод с измеряемым током, а вторичная многовитковая обмотка, к которой подключен амперметр, намотана на разъемный магнитопровод. Для охвата проводника магнитопровод раскрывается подобно обычным клещам. Переменный ток, проходя по токоведущей части, охваченной магнитопроводом, создает во вторичной обмотке клещей ток, измеряемый амперметром, встроенным в клещи. Особенностью этого прибора является возможность измерения в проводниках, покрытых изоляцией.





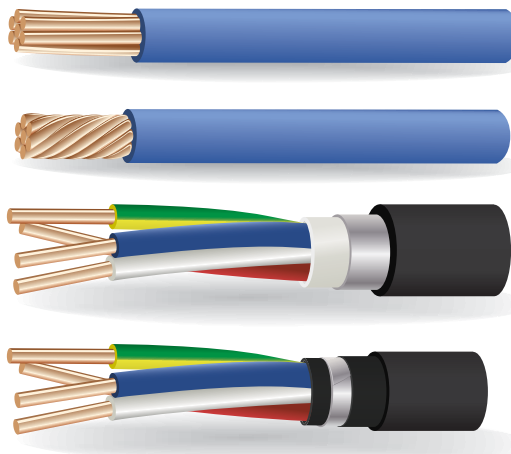
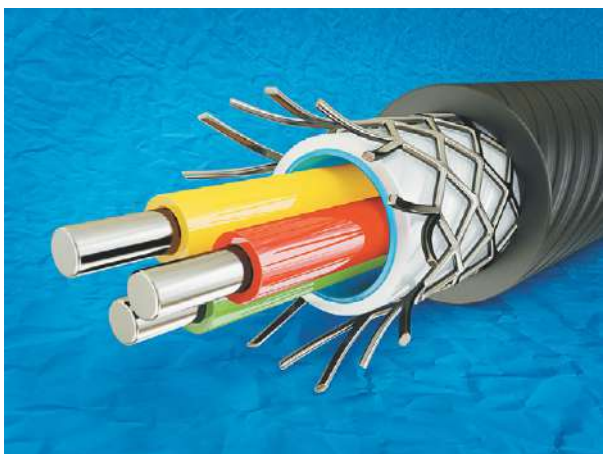
*Шнур — две (или более) изолированные гибкие или особо гибкие жилы сечением до 1,5 мм<sup>2</sup>, скрученные или уложенные параллельно, поверх которых в зависимости от условий эксплуатации могут быть наложены неметаллическая оболочка и защитные покрытия.*





Некоторые изделия вполне можно назвать и проводом, и кабелем. Так, кабель марки ВВП отличается от провода марки ПВС только формой оболочки (кабель ВВП плоский, а провод ПВС – круглый), хотя форма оболочки кабеля/провода не является хоть мало-мальски важным фактором. На практике определение «кабель» или «провод» присваивается ГОСТом или ТУ на выпуск конкретной марки. Поэтому в дальнейшем для всех этих изделий мы будем использовать термин «провод», если не предусматриваются особые условия их применения с указанием конкретного типа проводника.

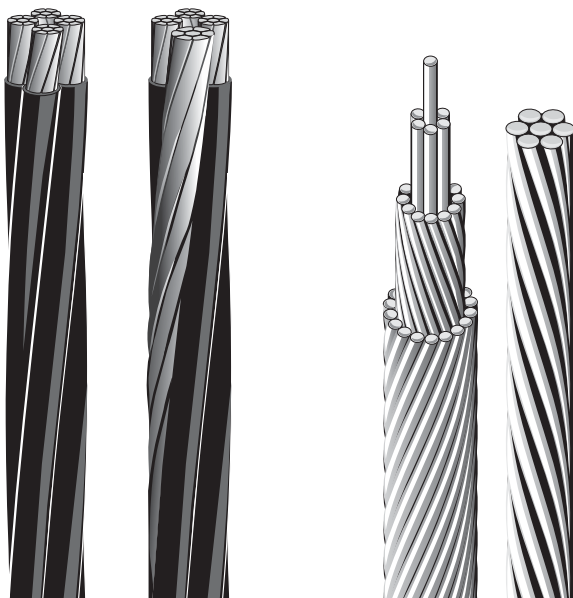
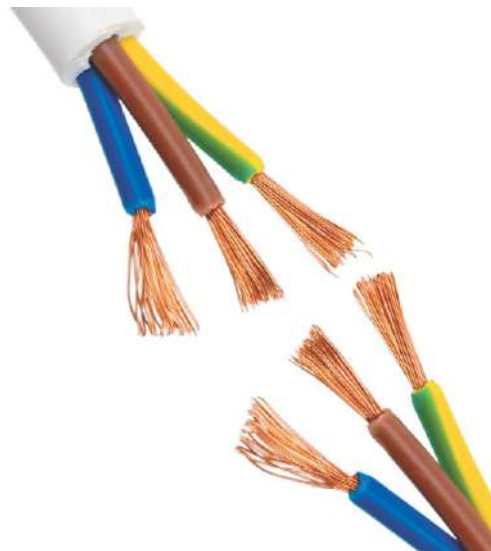
*Провод – одна неизолированная или одна и более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься неметаллическая оболочка, обмотка или оплетка волокнистыми материалами или проволокой.*



*Кабель – одна или более изолированных жил (проводников), заключенных, как правило, в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров, в который может входить броня.*



*Шнуры, как правило, используются для изготовления переносных устройств, предназначенных для временного подключения электрических приборов.*

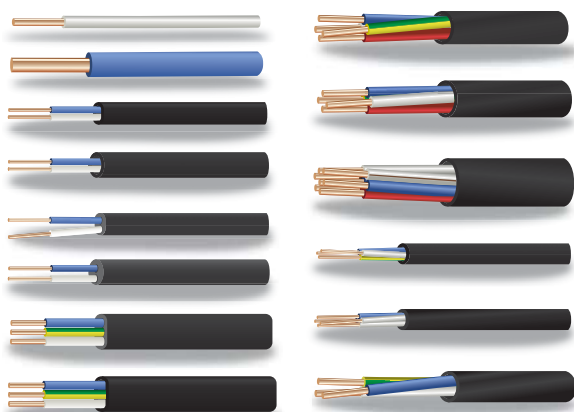


*Изолированные и неизолированные алюминиевые многожильные провода применяются для наружных линий электропередач.*

*Для монтажа внутренней проводки используются установочные провода с различным типом изоляции. Изготавливают их с одной или несколькими алюминиевыми или медными жилами. Они могут иметь резиновую или пластмассовую изоляцию, а также защитную оболочку. Токпроводящие жилы установочных проводов имеют стандартные сечения (мм): 0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0 и т. д.*



Монтажные провода предназначены для внутри-приборных и межприборных соединений электронной и электрической аппаратуры. В отличие от установочных, они имеют многопроволочные жилы из медных тонких проволок с повышенной гибкостью. Луженые жилы монтажных проводов легко соединяются пайкой. Для их изоляции используются полиэтилен или поливинилхлорид (ПВХ). Монтажные провода имеют площадь сечения жил от 0,05 до 6 мм<sup>2</sup>, поэтому они не предназначены для сильных токовых нагрузок.



Провода и кабели могут иметь различное количество жил (от 1 до 37) сечением от 0,75 до 800 мм<sup>2</sup>. Номинальное рабочее напряжение для проводов устанавливается от 12 до 3000 В. Для кабелей верхний предел напряжения не устанавливается.

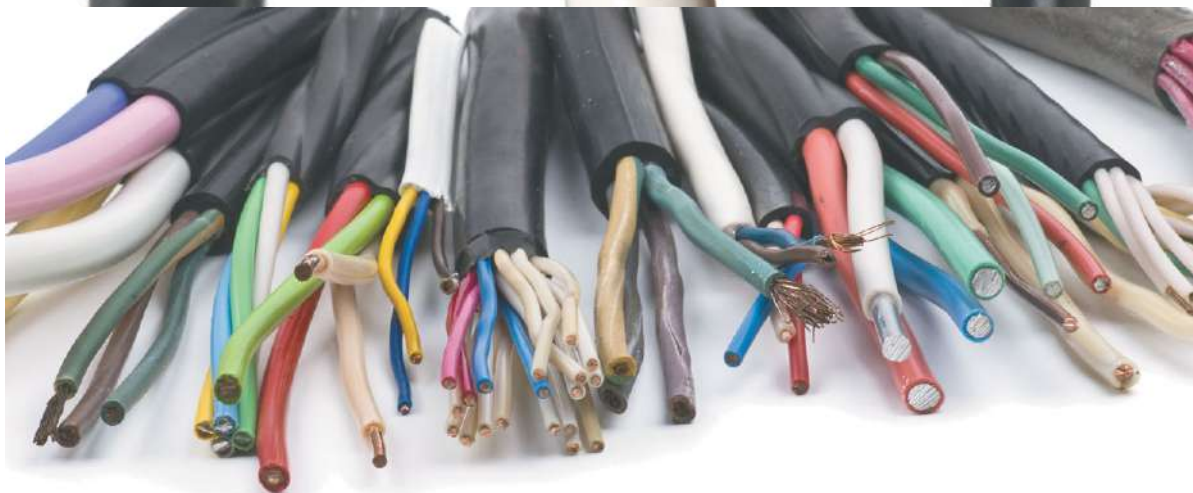
Самую широкую сферу применения имеют кабели. Например, существуют кабели, совмещающие в себе функции излучения и передачи радиосигналов или преобразования электрической энергии в тепловую. Для передачи электроэнергии на большие расстояния используются высоковольтные кабели. Некоторые типы кабелей эффективно применяются и для устройства бытовых сетей с напряжением 220 В.

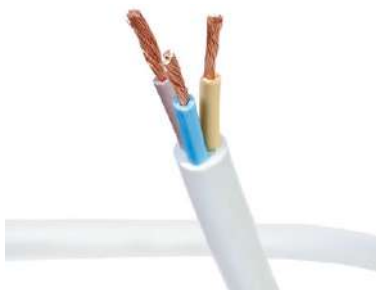


## *Жила*

Жила — металлический проводник, по которому протекает ток. Она является основой любого кабельного изделия. В обычных проводах для изготовления жил

используются медь или алюминий. Жилы могут быть однопроволочными и многопроволочными (скрученными в жгут). От числа проволок в жиле зависит гибкость кабеля или провода.



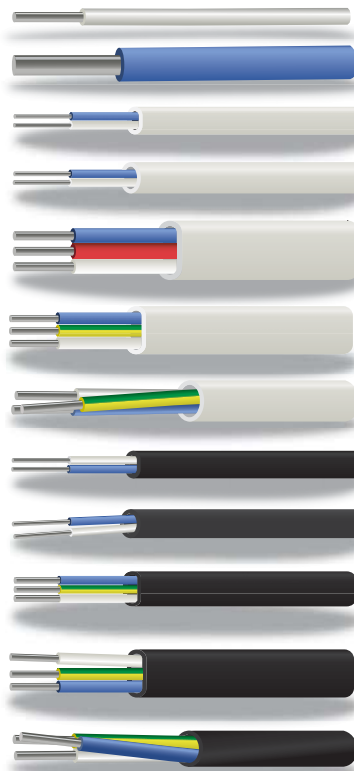


Жесткий кабель с однопроволочными жилами обычно используется для стационарной проводки, а гибкий — для подключения подвижных механизмов или электроприборов. С точки зрения эксплуатационных характеристик они практически равнозначны. Однако гибкий кабель дороже, а его соединительные концы требуют обязательной пропайки или обжатия специальными наконечниками. Для подключения осветительного оборудования гибкий кабель предпочтительнее, поскольку осветительные приборы меняются достаточно часто.



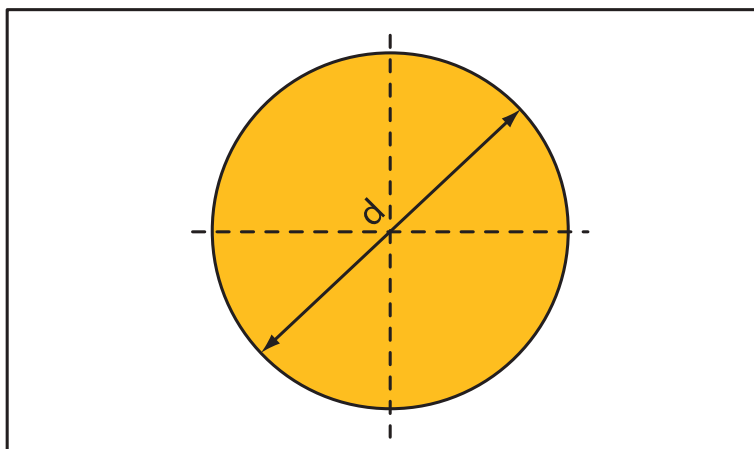
Медь лишена недостатков, которые имеет алюминий, — ее проводимость почти в полтора раза выше, к тому же медная жила обладает хорошей гибкостью и механической прочностью. Несмотря на больший вес и высокую стоимость предпочтение следует отдавать именно медным проводам.

Алюминий — легкий химически стойкий и дешевый материал, обладающий хорошей электропроводимостью и теплопередачей. Однако жила из алюминия не имеет достаточной гибкости и механической прочности. Кроме того, алюминий быстро окисляется на воздухе, образуя оксид алюминия — тугоплавкую пленку темно-серого цвета, являющуюся диэлектриком. Это приводит к значительному увеличению электрического сопротивления в соединениях и перегреву проводов.





Один из главных параметров жилы — площадь ее сечения. Именно она определяет возможность проводника передавать определенное количество тока в течение длительного времени. Площадь сечения жилы проводника является также одной из основных характеристик, используемых для расчета электрической сети.



Площадь сечения жилы измеряется в миллиметрах в квадрате. Она всегда указывается в маркировке провода, но иногда возникает необходимость ее определения. Для этого следует измерить диаметр жилы штангенциркулем, вычислить площадь сечения. Для определения диаметра многопроволочной жилы необходимо намотать 10–15 витков очищенной от изоляции жилы на карандаш, плотно их сжать и измерить длину спирали обычной линейкой. Диаметр жилы будет равен этой длине, разделенной на количество витков. Площадь сечения в обоих случаях определяется по формуле  $S = 0,785 \times d^2$ , где  $d$  — диаметр жилы.



В проводах с тремя и более изолированными жилами часто жилу защитного заземления (желто-зеленая изоляция) делают несколько меньшего сечения, так как она испытывает меньшую нагрузку и работает лишь в исключительных случаях. Именно поэтому желто-зеленую жилу всегда нужно использовать лишь для защитного заземления.



## Изоляция

Изоляция — это диэлектрическая оболочка, которая выполняет очень важную функцию. Она препятствует соприкосновению жил друг с другом и защищает человека от поражения электрическим током. Также изоляция предохраняет жилы от механических повреждений и разрушающего влияния внешней среды. Основной характеристикой материала изоляции является его электрическая прочность.

В процессе эксплуатации проводов на их изоляцию одновременно воздействуют электрические, тепловые, механические и другие нагрузки. Они неизбежно вызывают в изоляции сложные процессы, следствием которых является постепенное ухудшение ее свойств, именуемое старением. Оно выражается в уменьшении электрической прочности и ухудшении других электрофизических характеристик изоляции. Практическое значение процессов старения состоит в том, что они ограничивают сроки службы изоляции проводов. В связи с этим в процессе их эксплуатации должны предусматриваться меры, снижающие темпы старения изоляции до такого уровня, при котором

обеспечивается срок ее службы не менее 30 лет.

Важными характеристиками изоляции являются также термостойкость, морозостойкость, механическая прочность и пожаробезопасность.

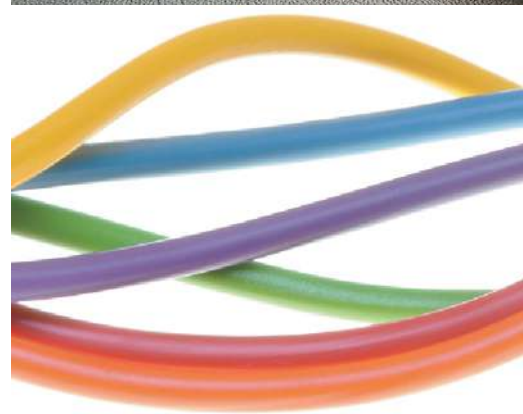
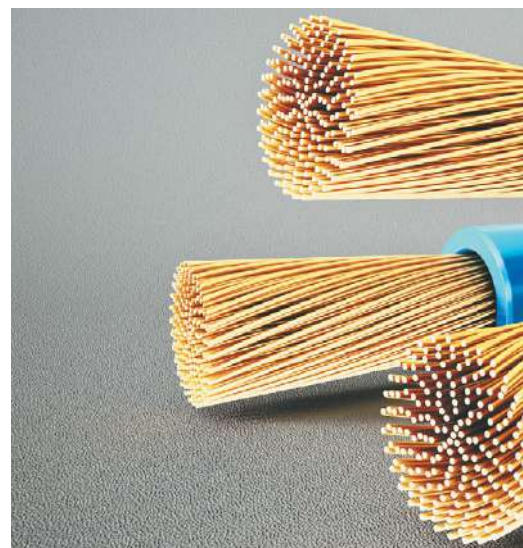
Термостойкость изоляции определяется ее способностью выдерживать воздействие повышенной температуры в течение времени, сравнимого со сроком нормальной эксплуатации, без недопустимого ухудшения диэлектрических свойств.

Морозостойкость изоляции — это ее способность сохранять свои свойства при отрицательных температурах в течение длительного времени.

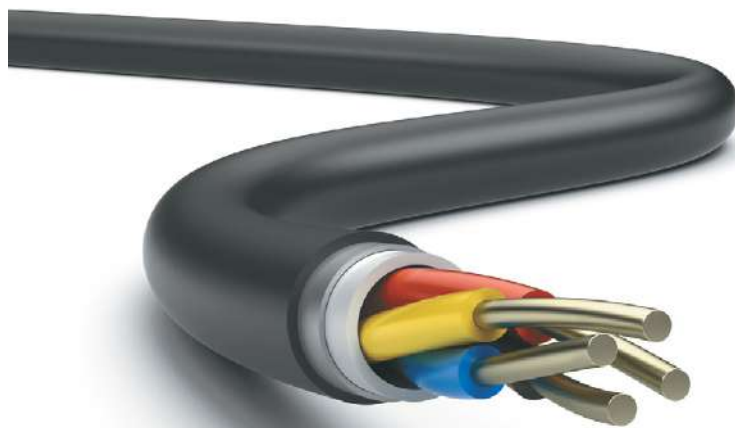
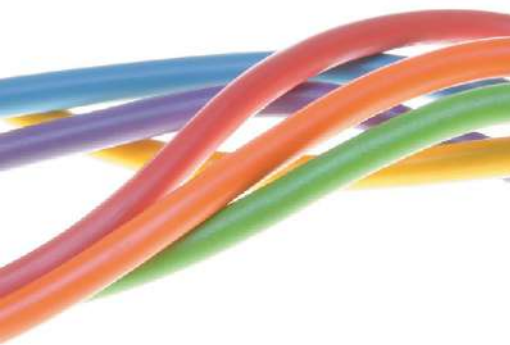
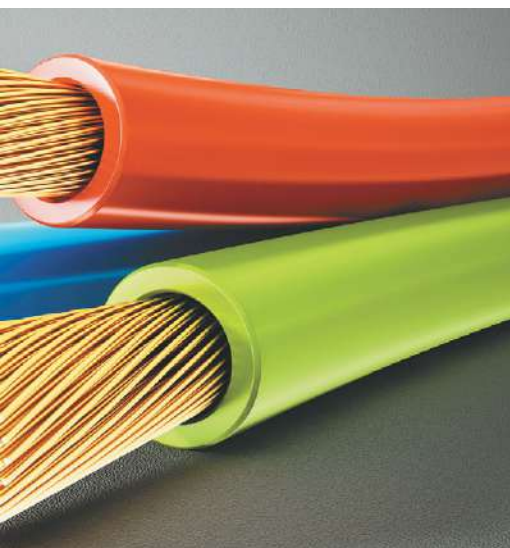
Механическая прочность изоляции характеризует ее возможность выдерживать нагрузки на изгиб и разрыв.

Пожаробезопасность изоляции определяется ее устойчивостью к возгоранию от коротких замыканий и последующему распространению горения.

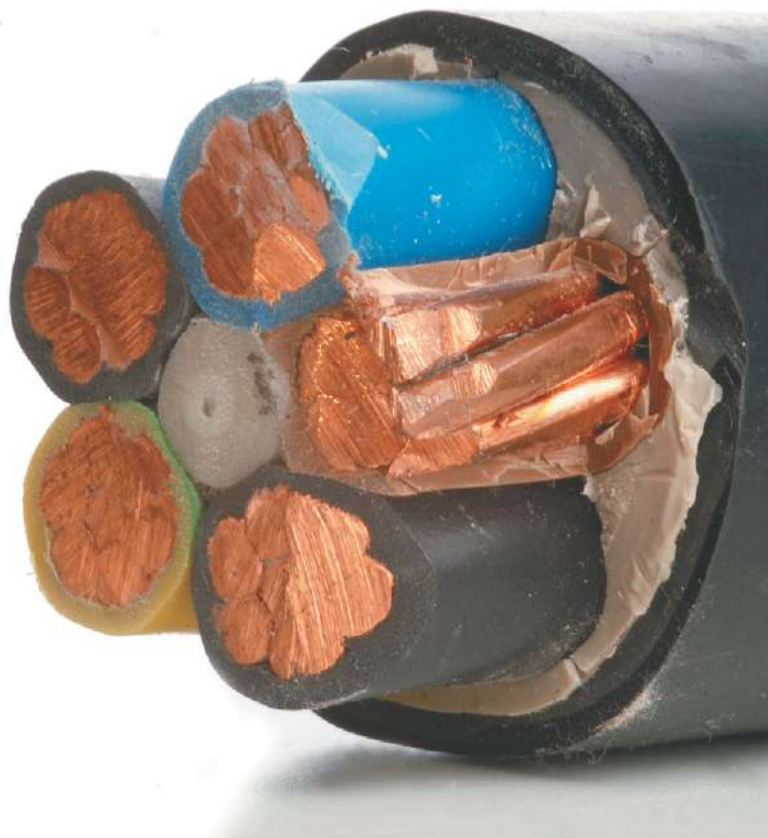
Для кабелей и проводов бытового назначения применяют резиновую, пластмассовую и некоторые другие виды изоляции.



*У изолированного провода каждая токопроводящая жила заключена в защитную оболочку из резины, поливинилхлорида или полиэтилена.*

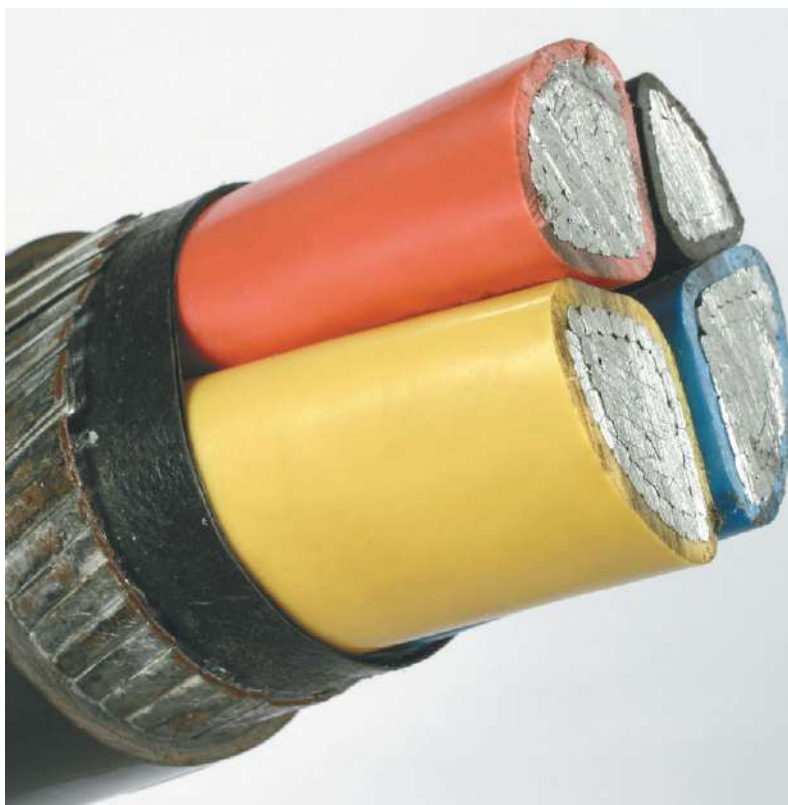


*Защищенные провода поверх изолированных жил покрывают дополнительно еще одной оболочкой из полимерных материалов, резины или металла для защиты от внешних факторов.*



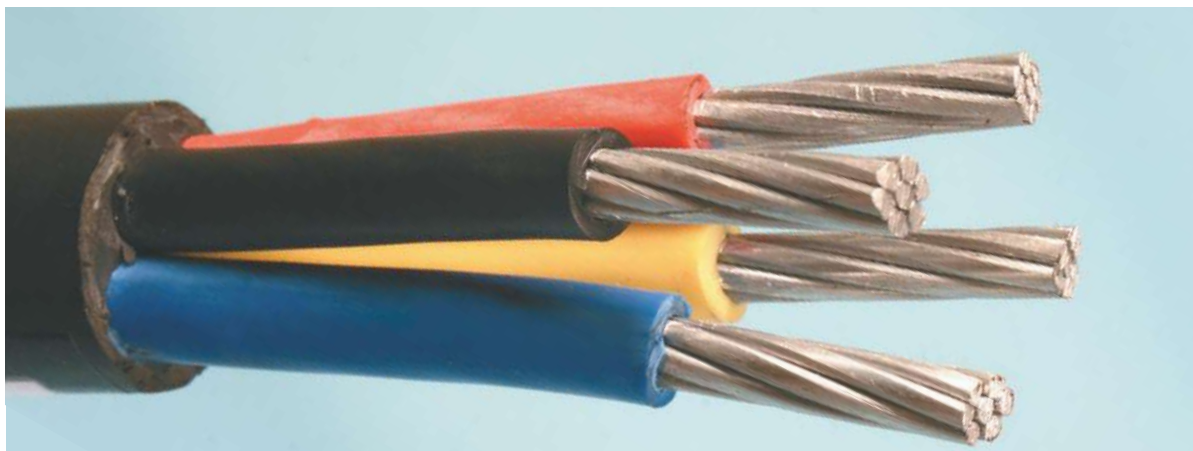
*Иногда пространство между изоляцией и защитной оболочкой заполняют негорючей массой, которая обеспечивает дополнительную защиту от возгорания.*





*Некоторые виды кабелей дополнительно защищаются металлической оболочкой из стальной металлической ленты или свинцовой рубашкой. Такие бронированные кабели используются для наружной подземной прокладки.*

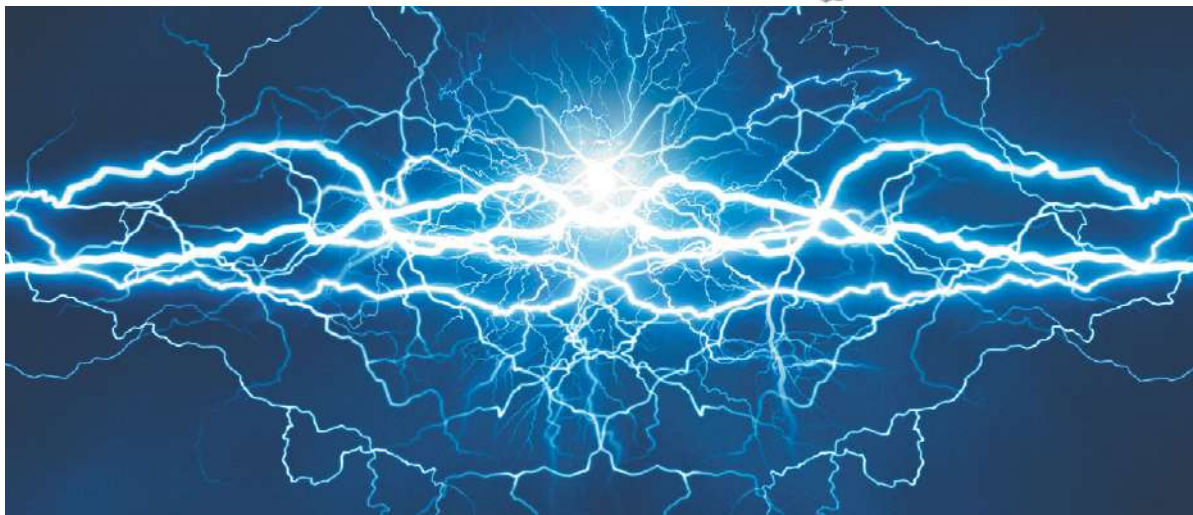
*При рабочем напряжении провода 380 В он подходит для сетей 380, 220, 127, 42, 12 В. Но шнур, рабочее напряжение которого 220 В, нельзя применять в сетях 380 В и выше. В жилых зданиях используют провода и кабели на напряжения 660, 380 и 220 В. Надписи 660/660; 380/380 и 220/220 относятся к многожильным проводам. Они указывают допустимое напряжение между соседними жилами. Изоляция кабеля должна иметь электрическую прочность, исключая возможность электрического пробоя при напряжении, на которое рассчитан кабель.*



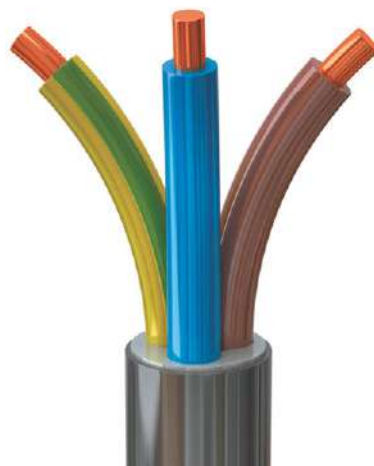


Электрической прочностью изоляции кабелей называют способность изоляции выдерживать рабочее напряжение в течение определенного срока службы. Она численно определяется напряжением (напряженностью электрического поля), приводящим к разрушению изоляции к концу заданного отрезка времени. Рабочее напряжение – это наибольшее напряжение сети, при котором провод, кабель, шнур могут эксплуатироваться длительное время. Значение рабочего напряжения провода должно быть отражено в его маркировке.

*Различают два основных вида пробоя: электрический и тепловой. Электрическим (прокалывающим) пробоем называют пробой изоляции в наиболее ослабленном месте. Он протекает практически мгновенно и обычно связан со скачком напряжения или местным разрушением изоляции кабелей из-за внешних факторов.*



*Тепловой пробой изоляции кабелей происходит при перегреве проводника, вызванном перегрузкой, что приводит к оплавлению и разрушению изоляции. Этот вид пробоя развивается постепенно и случается обычно в тех местах, где температура повышается особенно интенсивно. Развитию теплового пробоя может способствовать повышенная температура окружающей среды.*

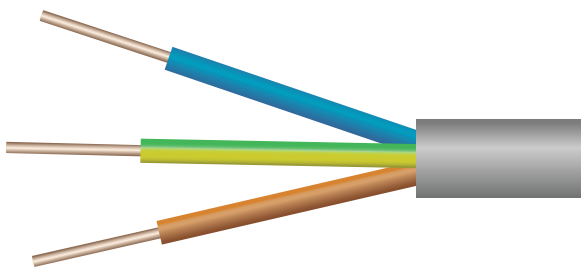


*Резиновая изоляция изготавливается на основе натуральных или синтетических каучуков. Резиновые оболочки не распространяют горение, обладают высокой стойкостью к растягивающим, ударным и крутящим нагрузкам. В зависимости от химического состава резиновая изоляция может обладать различными электрофизическими свойствами, например длительной устойчивостью к воздействию температур в широком диапазоне (от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ ). Однако в процессе эксплуатации с течением времени свойства резины ухудшаются, т. е. происходит ее «старение».*



*Все кабели, которые используются для проводки в жилых помещениях, должны иметь многократную электрическую прочность, при которой пробой может произойти лишь в случае механического повреждения или в силу длительной эксплуатации.*



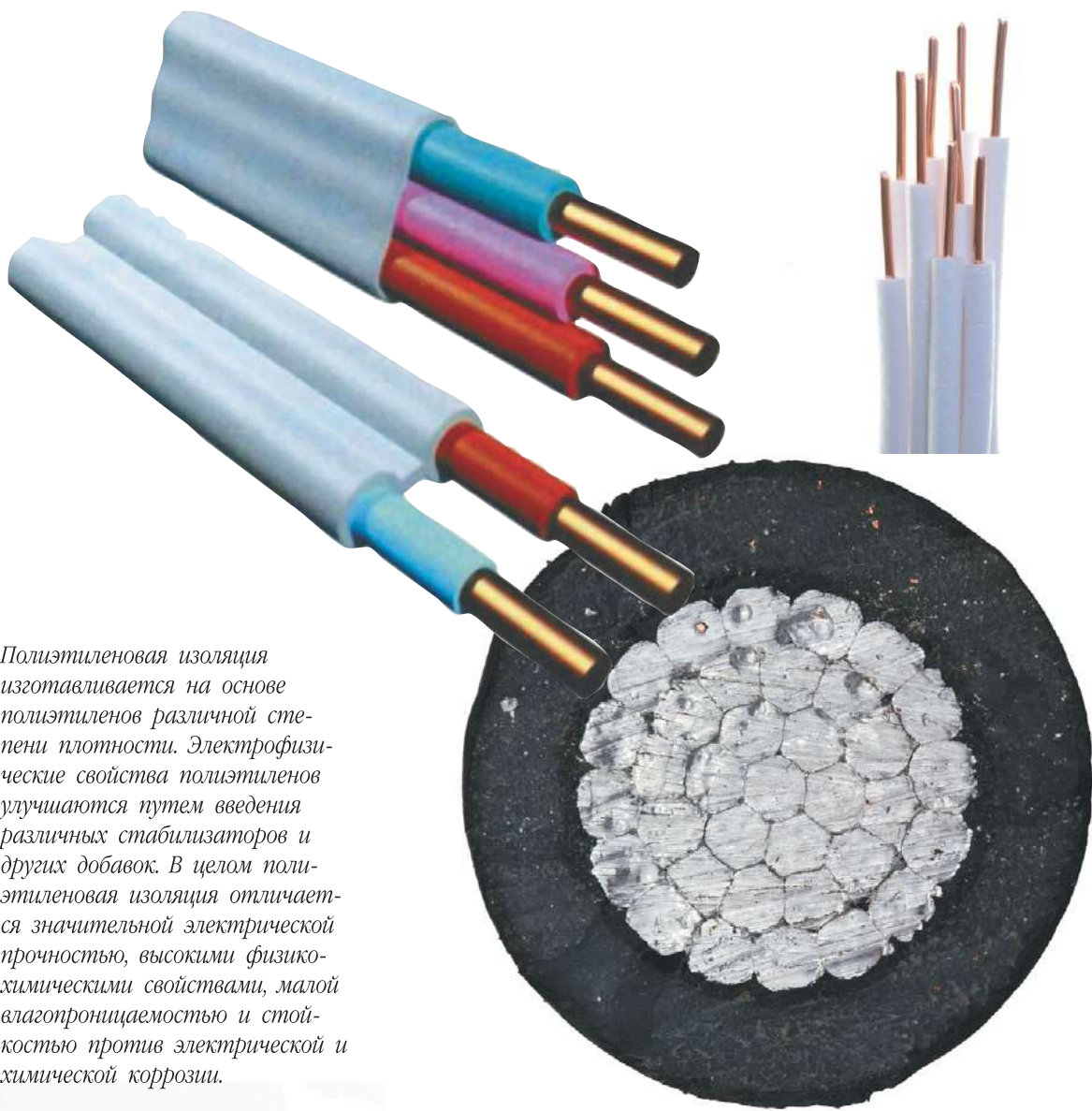


*Поливинилхлоридная (ПВХ-) изоляция изготавливается из смеси поливинилхлоридной смолы с пластификаторами, стабилизаторами и другими добавками. В изоляционные ПВХ-пластикаты вводят антиоксиданты, обеспечивающие длительное сохранение высокого удельного электрического сопротивления, гибкости при низких температурах и термостойкости.*



*Для получения цветного ПВХ-пластиката в него вводят окрашивающие пигментные красители. Это наиболее распространенный тип изоляции, хотя он имеет и некоторые минусы. Так, морозостойкость ПВХ-пластиката не превышает  $-20^{\circ}\text{C}$ , а при нагревании он вместо горения начинает выделять хлороводород и диоксины (достаточно вредные вещества с едким запахом).*





*Полиэтиленовая изоляция изготавливается на основе полиэтиленов различной степени плотности. Электрофизические свойства полиэтиленов улучшаются путем введения различных стабилизаторов и других добавок. В целом полиэтиленовая изоляция отличается значительной электрической прочностью, высокими физико-химическими свойствами, малой влагонепроницаемостью и стойкостью против электрической и химической коррозии.*





## Маркировка кабельных изделий

Для идентификации кабельной продукции на защитную оболочку провода должна быть нанесена маркировка, позволяющая определить конструкцию, производителя и область применения того или иного изделия, что очень важно для правильного выбора провода или кабеля.

Маркировка представляет собой буквенно-цифровое обозначение, где каждый символ несет определенную информацию. Однако единой системы обозначения кабельных изделий не установлено. Буквами, как правило, обозначаются материал изоляции и жилы, область применения провода и особенности его конструкции.

Цифры в маркировке указывают на количество жил и их сечение:

А — в начале обозначения — алюминиевые жилы, в середине обозначения — алюминиевая оболочка;

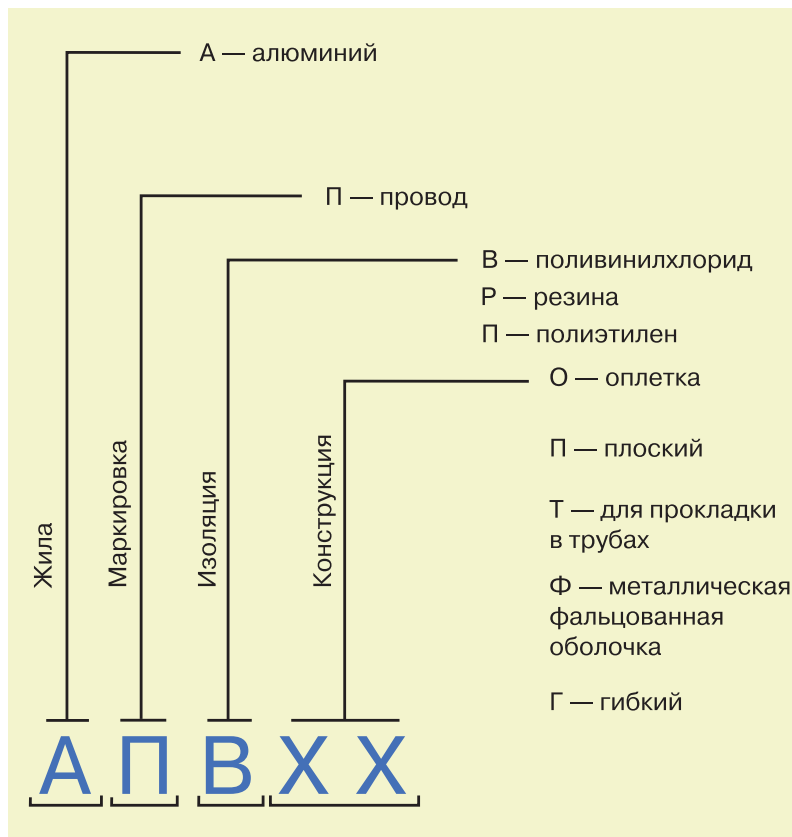
Б — в начале обозначения — бортовые самолётные провода, в середине обозначения — броня из стальных лент;

В — поливинилхлоридная изоляция жил, оболочка, покров;

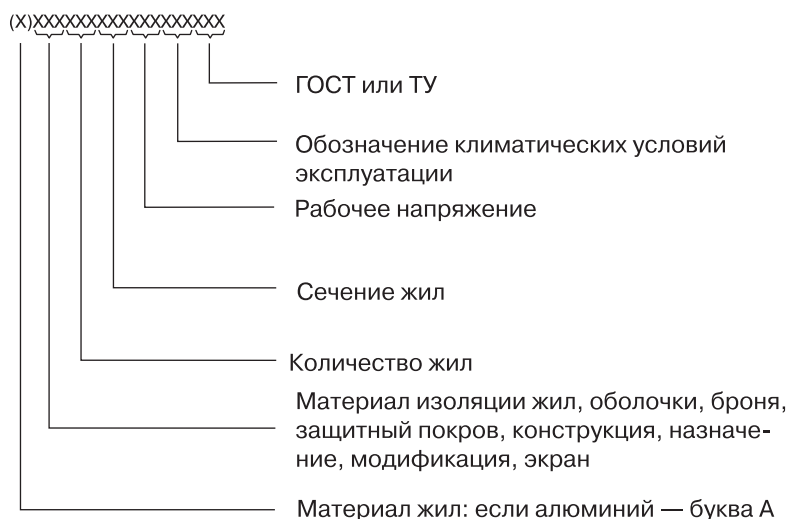
Г — в начале обозначения — кабель предназначен для горных выработок, в конце обозначения — кабель без защитного покрова;

К — силовой кабель;

Н — негорючий кабель;



Буквенное обозначение установочных проводов.



Структурная схема буквенно-цифрового обозначения кабельных изделий. Ввиду огромного многообразия видов кабельных изделий, изготавливаемых как по общегосударственным, так и по отраслевым техническим условиям и стандартам, схема может иметь и иной вид.



П — полиэтиленовая изоляция жил, оболочка, покров;

Р — резиновая изоляция жил, оболочка, покров;

С — спиральная укладка жил;

Т — повышенная стойкость к тепловому воздействию;

Ц — пропитка нестекающим составом;

Ш — в начале обозначения — шнур (тип провода), в середине обозначения кабеля — защитная оболочка в виде шланга, а стоящая рядом маленькая буква обозначает материал этого шланга;

Э — в начале обозначения — кабель силовой для особо шахтных условий, в середине или в конце обозначения — кабель экранированный;

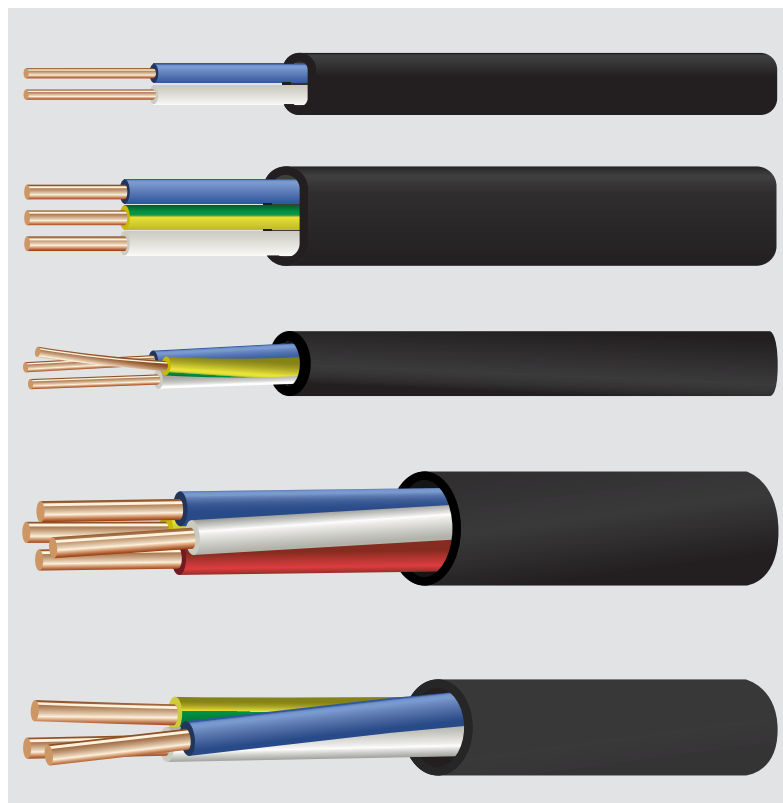
ОЖ — однопроволочная жила.

В маркировке проводов и шнуров могут также присутствовать буквы, характеризующие другие элементы конструкции: О — оплетка, Т — для прокладки в трубах, П — плоский, Ф — металлическая фальцованная оболочка, Г — гибкий и т. д.

## Выбор проводов

Безусловно, основным материалом в домашней электрической системе являются провода и кабели, поэтому правильный выбор типа кабеля — необходимое условие для создания надежной и долговечной проводки. Подбор проводов осуществляется после определения необходимых сечений, исходя из условий эксплуатации и безопасности.

Промышленность производит сотни видов кабелей и проводов, каждый из которых предназначен для вполне определенных условий эксплуатации. Они отличаются друг от друга типом изоляции, материалом и сечением жил, допустимой



*ВВГ — силовой кабель с изоляцией и защитной оболочкой из ПВХ-пластиката. Предназначен для монтажа скрытой или открытой проводки в сухих и влажных помещениях. Кабель имеет однопроволочные или многопроволочные жилы и может эксплуатироваться на открытом воздухе, но не рекомендуется для прокладки в земле. Рассчитан на напряжение 0,66 и 1 кВ.*

токовой нагрузкой, номинальным напряжением и т. д.

При выборе типа изоляции кабеля следует учесть, что кабель с одинарной изоляцией имеет срок службы до 15 лет, а с защитной оболочкой (двойной изоляцией) — 30 лет.

Большое значение имеет также материал изоляции и защитной оболочки. Так, кабели с полиэтиленовой оболочкой можно прокладывать как в грунте, так и открытым способом, а кабели с изоляцией и оболочкой из ПВХ (поливинилхлорид) предназначены для проводки внутри помещений (под штукатуркой) или в кабельных каналах.

Большинство этих характеристик отражено в маркировке, что помогает подобрать нужный провод для домашней проводки. Однако, учитывая многолетний опыт профессионалов, можно сделать вывод, что сегодня выбор не так уж и велик.

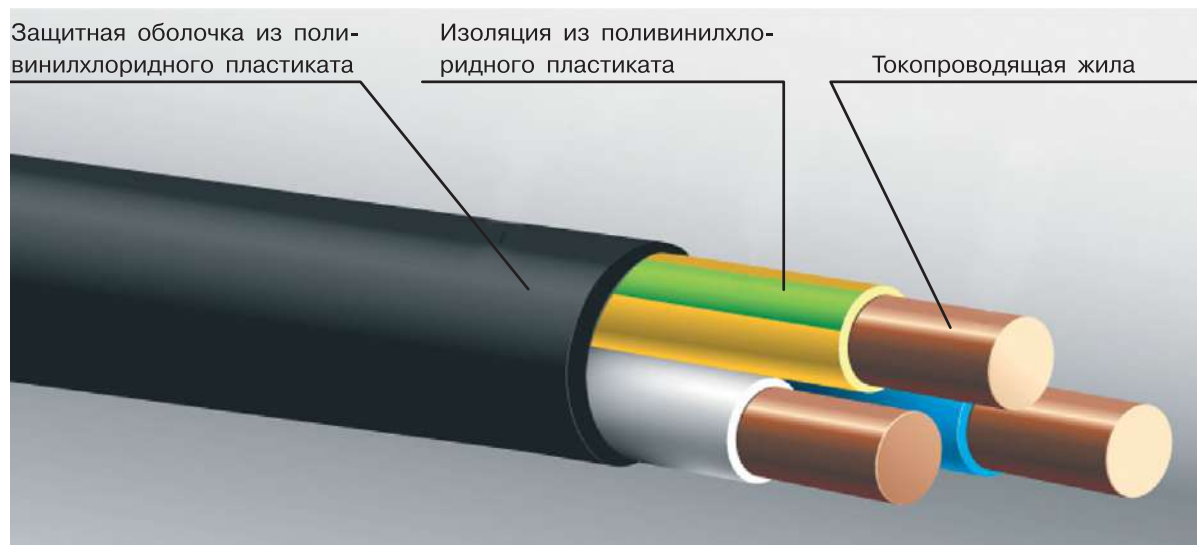
Для стационарной проводки в жилых помещениях лучше всего подходят кабели ВВГ, ВВГнг и NYM. Эти кабели изготавливаются с количеством жил от 2 до 5 и сечением 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16 мм<sup>2</sup>, что вполне достаточно для организации внутренних сетей электроснабжения в квартире. Они подходят для жилых помещений



всех типов, обладают надежной, пожаробезопасной и долговечной изоляцией с хорошей электрической прочностью. Для организации временной проводки в виде удлинителей, как правило, используется гибкий провод ПВХ, а для прокладки в воде — водопогружной кабель ВПП.

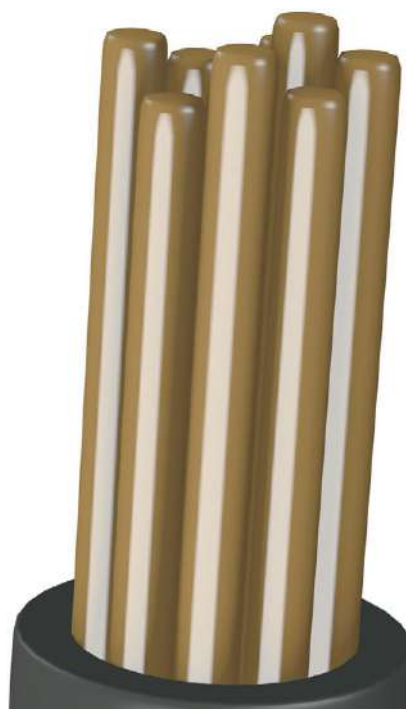
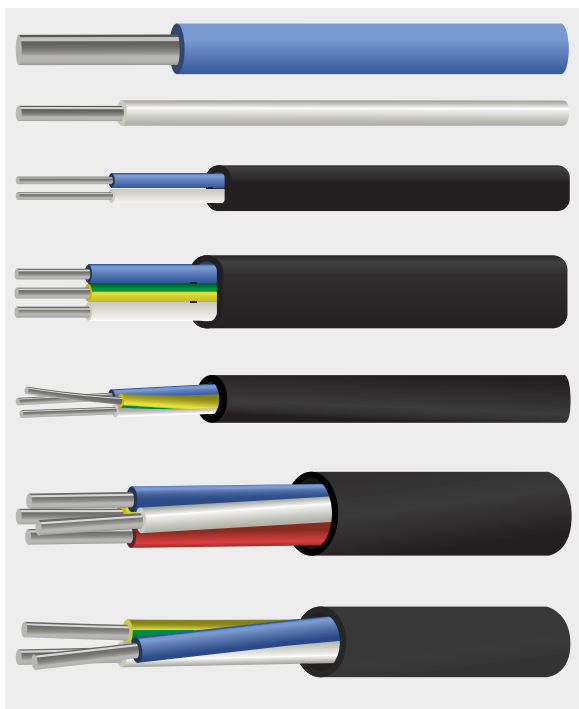


*Кабель ВВГнг в своей защитной оболочке из ПВХ-пластиката содержит негорючие материалы, поэтому он с успехом применяется для повышения уровня электрической и пожарной безопасности объекта. Жилы кабеля изготовлены из круглой мягкой медной проволоки. Кабель ВВГнг широко используется для монтажа проводки в сухих и влажных помещениях и на открытом воздухе, но не рекомендуется для прокладки в земле (траншеях).*



*Изолированные жилы многожильных кабелей ВВГ, ВВГнг имеют отличительную окраску. Изоляция нулевой жилы синяя, изоляция жилы заземления — зелено-желтая. У двухжильных кабелей жилы одинакового сечения. Трех-, четырех- и пятижильные кабели имеют все жилы одинакового сечения или одну жилу (заземления или нулевую) меньшего сечения.*

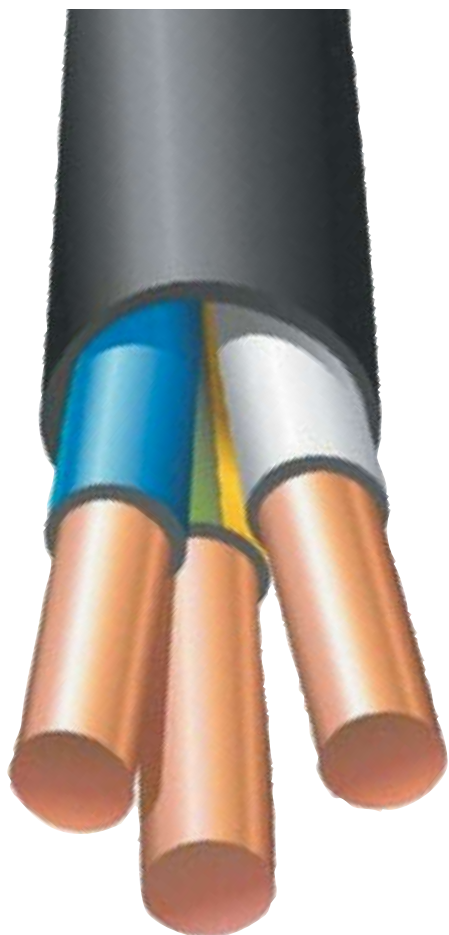
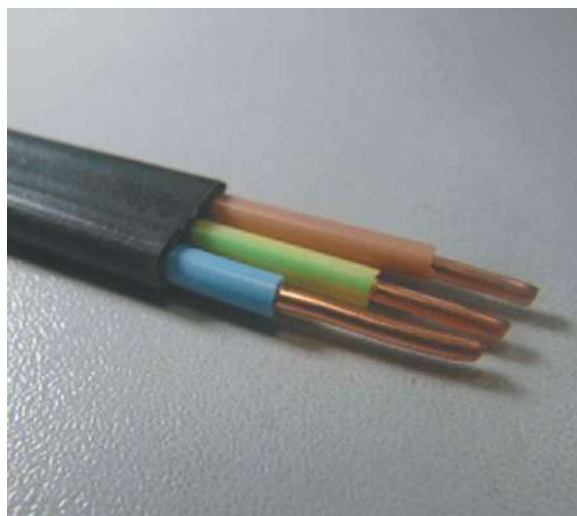
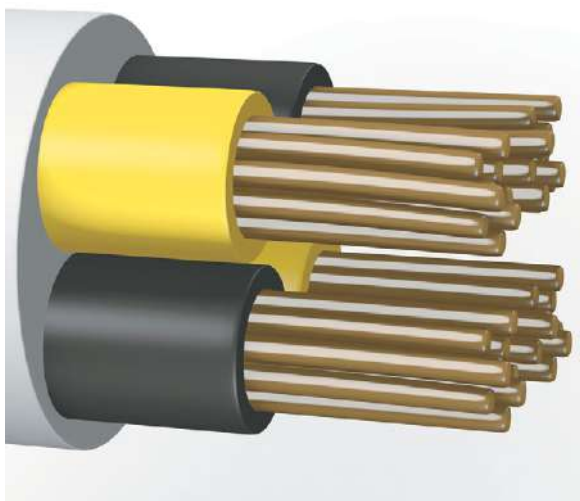




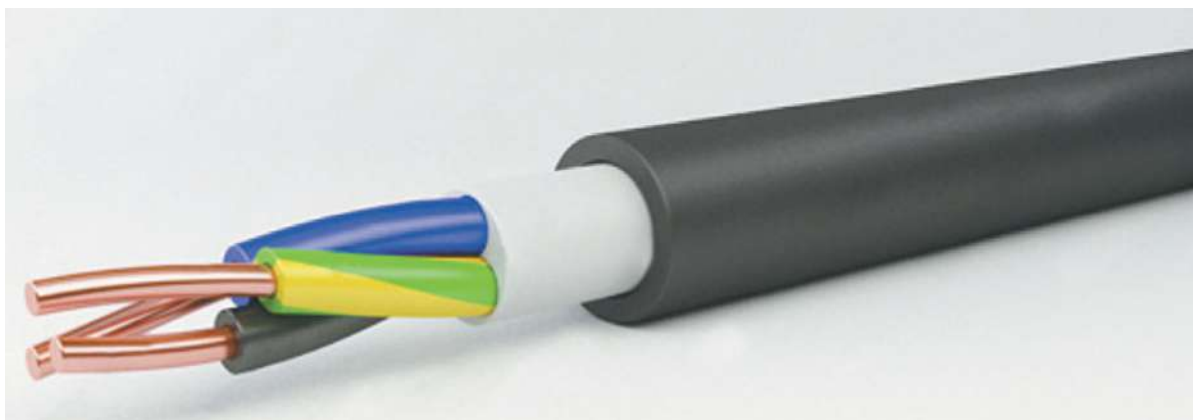
*Кабели марки АВВГ снабжены изоляцией и защитной оболочкой из ПВХ (как и ВВГ). В отличие от ВВГ они имеют алюминиевые жилы и не рекомендуются для монтажа стационарной проводки.*



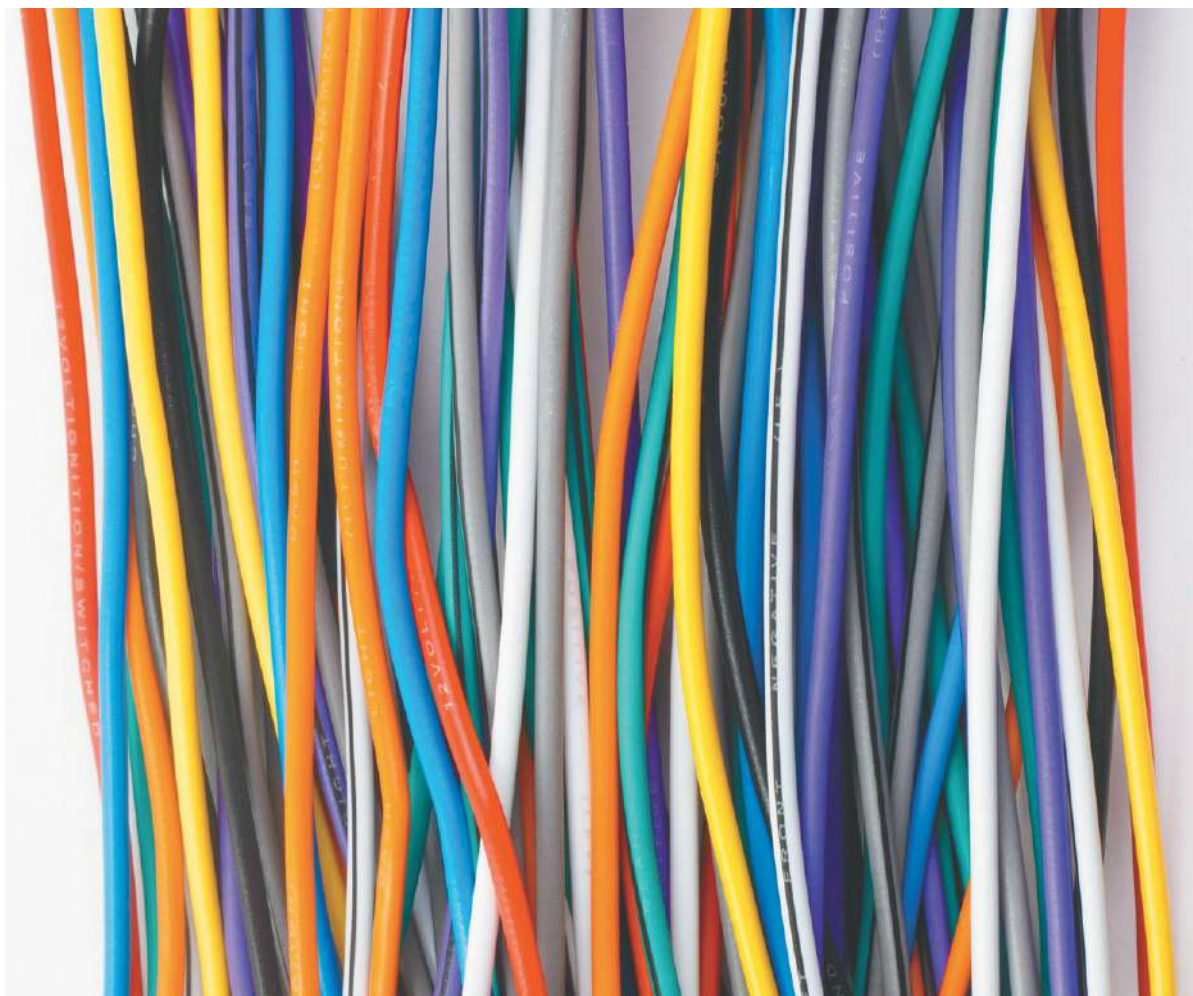
Трехжильные кабели марки ВВГ могут быть плоскими или круглыми. Минимальный радиус изгиба при прокладке одножильных кабелей — 10 наружных диаметров, многожильных — 7,5 наружного диаметра. Изгиб плоских кабелей выполняется в одной плоскости.

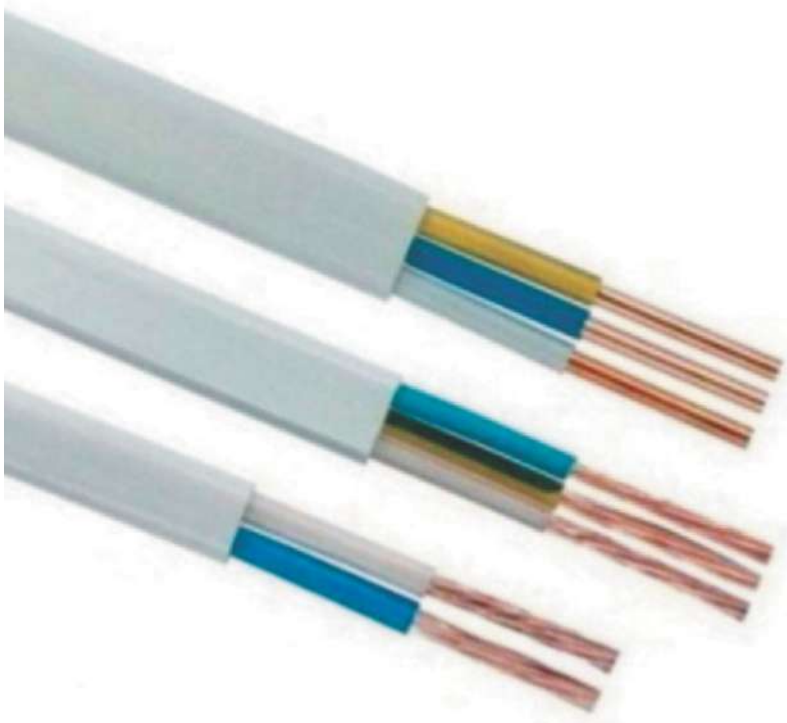
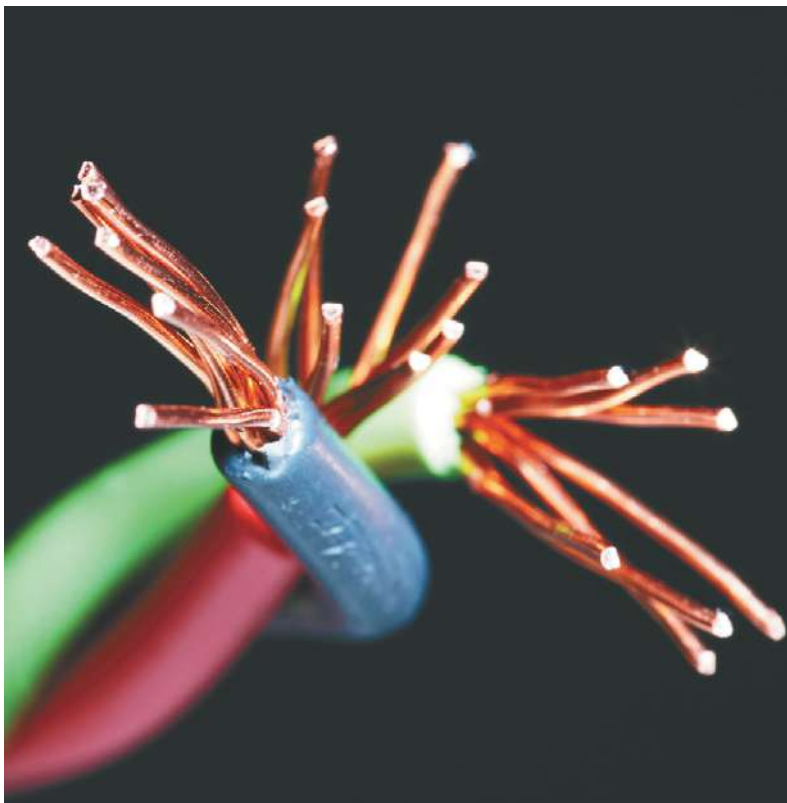


Многожильный кабель марки NYM с медными жилами имеет изоляцию жил и защитную оболочку из ПВХ-пластиката. Полость между изоляцией жил и внешней оболочкой заполнена невулканизированной резиновой смесью, которая играет роль дополнительной изоляции. Кабель NYM рассчитан на напряжение до 660 В и предназначен для прокладки открытой и скрытой проводки в кирпичной кладке, под штукатуркой или в бетоне в сухих и влажных производственных помещениях. Его применение на открытом воздухе возможно только вне прямого воздействия солнечного света. Эти кабели не рекомендуются для прокладки в земле.

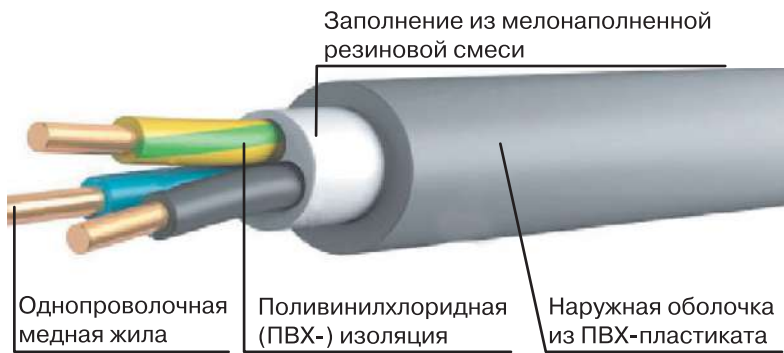


*Кабель марки NYM изготавливается по двум стандартам: ТУ – техническим условиям, определяемым заводом-изготовителем, и немецкому стандарту VDE. Кабель NYM, изготовленный по стандарту VDE, имеет более толстый слой изоляции, что положительно сказывается на надежности проводки. На внешней оболочке он маркируется характерным знаком VDE. У кабеля, изготовленного по ТУ, такой маркировки нет.*

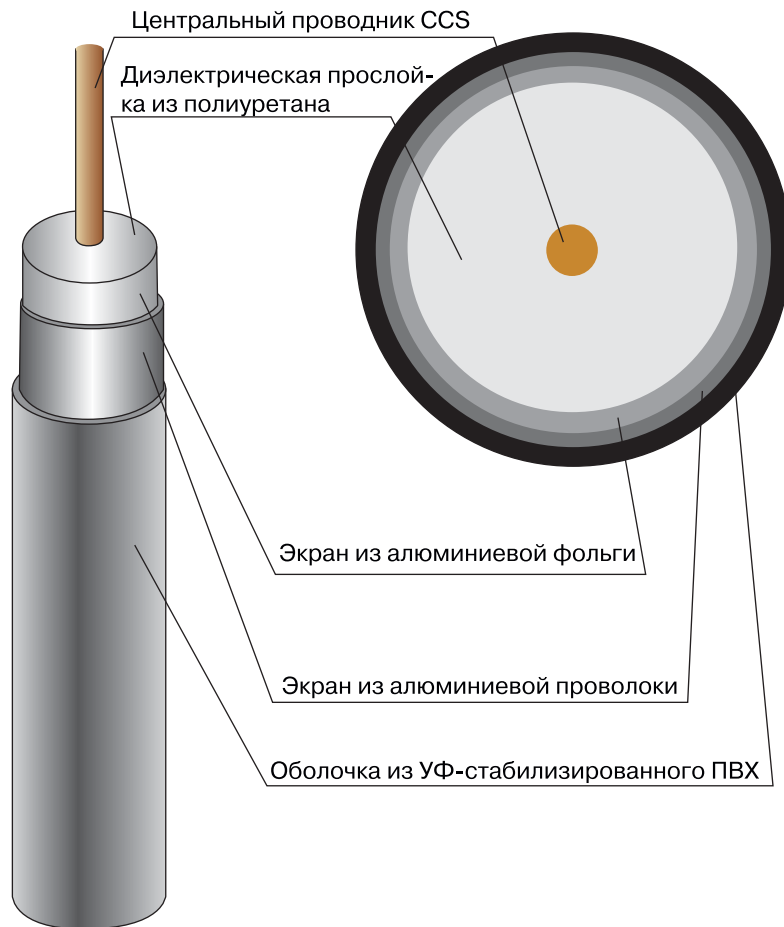




*В соответствии с ПУЭ 7-го издания, применение проводов ПУНП и ПУГНП запрещено к использованию для монтажа осветительных и силовых сетей в жилых, общественных, административно-бытовых зданиях и сооружениях и на промышленных предприятиях. В настоящее время несмотря на достаточно массовое предложение в торговой сети они отнесены к электро- и пожароопасным изделиям. Электрическое сопротивление их жил, толщина изоляции и оболочки, а также материал нормируются техническими условиями предприятий-изготовителей и не соответствуют требованиям государственных стандартов. Причинами высокой потенциальной опасности этих проводов зачастую являются конструктивное исполнение с нарушением требований стандартов, а также применение несоответствующих материалов, в том числе вторичного сырья.*



*В отличие от ВВГ, кабель НУМ бывает только круглого сечения, а промежуточное заполнение повышает его пожаробезопасность. Однако в силу конструктивных особенностей он, как правило, дороже кабеля марки ВВГ, а при его монтаже возникают определенные сложности при разделке концов.*



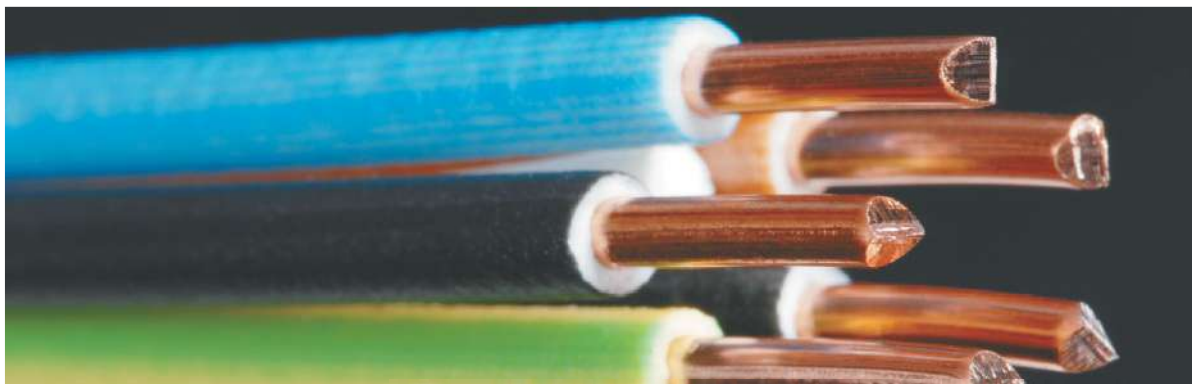
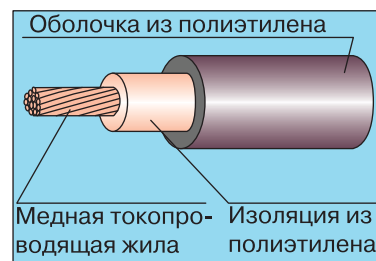
*Для передачи высокочастотного телевизионного сигнала применяется коаксиальный кабель, состоящий из расположенных соосно центрального проводника и экрана. Кабель этого типа используется также в компьютерных сетях и для передачи сигнала в системах видеонаблюдения.*

К сожалению, далеко не все производители при изготовлении кабелей придерживаются установленных стандартов. Бывают случаи, когда занижается сечение токопроводящих жил или уменьшается толщина изоляции или защитной оболочки. Некоторые производители для уменьшения себестоимости применяют более дешевые некачественные медь или алюминий. У таких кабелей токопроводимость жил и реальный срок службы могут быть значительно ниже, чем предусмотрено в ГОСТе или ТУ. Поэтому при выборе кабеля или провода предпочтение следует отдавать продукции только известных производителей.

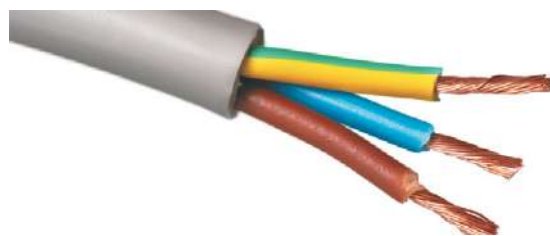




Провод ВПП предназначен для присоединения к электрическим сетям водопогружных электродвигателей, длительно работающих в воде артезианских скважин под давлением до  $7,09 \times 10^6$  Па при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+80$  °С. Он рассчитан на номинальное напряжение до 660 В с частотой 50 Гц. Это провод с медной скрученной жилой 2-го класса гибкости (ГОСТ 22483-77), с изоляцией из полиэтилена, в оболочке из светостойкого полиэтилена (исп. 1) или в однослойной изоляционно-защитной оболочке из светостойкого полиэтилена (исп. 2).



Диаметр токопроводящей жилы можно проверить штангенциркулем, а качество ее металла — путем многократного изгиба. Жила из качественной меди или алюминия должна легко гнуться и не пружинить, алюминий — выдерживать как минимум 7–8 изгибов, а медь — 30–40. Поверхность жилы после зачистки должна иметь чистый (бликующий) цвет без темных пятен. Если поверхность жилы неоднородна по цвету или с темными пятнами — это не электротехническая медь.



Провод ПВС — это круглый, гибкий медный провод со скрученными многопроволочными изолированными жилами и защитной оболочкой. Изоляция и оболочка провода выполнены из ПВХ-пластиката. Он, как правило, используется для присоединения электроприборов и электроинструментов с напряжением до 380 В, а также для изготовления удлинительных шнуров.



# Электромонтажные изделия и материалы



*Металлорукав — это гибкий трубопровод, изготовленный из стальной оцинкованной ленты и предназначенный для защиты от механических повреждений проводов и кабелей. Как правило, он используется при прокладке проводки внутри полых стен и потолков. Подсоединенный к защитному заземлению металлорукав обеспечивает действенную защиту от внешних электромагнитных излучений.*

Для качественного проведения электромонтажных работ в доме требуется выполнение множества операций с применением различных изделий и материалов. Сегодня рынок предоставляет широкий ассортимент изделий на все случаи

жизни. Сюда входят провода различного типа и сечения, крепежные изделия, коробки различного назначения, металлические и пластиковые рукава и многое другое. В этом разделе приводятся сведения об изделиях и материалах

общего назначения, широко применяемых при монтаже бытовой электропроводки. Конечно, без многого можно обойтись, если это не отражается на качестве и надежности смонтированной электрической системы.



*Гофрированные трубы ПВХ предназначены для защиты токоведущих элементов, различных электротехнических устройств, работающих при напряжении до 1000 В постоянного и переменного тока, частотой 50 Гц. Они также широко используются для защиты проводов, уложенных под цементной стяжкой пола.*

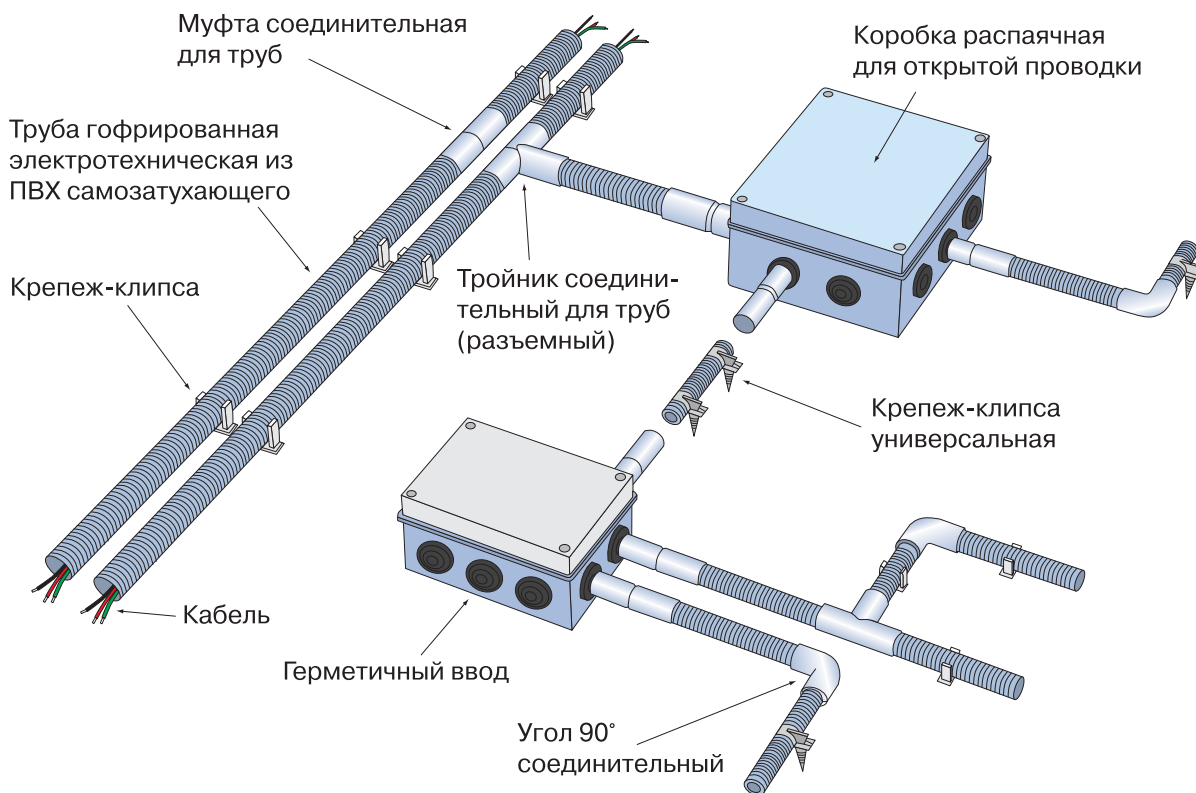




*Металлорукав в ПВХ-изоляции предохраняет провода и кабели от механических повреждений и обеспечивает защиту от поражения электрическим током. Кроме того, ПВХ-оболочка придает металлорукаву водонепроницаемость и устойчивость к вредному воздействию окружающей среды при температурах от  $-40$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .*



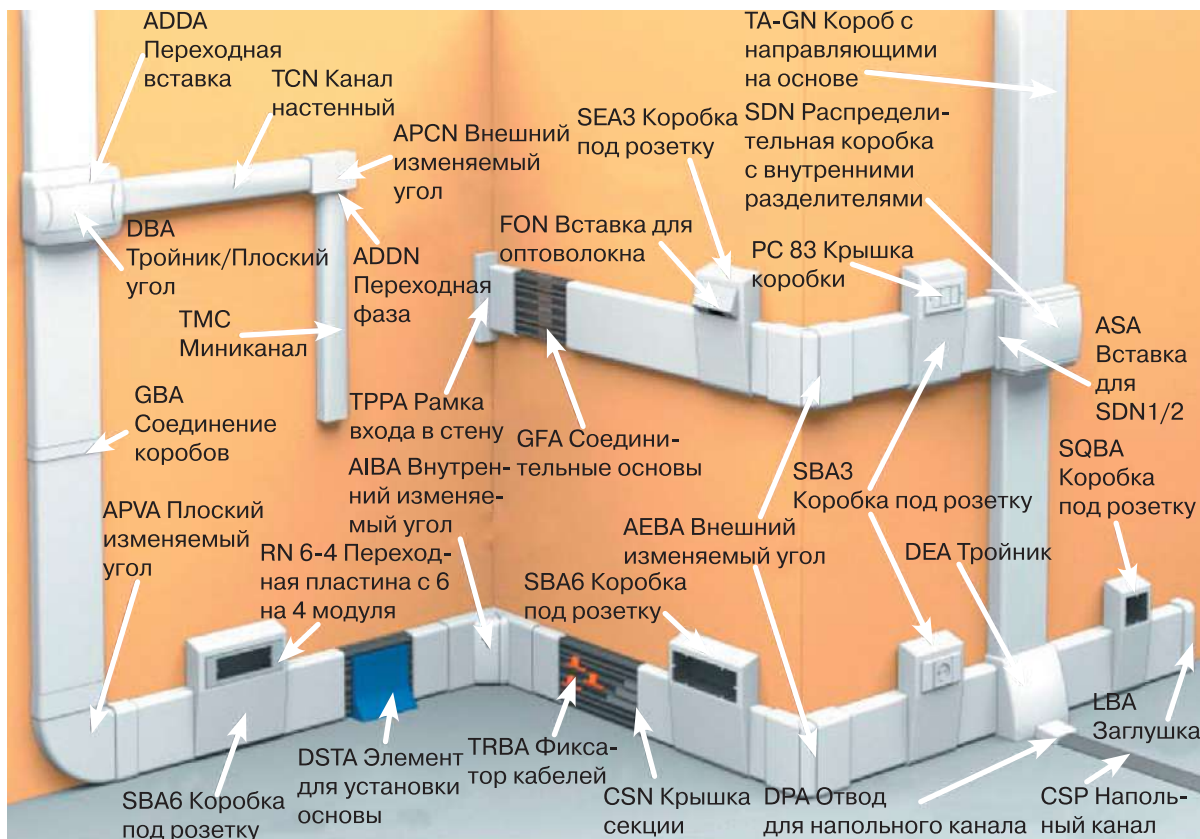
*Для монтажа скрытой проводки под стяжку или штукатурку могут использоваться гладкие пластиковые трубы. Такой способ, несмотря на дополнительные затраты, имеет свои преимущества. Труба обеспечивает проводу дополнительную защиту и позволяет легко заменить поврежденный участок проводки.*



Гофрированные трубы можно использовать совместно с пластиковыми фитингами, что позволяет создать эффективно защищенную от возгорания электрическую систему. Такая технология вполне подойдет для проводки в деревянном доме. Некоторое удорожание при этом вполне компенсируется значительным повышением безопасности и легкой сменяемостью поврежденных участков проводки.



Кабель-каналы из ПВХ применяются для защиты наружной проводки от механических повреждений. Эти изделия придают проводке эстетичный вид. Их материал пожаробезопасен и абсолютно экологичен. Кабель-каналы могут быть различного сечения и окраски и комплектоваться разнообразными аксессуарами, позволяющими создать единую функциональную систему электрического питания в помещении.

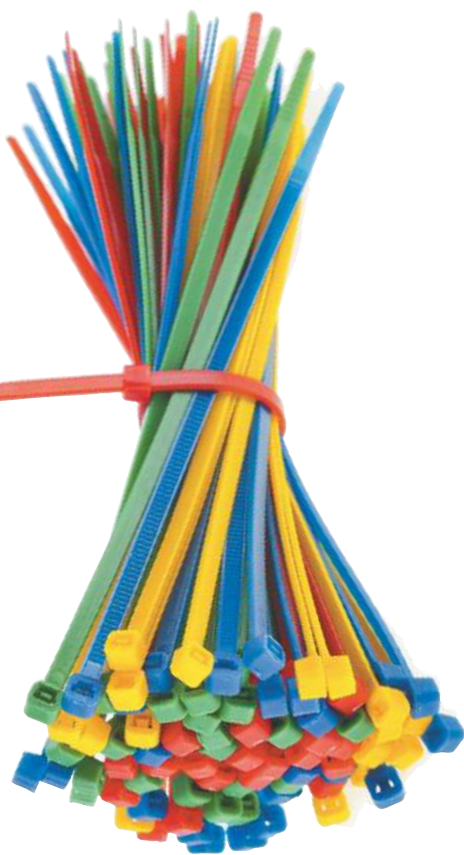
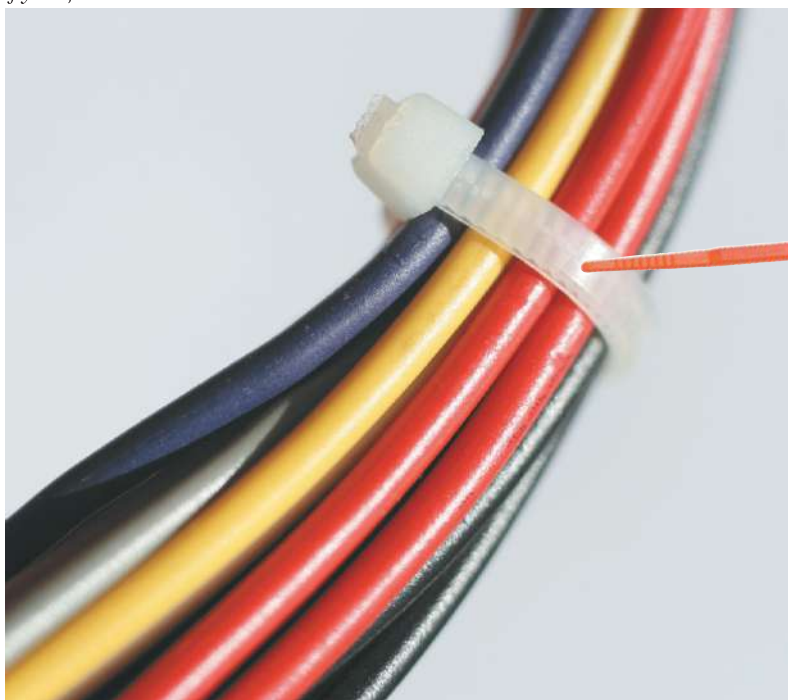


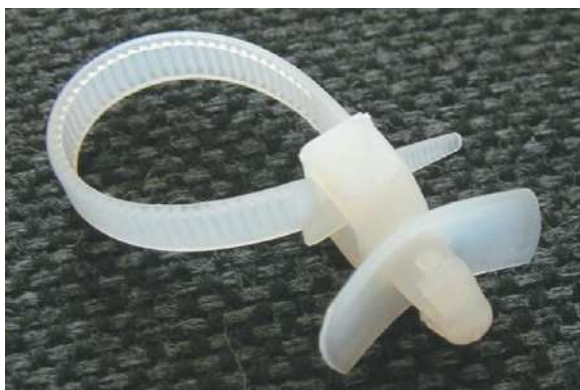
Для крепления кабелей и проводов к деревянным строительным конструкциям часто используются полипропиленовые скобы, которые закрепляются на поверхности при помощи гвоздей. Форма крепежной скобы (квадратная или круглая) выбирается в зависимости от вида кабеля (плоский или круглый). Размер скобы подбирается в соответствии с размерами провода.





*Стяжные хомуты используются для скрепления нескольких проводов в отдельные пучки. Широкая цветовая гамма хомутов позволяет применять их для маркировки проводов, выполняющих различные функции.*





*Дюбель-хомуты предназначены для крепления проводов к бетонным или кирпичным стенам.*



Распределительные коробки предназначены для разветвления проводов при скрытой или открытой электропроводке в помещениях различного назначения. В распределительной коробке можно также разместить элементы защиты от перенапряжения или клеммники для соединения нулевых и защитных проводов.



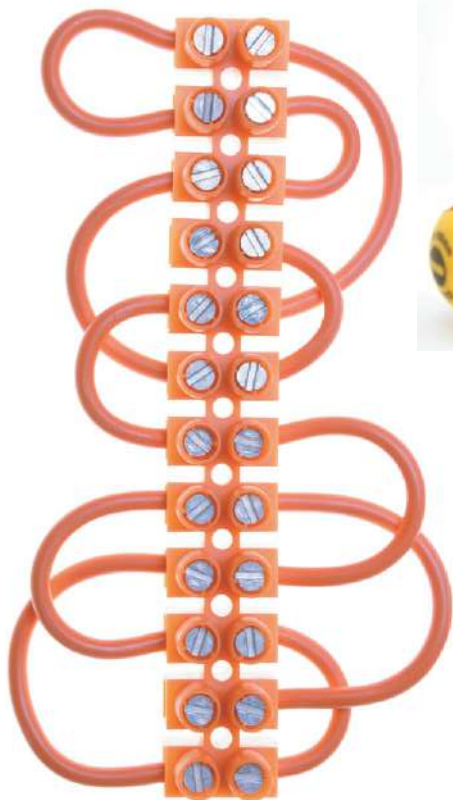


*В зависимости от места установки распределительные коробки могут иметь различную форму и быть как металлическими, так и пластмассовыми.*

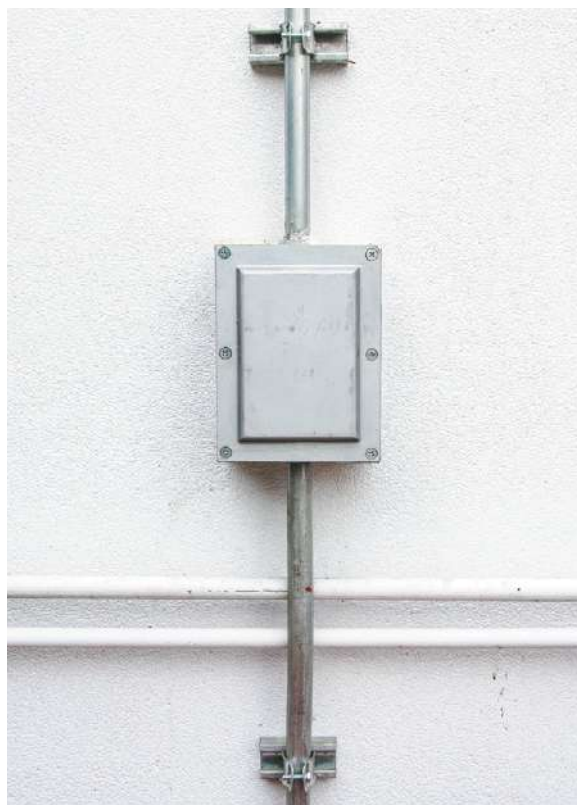


*При установке на улице следует использовать распределительные коробки во влагозащитном исполнении.*





*Клеммники различной конструкции предназначены для соединения как нулевых, так и фазных проводов. Благодаря винтовым зажимам они позволяют вытолнить быстрый и надежный монтаж.*



*Металлические распределительные коробки устанавливаются, как правило, в технических помещениях с повышенной пожароопасностью и влажностью.*

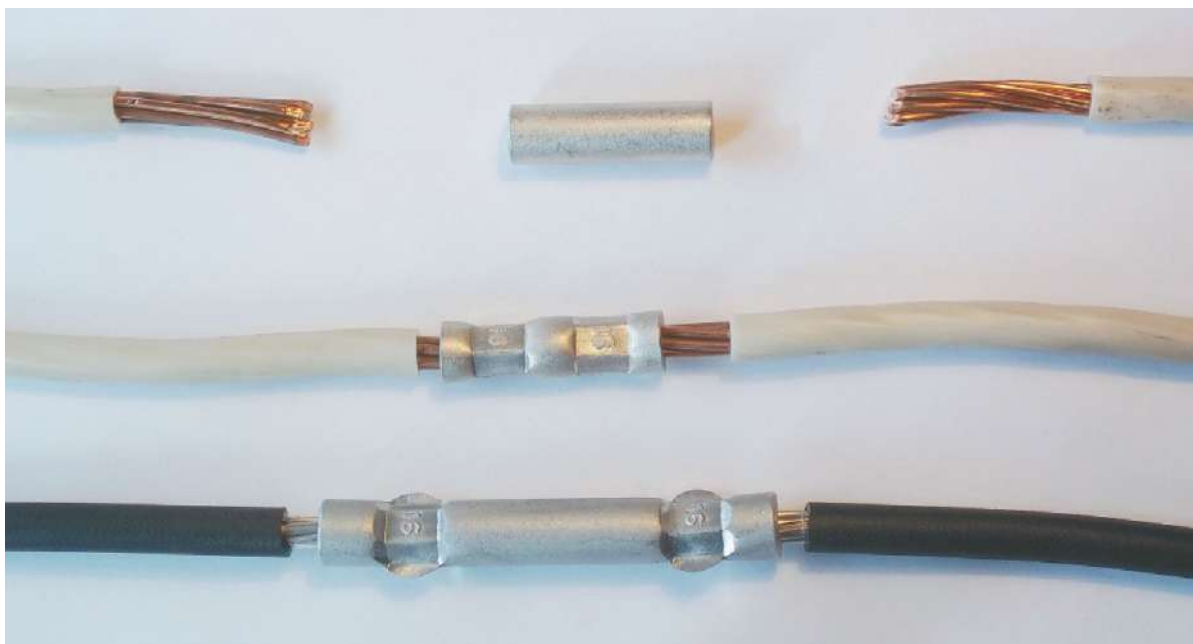


*Установочные коробки применяются для крепления электроустановочных изделий в деревянных, кирпичных и бетонных стенах, а также в обшивке из дерева или гипсокартона.*



*Гильзы соединительные различного диаметра используются для соединения проводов и кабелей с медными и алюминиевыми жилами посредством опрессовки специальными пресс-клещами. Медные гильзы применяются для опрессовки медных проводников, алюминиевые — для опрессовки алюминиевых проводников.*





*Для создания защищенного соединения методом опрессовки используются гильзы с изолирующим покрытием.*



*Наконечники кабельные применяются для оконцевания проводов и кабелей разных сечений для винтовых соединений. В зависимости от типа проводов эти изделия могут быть медными, алюминиевыми или алюминисево-медными.*

*Вилочные наконечники, как правило, используются для соединений, требующих быстрой разборки. Наконечники-гильзы предназначены для оконцевания многопроволочных гибких проводов, предназначенных для подключения к контактному винтовому зажимам электрооборудования. Они могут быть рассчитаны как на один, так и на два провода.*



Наконечники алюминиевые



Наконечники медно-алюминиевые



Наконечники медные удлиненные EDT



Наконечники медные луженые ESC



Наконечники медные луженые стандартные



Наконечники медные луженые облегченные



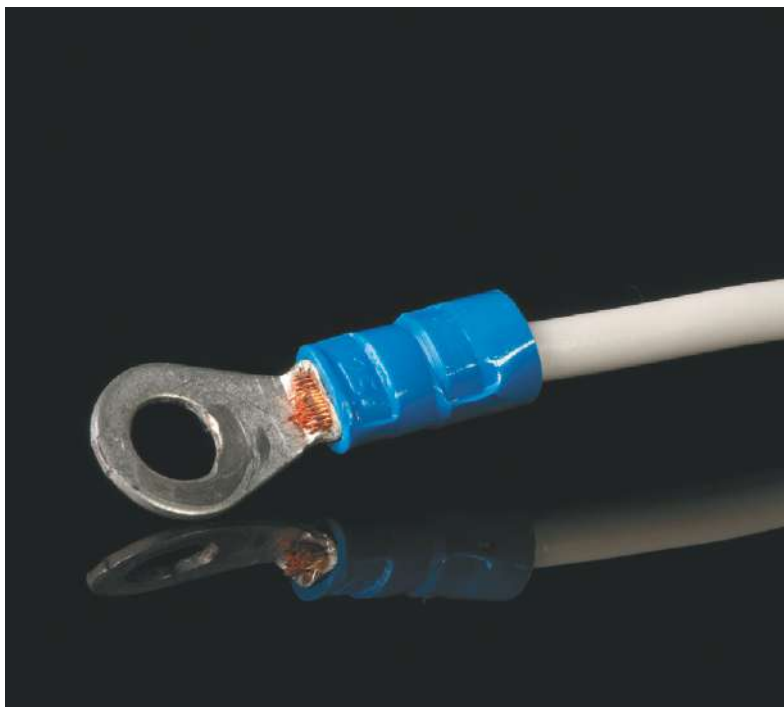
Наконечники медные луженые DIHe



Наконечники со штифтом



*Кабельные наконечники и оконцеватели предназначены для оконцевания жил кабелей и проводов с целью обеспечения электрического контакта с токоприемными элементами при помощи болтовых и винтовых зажимов.*



*Наконечники на проводе закрепляются методом опрессовки или пайки.*



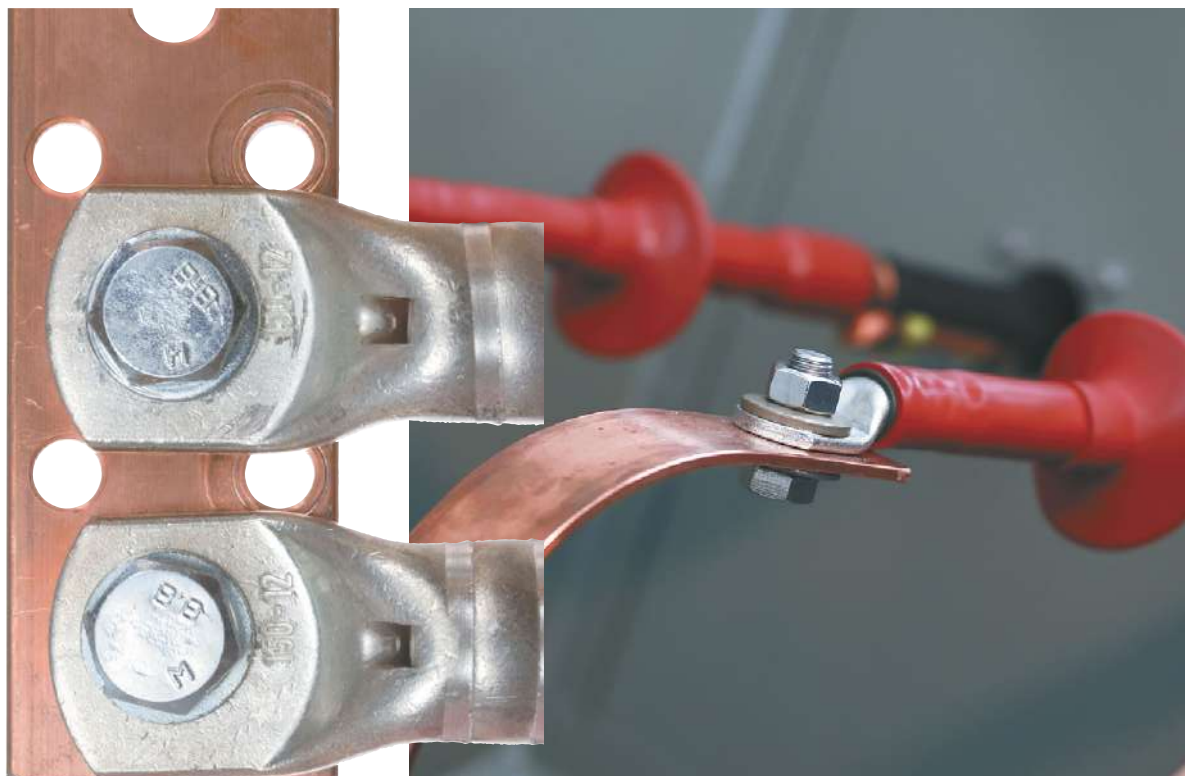
*Такие наконечники рекомендуется использовать в распределительных щитах для соединения проводников PEN и N с главной заземляющей шиной или при монтаже системы выравнивания потенциалов.*



*Наконечники изготавливаются из алюминия (для алюминиевых проводов) или меди (для медных проводов). В любом случае должна быть обеспечена однородность по виду металла в местах соединения для предотвращения образования гальванической пары и, как следствие, разрушения соединения. Луженые медные наконечники марки ТЛ допускается применять для опрессовки алюминиевых жил.*



Для проводов, присоединяемых к заземляющей шине, используются мощные наконечники, предназначенные для болтового соединения.

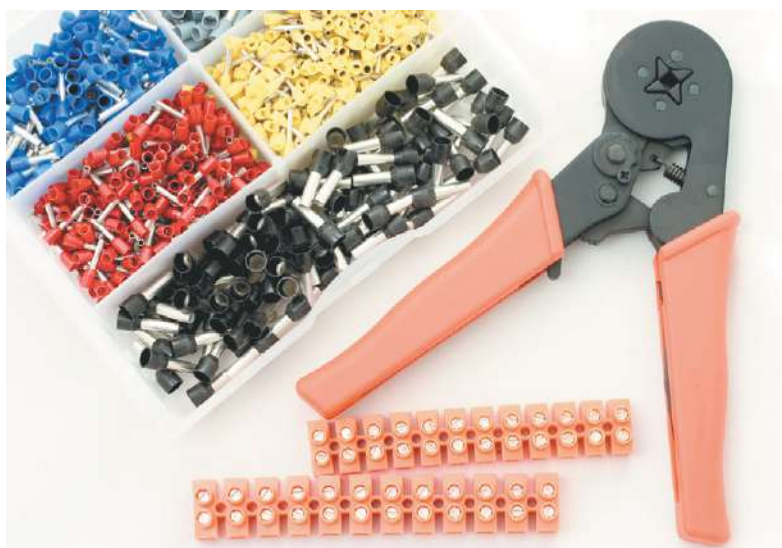


Наконечники с изолирующим покрытием соединяются с проводами способом опрессовки и обеспечивают эстетичное и аккуратное соединение.





Наконечники с винтовыми зажимами позволяют выполнить соединение с проводом без использования специальных инструментов.



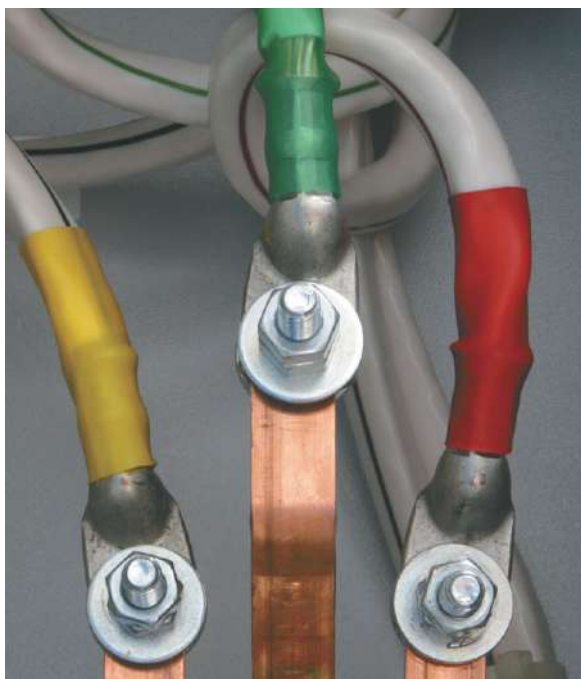
Такие наконечники используются для оконцевания гибких проводов с многопроволочными жилами при помощи специальных клещей. Концы проводов, обработанные таким образом, позволяют обеспечить надежный контакт в винтовых зажимах присоединяемых устройств.



Термоусадочные трубки — это изделия из полиолефина, главным свойством которых является способность уменьшать свой диаметр (усаживаться) под воздействием высокой температуры (от 70 до 120 °С) в несколько раз. При усадке трубка плотно охватывает предмет и обеспечивает тем самым механическую или электрическую защиту.



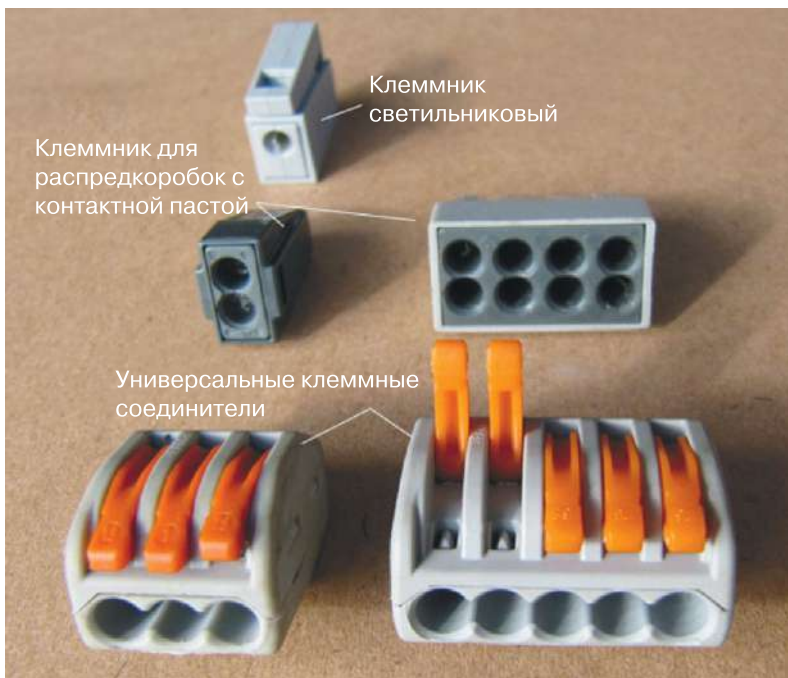
*Равномерный прогрев термоусадочной трубки осуществляют с помощью технического фена, газовой горелки или обычной зажималки. Процесс проходит достаточно быстро, что позволяет использовать термоусадочную трубку вместо изолянта.*



*Цветные термоусадочные трубки позволяют обеспечить электрическую защиту соединения и в то же время обозначить функциональную особенность провода (например, выделить фазные провода).*



Колпачки СИЗ позволяют быстро и качественно выполнить соединение двух или нескольких проводов, а также обеспечить их надежную изоляцию. При накручивании колпачка на соединенные проводники пружина, расположенная внутри, плотно обжимает оголенные жилы, создавая между ними надежный контакт с малым переходным сопротивлением.

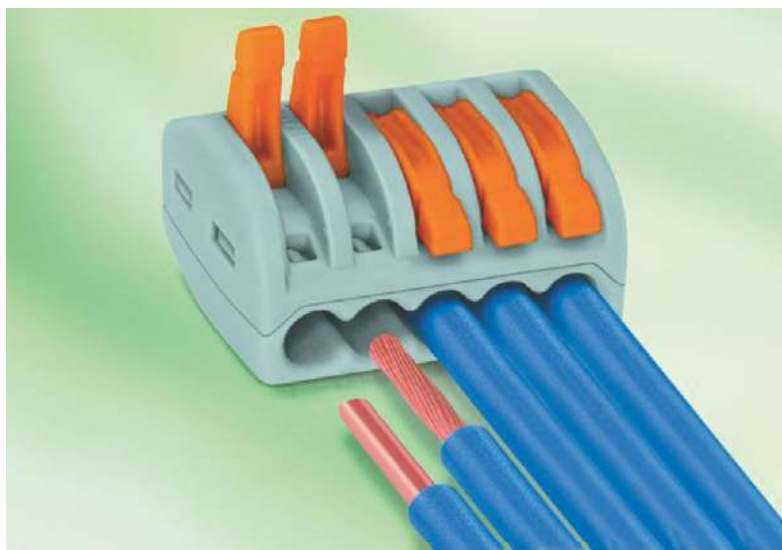


Клеммники «Wago» — это пружинные соединители, позволяющие надежно и быстро соединять медные или алюминиевые проводники в любой комбинации без использования инструментов.



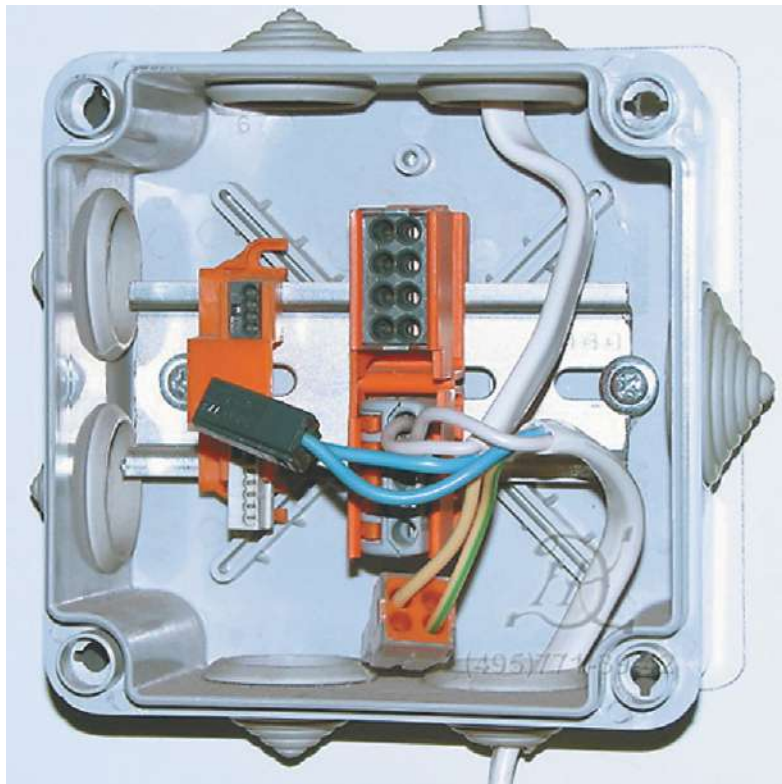


Колпачки СИЗ бывают разных размеров и цветов, что позволяет использовать их для проводов различного сечения и в то же время цветом обозначить определенные линии электрической системы.



Рычажные клеммники рассчитаны на ток до 32 А и гарантируют надежность контактов, исключая короткое замыкание и недопустимый нагрев в зоне соединения.

Клеммники широко применяются при монтаже бытовой электропроводки. Они обеспечивают надежный электрический контакт, хорошую изоляцию соединения и аккуратный компактный электро-монтаж проводников в распределительных коробках.





# Электроустановочные изделия



Электроустановочные изделия — это группа электрических устройств, которая рассчитана на постоянную установку (монтаж) в определенных установочных местах в сетях переменного и постоянного тока. В группу входят

различные розетки (сетевые, телефонные, компьютерные), выключатели, светорегуляторы, термостаты, датчики движения, таймеры, зуммеры, камеры наблюдения и т. д.

Современные электроустановочные изделия должны удовлетво-

рять определенным требованиям: простота установки, удобство в эксплуатации, надежность, безопасность и, конечно же, привлекательный внешний вид.

Следует помнить, что надежность внутренних электрических сетей дома или квартиры зависит не только от правильного выполнения электромонтажных работ, но и от качества используемых электроустановочных изделий. Правильный подбор электроуста-



*По способу монтажа электроустановочные изделия могут быть внутренними и внешними. В каждом изделии предусматривается один или несколько вариантов крепления. Способы крепления зависят от назначения самого устройства, места его установки, конструкции корпуса, условий эксплуатации и т. д.*

новочных изделий и подключаемых к ним бытовых электрических приборов по номинальному значению тока (допустимой нагрузке) и месту установки является главным условием их безопасной эксплуатации. Например, для розетки, предназначенной на ток в 6 А, предельно допустимая нагрузка составит 1,3 кВт, для розетки на ток в 10 А — 2,2 кВт, для розетки на ток в 16 А — 3,5 кВт. Указанные значения справедливы лишь

при условии соответствия сечений подводящих проводов. Обычные бытовые розетки имеют номинальное значение тока 10 А или 16 А, а выключатели — 10 А.

Для выбора и приобретения электроустановочных устройств необходимо изучить их основные типы, принципы и допустимые режимы работы, а также определить степень надежности выбираемых конструкций. Кроме того, выбор

устройств должен учитывать условия их эксплуатации. Например, для помещений с повышенной влажностью (ванная комната) используются электроустановочные изделия во влагозащищенном исполнении.

Некоторые изделия, предназначенные для наружной установки в саду или на фасаде дома, предлагаются в исполнении с невозможностью их разборки при помощи обычного инструмента.



*Внутренние устройства используются для скрытой проводки. Они не имеют своего защитного корпуса, а их открытые токоведущие элементы располагаются в углублениях стен внутри монтажных коробок. К монтажной коробке они могут крепиться через раздвижные лапки-распорки или путем фиксации саморезами (второй способ надежнее).*



*Современные крупные производители, как правило, предлагают широкий ассортимент электроустановочных изделий, которые могут отличаться по дизайну, используемым материалам, а также конструктивным особенностям.*





*Выбирая серию электроустановочных устройств, следует в первую очередь руководствоваться критериями безопасности, надежности, функциональности, эстетичности. Необходимо заметить, что стоимость функционально идентичных устройств у разных производителей порой отличается на порядок.*



*В настоящее время дизайн электроустановочных изделий отличается разнообразием — от классических форм до моделей, придающих интерьеру черты индивидуальности. Цветовая палитра этих приборов способна удовлетворить самый изысканный вкус.*



При выборе электроустановочных изделий для собственного жилища следует учитывать удобство и комфорт. Так, жесткое срабатывание механизма выключателя или тугое извлечение вилки из розетки могут испортить впечатление даже от качественно смонтированной системы электроснабжения. Кроме неудобств, чрезмерно тугая пара «вилка—розетка» может представлять и определенную опасность, так как при многократном включении/выключении вилки ослабляется крепление самой розетки в установочной коробке. С другой стороны, если вилка входит в розетку свободно, то такая пара не сможет обеспечить гарантированный электрический контакт, что неизбежно приведет к нагреву корпуса розетки и даже оплавлению или возгоранию.

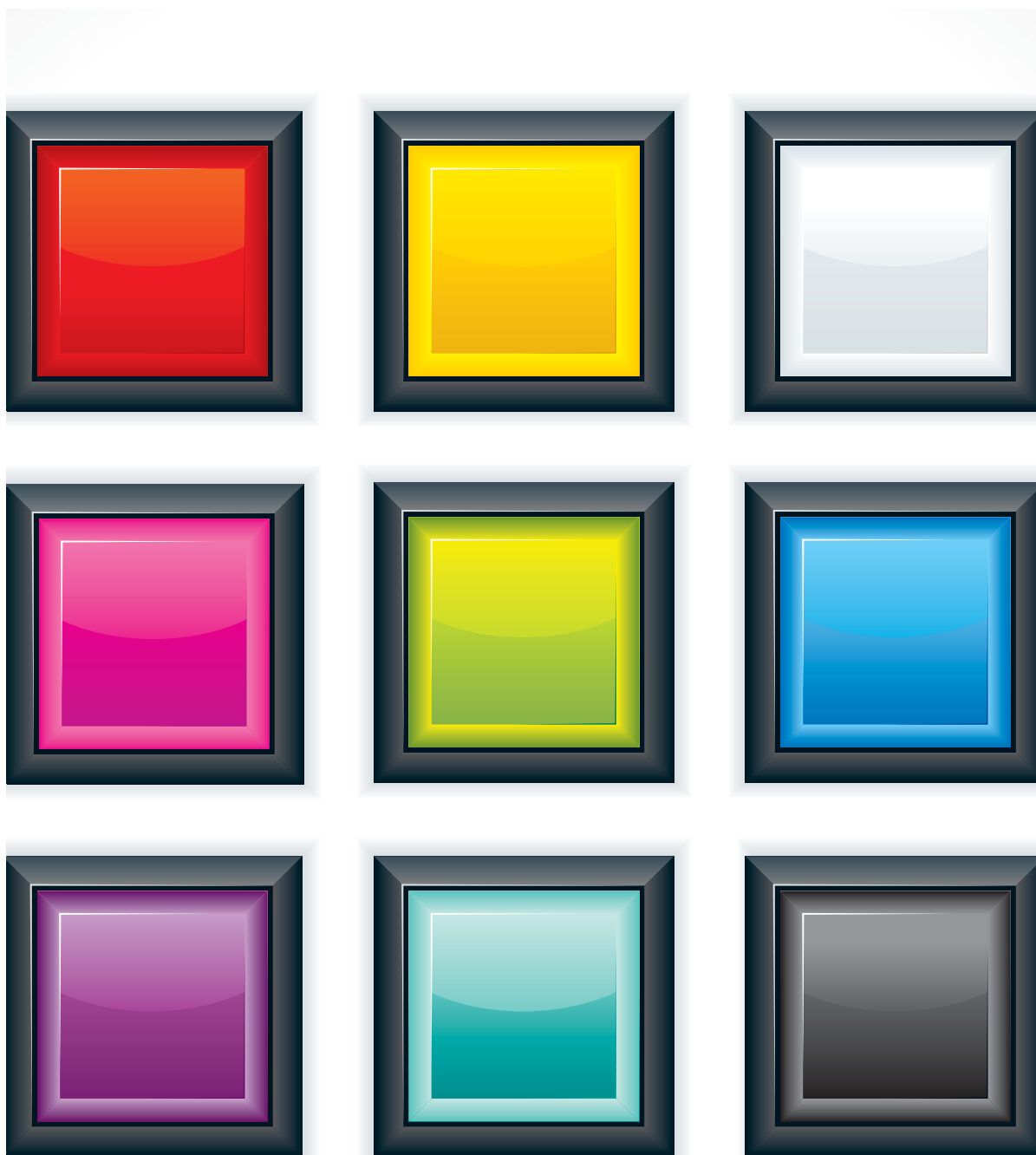


Электроустановочные изделия, как и вся электропроводка, рассчитываются на эксплуатацию в течение 20–30 лет. Однако из-за ненадежного крепления, повышенных нагрузок, производственных дефектов или неправильного подключения некоторые из устройств выходят из строя значительно раньше. Чаще всего большинство неисправностей возникает в них либо в начальный период из-за проявления скрытых производственных дефектов, либо после продолжительной работы в результате естественного износа.

*К электроустановочным устройствам, как правило, относят и обычные удлинители с вилкой на одном конце и блоком розеток — на другом. В блок розеток иногда встраиваются системы помехоподавления и устройства защиты от скачков напряжения в питающей сети. Есть удлинители с устройством защитного отключения (УЗО), которые практически мгновенно отключают нагрузку в случае возникновения малейших токов утечки.*

Каждое электроустановочное изделие (в зависимости от назначения) имеет свою маркировку, в которой указаны значения тока и напряжения, а также код, указывающий на степень защиты от внешних воздействий. Код состоит из букв IP (International Protection) и следующих за ним двух цифр. Первая (от 0 до 6) указывает на степень защиты устройства от проникновения внутрь него посторонних предметов и пыли. Вторая (от 0 до 8) — на стойкость к воздействию влаги. Большинство розеток и выключателей, предназначенных для установки в помещениях с обычными условиями, имеют степень защиты IP20, устройства для помещений с повышенной влажностью (ванная комната) — IP44.





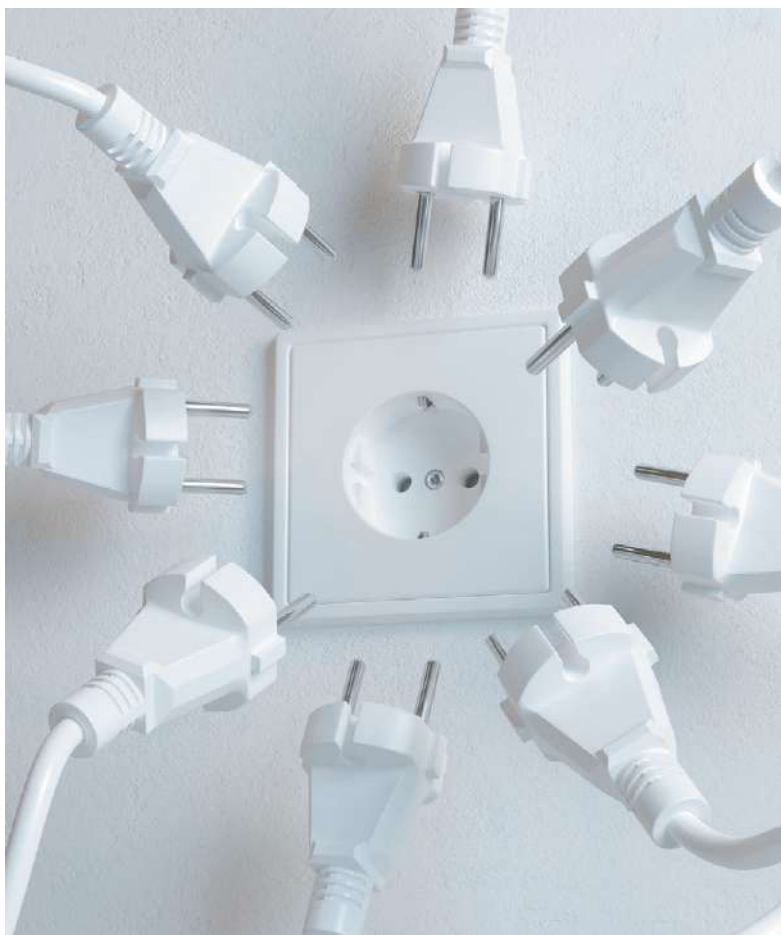
*На практике часто приходится встречаться с ситуацией, когда выбранная серия электроустановочных изделий не обеспечена необходимым ассортиментом. Во избежание возникновения подобных проблем необходимо удостовериться, что предлагаемый ряд изделий включает в себя все необходимые устройства и аксессуары.*

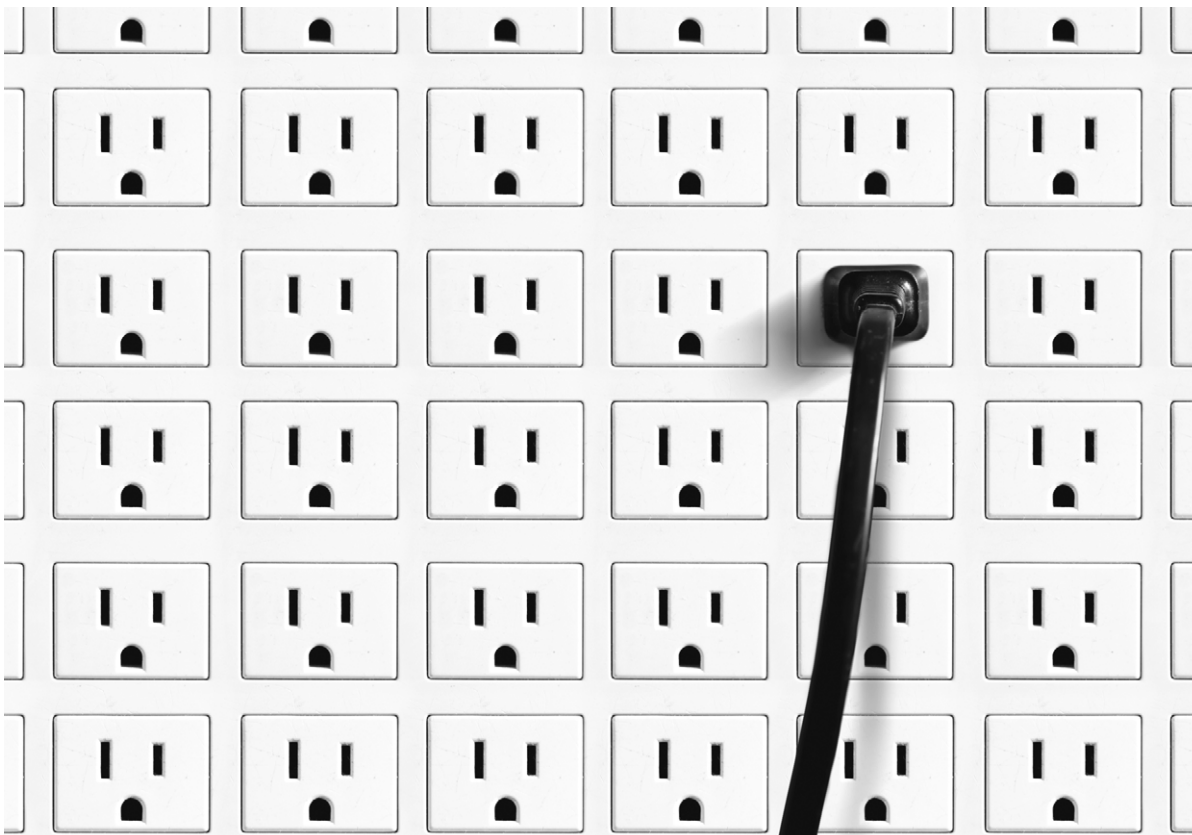


## Розетки

Розетка — это электротехническое устройство, предназначенное для подключения к электрической сети различных приборов и агрегатов. Основной характеристикой розетки является номинальный ток, при котором она должна сохранять работоспособность в течение всего срока эксплуатации. Обычные розетки рассчитаны на ток 10, 16 А, т. е. предназначены для обеспечения энергией приборов мощностью не более 2–3 кВт. Превышение этих значений может привести к перегрузке контактной пары («вилка—розетка») и аварийной ситуации. Розетки бывают с заземлением или без него.

Защитное заземление обеспечивает защиту электроустановки и оборудования, а также защиту людей от воздействия тока. В каждом доме есть достаточное количество приборов, заземление которых обязательно. Как правило, это устройства с большой потребляемой мощностью — электроплиты, стиральные машины и т. д.







Обычная розетка имеет два контакта (фаза и рабочий ноль). Розетка с заземлением имеет третий контакт, соединенный с заземляющим проводом. Через него в землю отводится статическое электричество, а также опасные напряжения и токи, возникающие в приборах в результате пробоя на корпус. Специально для детских комнат разработаны розетки с защитными крышками или шторками, открывающимися только при установке вилки.

Розетка для внутреннего монтажа не имеет своего корпуса и устанавливается в монтажную коробку.





*Надежное соединение контактов розетки с проводкой обеспечивается винтовыми зажимами, требующими определенного усилия при затяжке.*

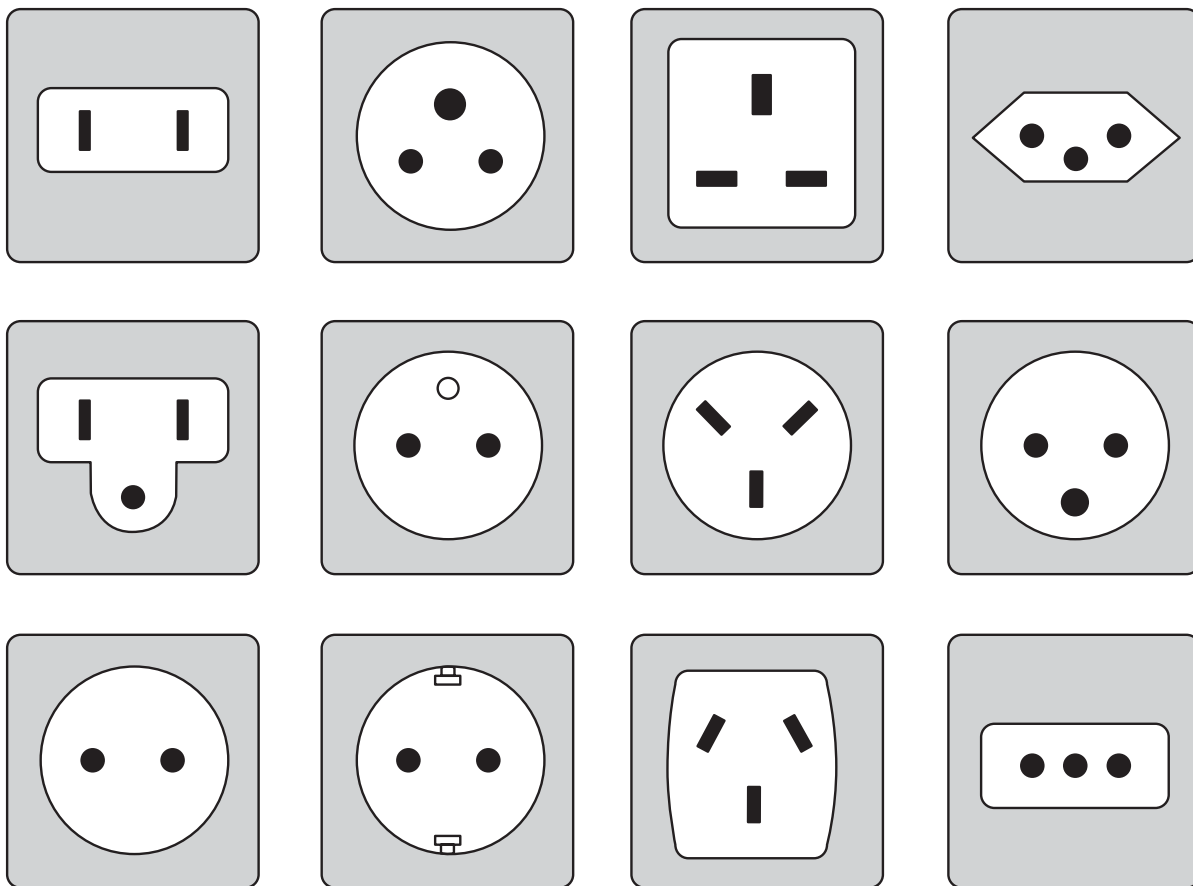




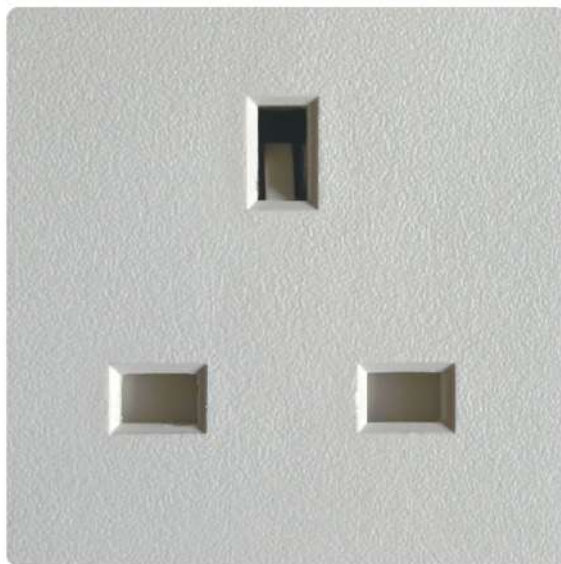
*Наружные розетки заключены в корпус, который может иметь различное исполнение. Такие розетки монтируются поверх установочной поверхности из негорючего материала.*



*Непрерывным условием безаварийной работы розетки является надежность контактного соединения пары «вилка—розетка», т. е. штырьки вилки должны плотно соединяться с гнездами розетки. При этом сначала происходит соприкосновение заземляющих контактов, а затем — контактов, проводящих электрический ток.*



*При современном разнообразии электрических приборов различного назначения и различной мощности следует помнить, что они могут комплектоваться разными по конструкции и внешнему виду вилками и поэтому им должны соответствовать и розетки (как по конструкции, так и по электрическим характеристикам).*



Розетки (вилки) с тремя плоскими контактами предназначены для подключения мощного оборудования (электрических плит, духовок и т. д). Третий контакт (желто-зеленый провод) обеспечивает надежное защитное заземление. Кроме того, вилки могут дополнительно оснащаться плавким предохранителем.



Некоторые производители предлагают розетки со встроенным реле напряжения, которое разрывает электрическую цепь при изменении напряжения в сети ниже или выше допустимых пределов. После восстановления параметров реле включается автоматически.





Существуют розетки, нейтрализующие замыкание проводника на корпус прибора (например, стиральной машины). Они оснащены устройством защитного отключения (УЗО), и при соприкосновении тела человека с находящимся под напряжением корпусом розетка автоматически отключает прибор от сети.



Очень удобным дополнением к обычной розетке является встроенный в блок выключатель, позволяющий отключить прибор от сети, не вытаскивая вилку.





Используемые в настоящее время виды розеток могут выпускаться в различных исполнениях, отличающихся степенью пыле- и влагозащитности этих изделий. Для размещения внутри закрытого помещения, например, используются изделия со степенью защищенности IP20, для туалета и ванной комнаты – IP44.



Уличные розетки изготавливаются со степенью влагозащитности IP65 и выше и с защитными крышками для безопасности. Они имеют также и повышенную механическую прочность.



Некоторые модели розеток оснащены «катапультной», которая срабатывает при нажатии специальной кнопочки и выталкивает вилку. Такая конструкция предохраняет элементы крепления розетки от разрушения и позволяет сохранить надежность электрического контакта.



В одном блоке с обычной розеткой могут устанавливаться и специальные разъемы для подключения к телефонным и компьютерным сетям и сетям кабельного телевидения.

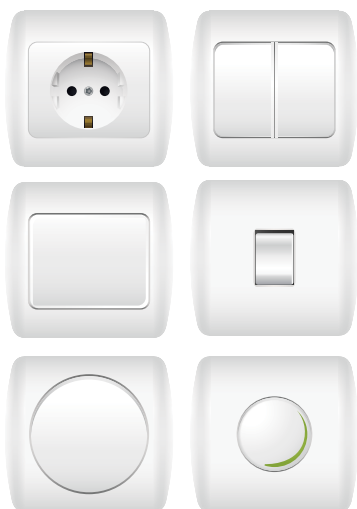


## Выключатели

Выключатель — это электро-техническое устройство, позволяющее управлять режимом ос-

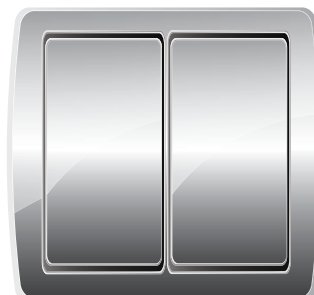
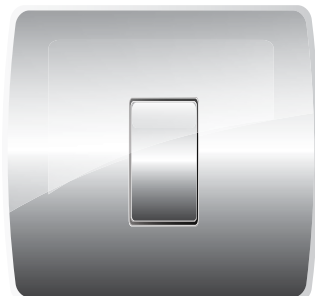
вещения в помещениях. Несмотря на такую простую функцию, ассортимент этих приборов отличается большим разнообразием

и по дизайнерскому решению, и по способу установки, и по дополнительным функциональным возможностям.



Большинство выключателей рассчитано на максимальный ток, не превышающий 10 А, но некоторые из них могут устанавливаться в цепях с током до 16 А.

Приобретать выключатели следует в специализированных магазинах, которые могут дать гарантию качества. Здесь же можно получить и необходимую консультацию о технических особенностях и характеристиках той или иной модели. Особое внимание следует обратить на маркировку изделия, где должны быть указаны напряжение и ток.

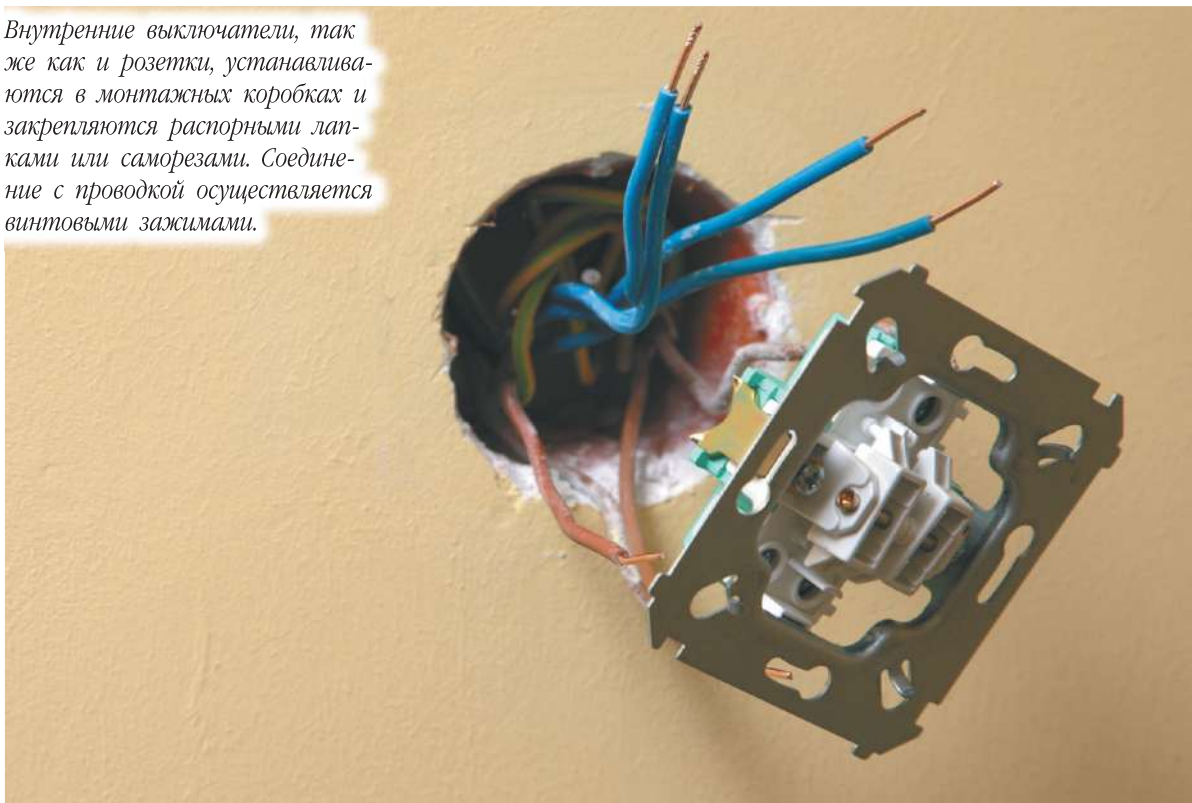


По способу установки выключатели могут быть предназначены для открытого или скрытого монтажа. Они бывают поворотные, кнопочные или клавишные.





*Внутренние выключатели, так же как и розетки, устанавливаются в монтажных коробках и закрепляются распорными лапками или саморезами. Соединение с проводкой осуществляется винтовыми зажимами.*



*В зависимости от количества коммутируемых цепей розетки могут быть одно-, двух- или трехклавишными.*



Многие модели выключателей снабжены подсветкой для определения их местонахождения в темном помещении, а также для индикации режима «включено—выключено».





*В настоящее время широко используются проходные и крестовые выключатели. Внешне они не отличаются от обычных, но включенные в цепь освещения определенным образом эти приборы позволяют организовать управление освещением из двух или нескольких точек. Такие схемы используются в освещении длинного коридора или лестницы.*



## ***Многофункциональные устройства***

Современные достижения микроэлектроники позволили существенно расширить ассортимент электроустановочных устройств, придав им дополнительные функции. Так, имеются выключатели с сенсорным управлением — для их включения достаточно легкого прикосновения. Существуют приборы, позволяющие управлять исполнительными устройствами практически без участия человека. Дополнительные удобства пользователю предоставляют электроустановочные устройства с дистанционным управлением.

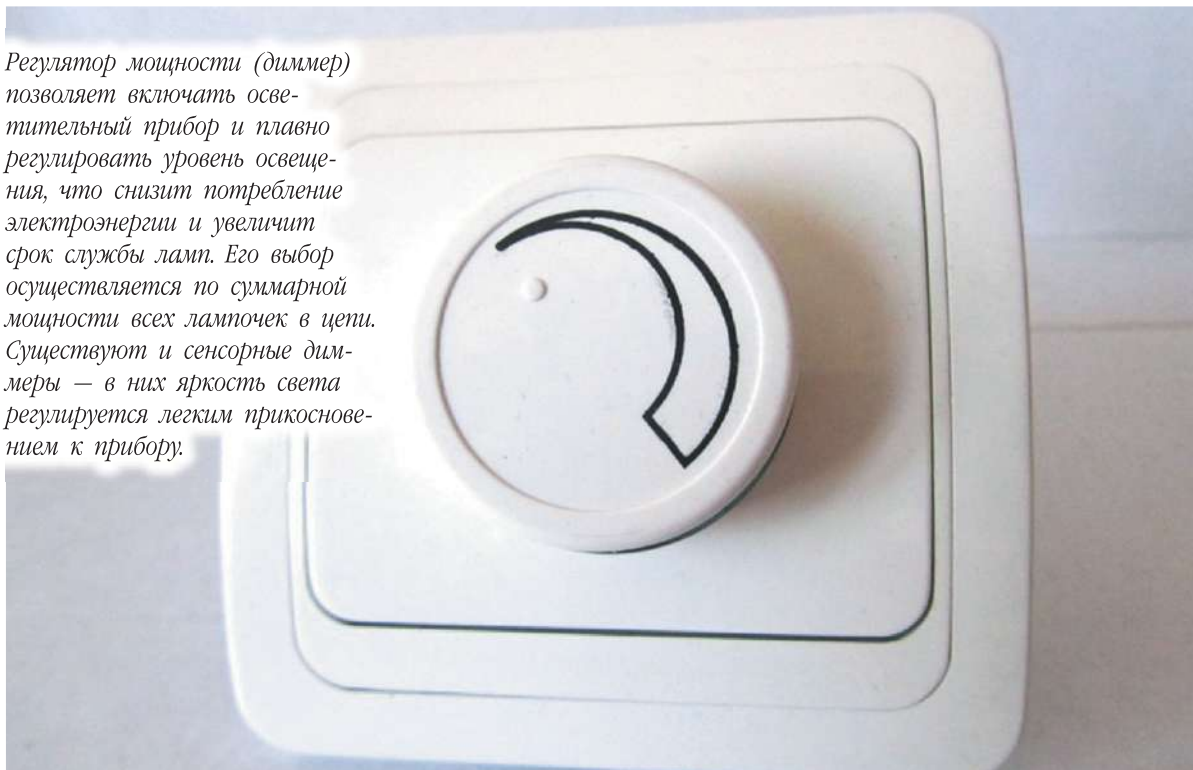




*Датчик движения может автоматически включать освещение при входе человека в помещение.*

*В зависимости от уровня освещенности (яркости) окружающего пространства датчик освещенности обеспечивает автоматическое включение и выключение всех типов светильников. Он позволяет снизить потребление электрической энергии, так как срабатывает только в то время и в тех зонах, когда освещение необходимо (входная дверь, веранда, гараж и т. д.).*

*Регулятор мощности (диммер) позволяет включать осветительный прибор и плавно регулировать уровень освещения, что снизит потребление электроэнергии и увеличит срок службы ламп. Его выбор осуществляется по суммарной мощности всех лампочек в цепи. Существуют и сенсорные диммеры — в них яркость света регулируется легким прикосновением к прибору.*





*Устройство со встроенным таймером выключения автоматически прекращает подачу электричества через определенное время, что позволяет не беспокоиться по поводу включенных и забытых электроприборов.*



*Выключатель с дистанционным пультом управления — это достаточно сложное устройство, которым управляет настоящий микропроцессор. При помощи пульта можно не только включать или выключать светильник, но и регулировать яркость света и даже запрограммировать определенное время включения (выключения).*





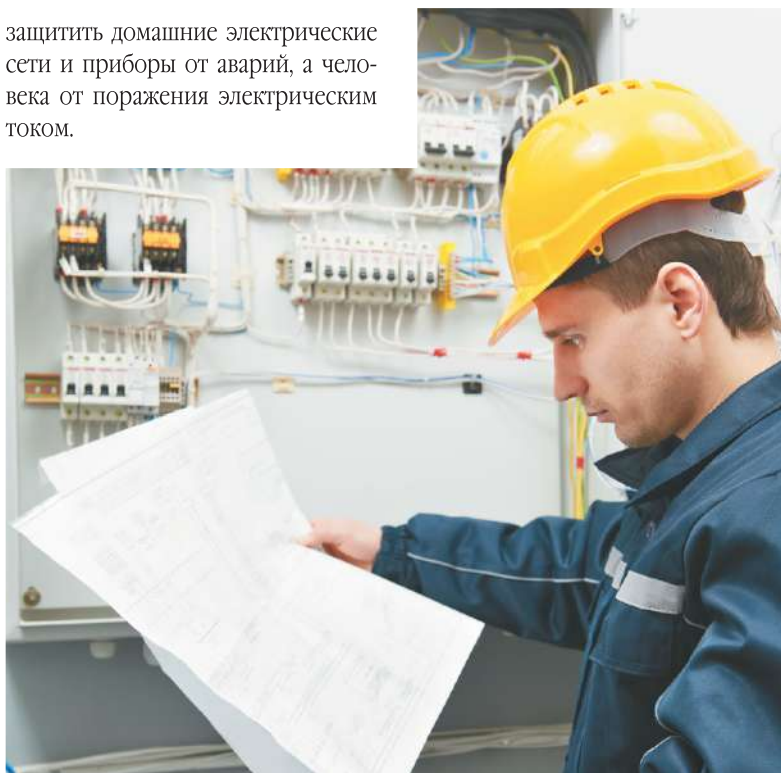
# Защитные устройства

Рост уровня жизни и увеличение энергопотребления привели к ужесточению требований к электробезопасности нашего жилья.

В электрической сети могут возникать значительные токи, вызванные перегрузкой или коротким замыканием, тогда происходит соприкосновение токоведущих частей с токопроводящими элементами, часто случаются перепады сетевого напряжения. Так, иногда его значения могут быть ниже допустимого уровня, а иногда достигают свыше 400 В. Значительные скачки напряжения могут возникать из-за включения мощных нагрузок, междуфазного замыкания или обрыва нулевого провода в сети. А разряд молнии способен вызвать появление в воздушной линии электропередач импульсов напряжения от сотен до нескольких тысяч вольт и длительностью от единиц до тысяч микросекунд. Наиболее опасными являются перенапряжения (отклонения в большую сторону), так как именно они приводят к поломке дорогостоящей бытовой техники и созданию различных аварийных ситуаций.

Для защиты внутренней сети и домашней электротехники от «плохого» электричества применяются специальные защитные устройства, разрывающие электрическую цепь при аварийных ситуациях. К числу таких устройств относятся пробки, автоматические выключатели, устройства защитного отключения (УЗО), устройства защиты от перенапряжения (УЗИП), реле напряжения (РН) и т. д. Все они (за редким исключением) монтируются в распределительных щитах на вводе в дом и позволяют надежно

защитить домашние электрические сети и приборы от аварий, а человека от поражения электрическим током.



**К числу наиболее распространенных аварийных ситуаций относятся следующие:**

- короткое замыкание, возникающее при соединении фазного и нулевого (или фазных) проводников и приводящее к их стремительному нагреванию и возникновению пожароопасной ситуации;
- перегрузка, возникающая при подключении к сети мощных приборов, вызывающих превышение силы тока сверх нормы, допустимой для данной проводки, что также приводит к ее разрушению, но за более продолжительное время;
- утечки тока на участке цепи, вызванные соприкосновением токоведущего провода с корпусом или повреждением изоляции;
- перепады напряжения (как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения), приводящие к нарушению нормальной работы электроприборов и сокращению сроков их службы или выходу из строя;
- кратковременные импульсные напряжения, достигающие иногда нескольких сотен и даже тысяч вольт, возникающие, как правило, из-за аварий во внешней сети или грозových разрядов.



## **Плавкие предохранители**

Самым простым устройством защиты от короткого замыкания или перегрузки является плавкий предохранитель, установленный в несгораемый корпус, называемый электрической пробкой. При увеличении значения электрического тока в цепи выше номинального тонкая проволока предохранителя расплавляется и разрывает электрическую цепь, защищая проводку от перегрева и возгорания.



*В зависимости от назначения в пробку могут устанавливаться плавкие предохранители с различными значениями номинального тока. В бытовой сети квартиры или коттеджа они, как правило, имеют величину от 10 до 32 А.*



*Недостатком плавкого предохранителя является относительно большое время срабатывания на короткое замыкание. Далеко не всегда защищает пробка и от поражения человека электрическим током. Кроме того, после срабатывания плавкий элемент пробки требует замены.*



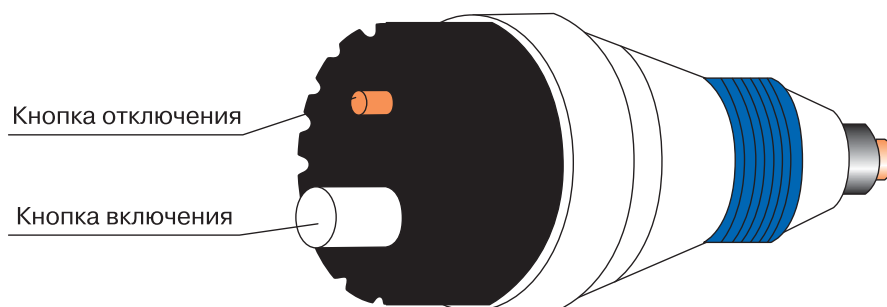
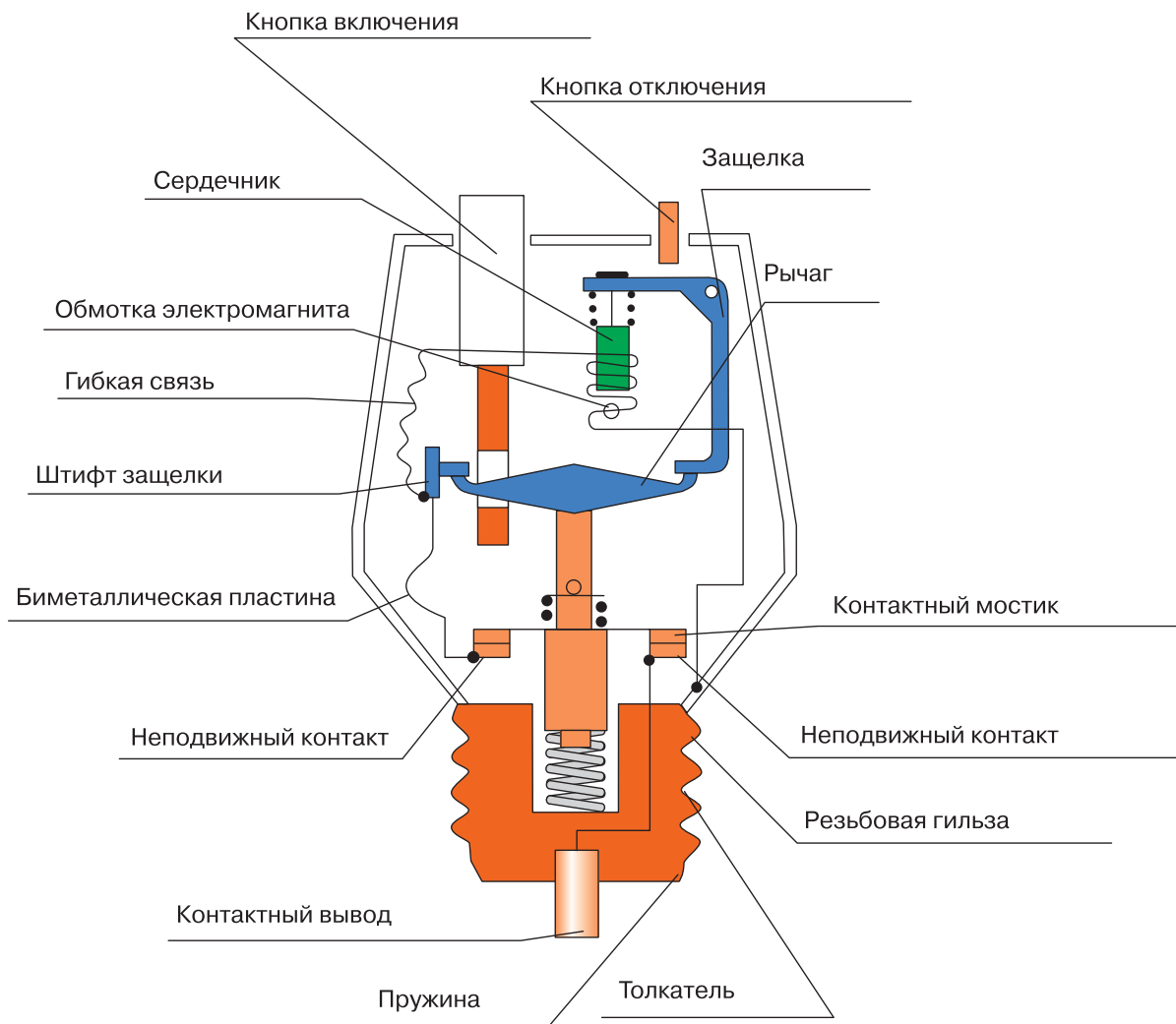




## Автоматические пробки

Пробка автоматическая (ПАР) предназначена для защиты электрических сетей от перегрузок и коротких замыканий. По способу установки она идентична обычной пробке и с нею взаимозаменяема. Однако пробка-автомат является многоразовым устройством и оснащена тепловым расцепителем с биметаллической пластинкой.





Основным рабочим элементом автоматической пробки является биметаллическая пластина, состоящая из двух слоев разных металлов, имеющих различный коэффициент линейного расширения при нагреве. При нагреве под действием проходящего через пластину большого тока она выгибается и приводит в действие механизм расцепления. Даже при коротком замыкании обычно на это уходит несколько секунд, поэтому подобный механизм не очень эффективен при значительном превышении номинального тока.



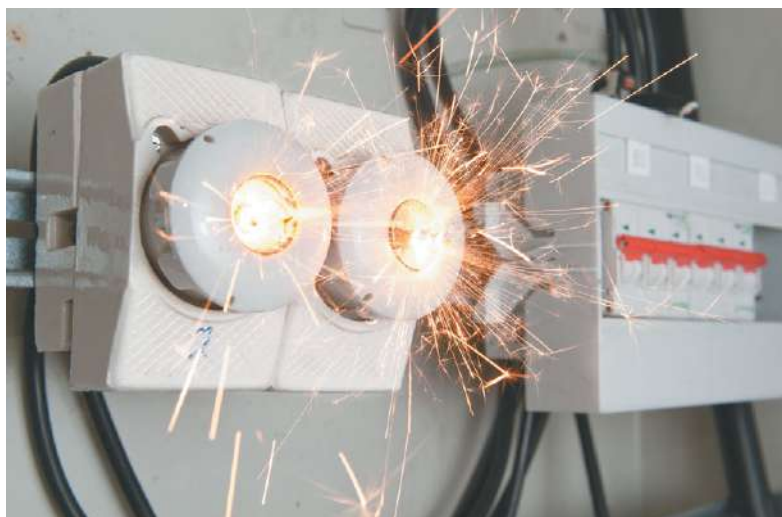
## Выключатели автоматические

Автоматические выключатели в настоящее время применяются везде, где используется электричество, и предназначены для разрыва цепи, если сила тока в ней превысила допустимую величину. Таким образом, они защищают электропроводку от перегрева, а помещения от возникновения пожаров при коротких замыканиях и перегрузках.

Каждый автоматический выключатель имеет определенные технические характеристики: величина номинального тока, класс автомата, его отключающая способность и токоограничение. Данные характеристики используются для подбора автоматов применительно к назначению электрической сети и условиям ее эксплуатации.

Номинальный ток  $I_n$  — это максимальная величина тока, которую автоматический выключатель может проводить бесконечно долго без потери работоспособности и без превышения установленных максимальных температур токоведущих частей.

Превышение номинального тока на определенную величину приводит к размыканию контактов автоматического выключателя, вследствие чего обесточивается участок цепи. Согласно стандартам, отключение автоматического выключателя должно происходить при силе тока в 145% от номинального. Однако разрыв контактов автомата происходит не сразу после превышения указанного номинального значения тока. Скорость срабатывания зависит от того, как быстро нарастает ток. Если он резко возрастает до величины, в несколько раз превосходящей номинальное значение, то защита реагирует практически





мгновенно. А вот при полукратном превышении номинала срабатывание может произойти и через час. Это допускается с учетом запаса прочности электропроводки. Первая ситуация, как правило, связана с конкретным пробоем изоляции и коротким замыканием.

Вторая возникает при подключении слишком мощных потребителей и перегрузке сети.

Класс автоматического выключателя (В, С и D) — время-токовая характеристика, устанавливаемая в зависимости от чувствительности к сверхтокам. В устройствах класса В электромагнитный расцепитель мгновенно срабатывает в диапазоне от 3 до 5  $I_n$ , класса С — в диапазоне от 5 до 10  $I_n$ , класса D — в диапазоне от 10 до 50  $I_n$ . Таким образом, автомат на 25 А класса В работает при достижении величины тока

короткого замыкания 75–125 А, а класса С — при 125–250 А. Для защиты бытовой электропроводки применяют в основном автоматы класса В и С. Автоматы класса D, срабатывающие при токах от 10 до 20 номиналов, применять для защиты электропроводки жилых помещений крайне нежелательно.

Отключающая способность автоматического выключателя определяет максимальный ток, при котором прибор еще способен разомкнуть контакты без потери работоспособ-

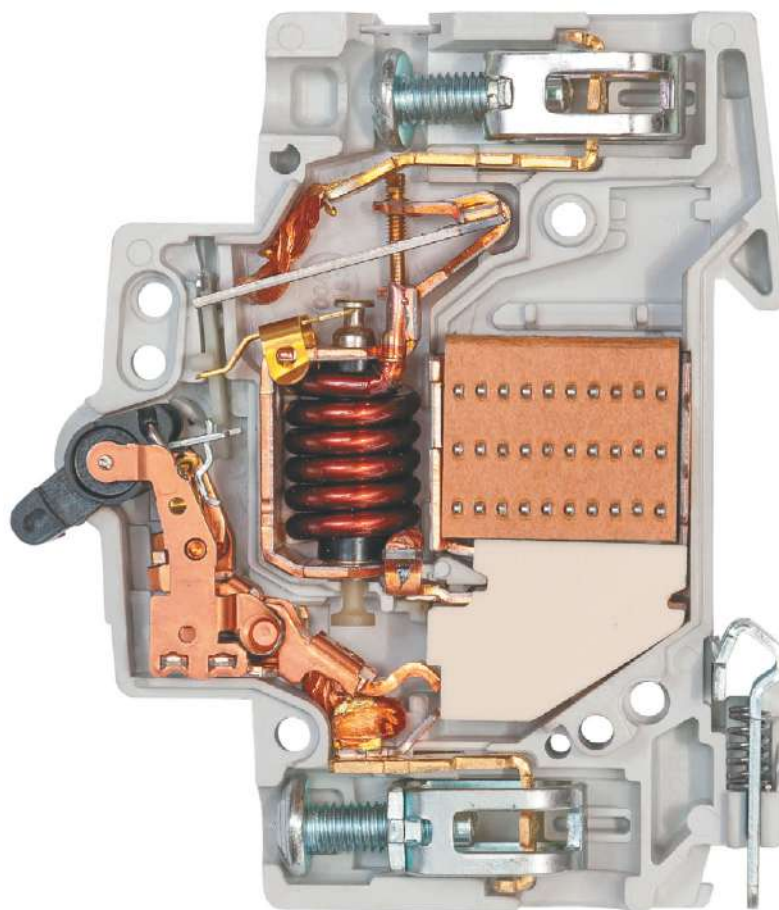


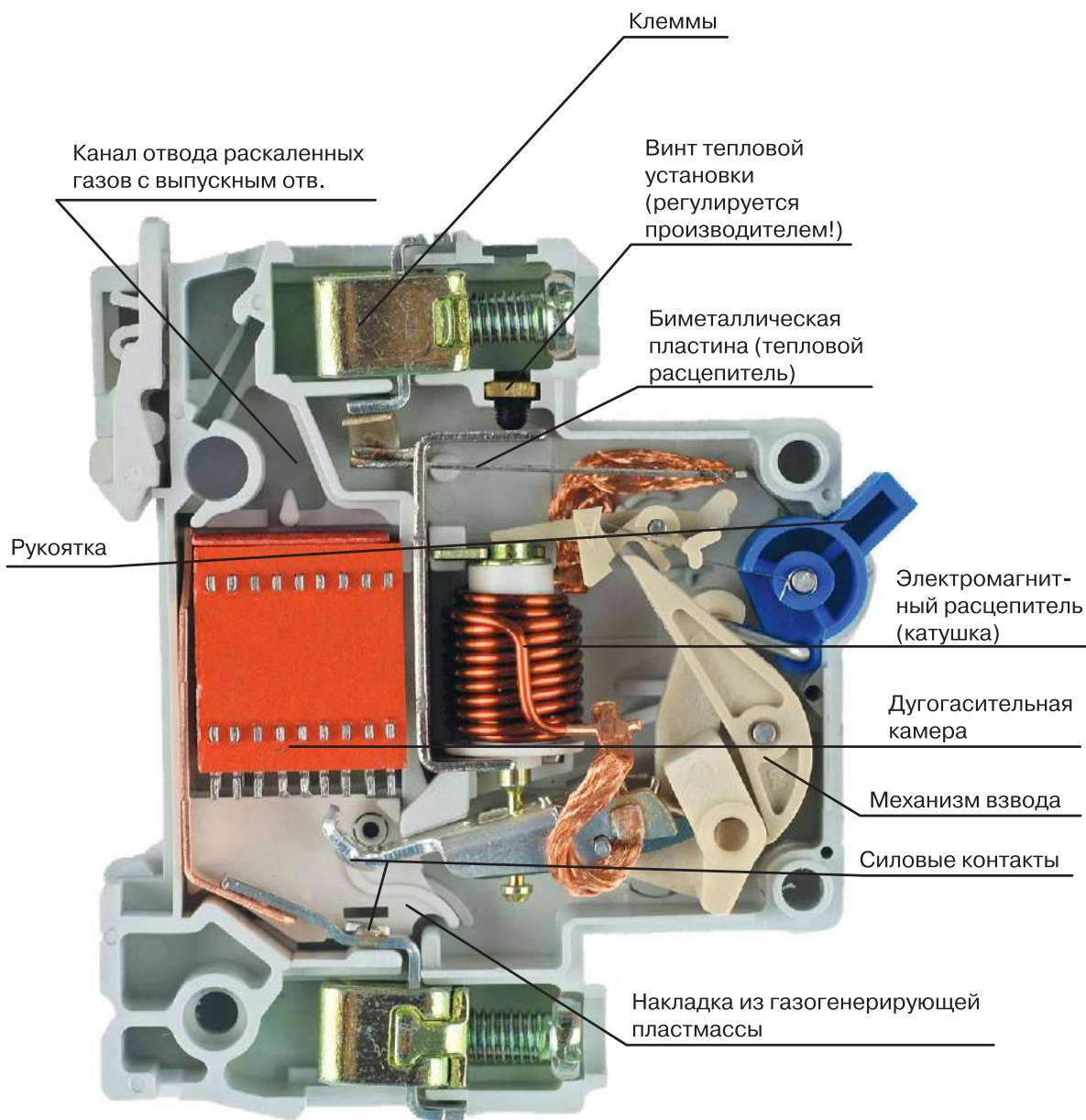


ности (без их сплавления). У разных моделей она колеблется в пределах 3000—10 000 А. По европейским стандартам автоматы для бытовых сетей должны быть рассчитаны на ток не менее 6000 А. Однако на практике ток короткого замыкания редко превышает 1000 А, поэтому вполне достаточно прибора с характеристикой в 4000 А, хотя на вводе рекомендуется устанавливать автомат с отключающей способностью не менее 6000 А.

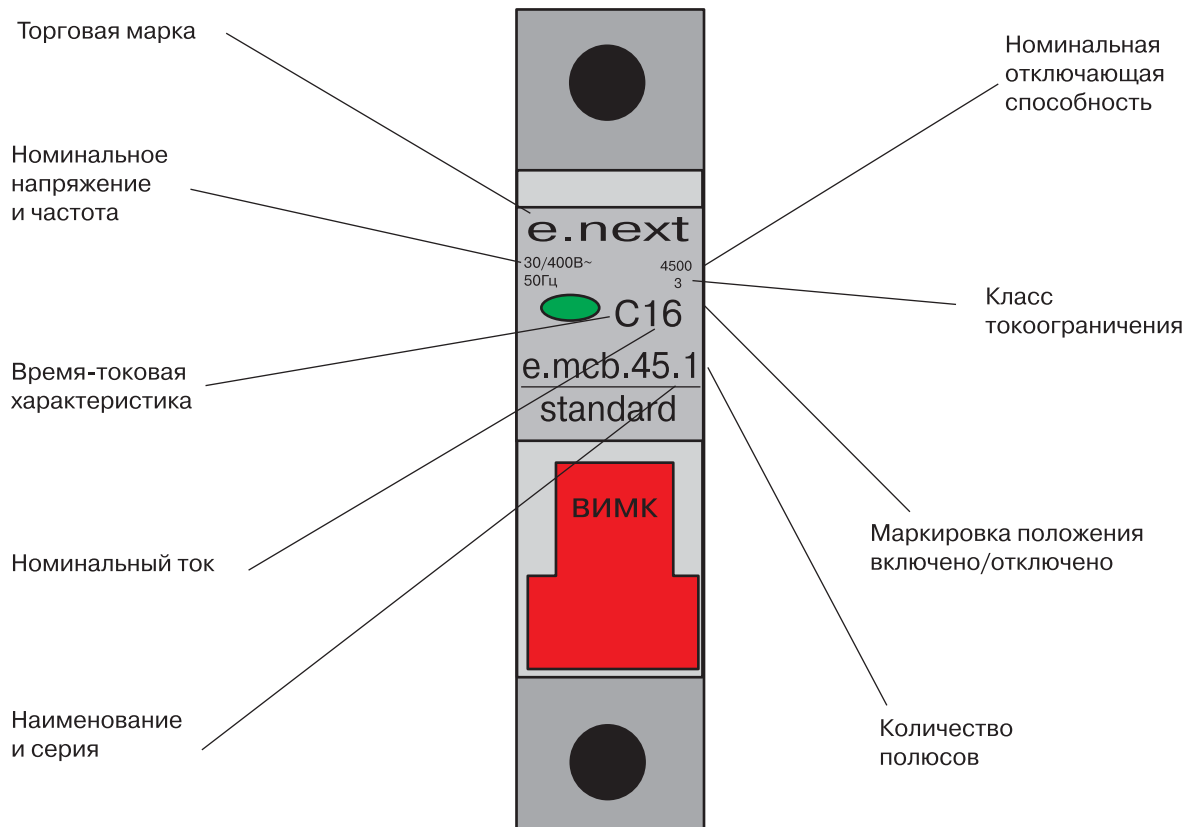
Токоограничение — это характеристика, указывающая на скорость срабатывания автоматического выключателя до полного отключения защищаемой цепи раньше, чем ток короткого замыкания достигнет своего максимального значения. Класс токоограничения определяется временем с момента начала размыкания контактов выключателя до момента полного гашения электрической дуги. Существует три класса токоограничения. Время гашения дуги автомата 3-го класса токоограничения (самого высокого) составляет 2,5—6 мс, 2-го класса — 6—10 мс, 1-го класса — более 10 мс. Эта характеристика имеет большое практическое значение, так как при быстром отключении увеличивается срок эксплуатации проводки, поскольку ее изоляция меньше подвергается повышенному нагреву и электродинамическим нагрузкам, возникающим при коротких замыканиях. Соответственно снижается и риск возникновения пожароопасных ситуаций. Класс токоограничения указывается, как правило, в черном квадрате под значением отключающей способности или на боковой стороне корпуса. В маркировке автоматов 1-го класса эта характеристика отсутствует, на что следует обратить внимание при выборе устройства.

**Пусковой ток** — это ток, который кратковременно возникает в цепи при включении электроприбора. Он может во много раз превосходить номинальный ток прибора. Например, при включении лампочки в 60 Вт создается пусковой ток в 10—12 раз больше рабочего. Это значит, что в течение нескольких секунд в цепи лампочки будет проходить ток не 0,27 А, а 2,7—3,3 А.





Современные автоматические выключатели оснащены и тепловым, и электромагнитным расцепителями. Это позволяет гарантированно защитить электрическую цепь при любой аварийной ситуации. В случае возрастания тока до трех номиналов срабатывает тепловая защита. В силу своей некоторой инерционности она не реагирует на кратковременные скачки тока, что позволяет избежать ложных срабатываний из-за возникновения пусковых токов. Электромагнитный расцепитель обладает мгновенным действием. Он представляет собой катушку с подвижным сердечником. Быстрорастущий ток создает сильное магнитное поле, втягивающее сердечник, что обеспечивает разрыв цепи. При сверхтоках (короткое замыкание) контакт разрывается почти мгновенно. При этом электрическая дуга, возникающая между контактами при расцеплении, гасится в специальной камере. Таким образом, тепловой расцепитель защищает сеть от продолжительного, но относительно небольшого превышения допустимого тока, а электромагнитный расцепитель — от токов короткого замыкания, характеризующихся большой скоростью нарастания и очень большими (тысячи ампер) значениями.



Маркировка автоматического выключателя. Наносится на лицевой или боковой стороне корпуса.

Автоматические выключатели для однофазного ввода могут быть одно- и двухполюсными. Однополюсный автомат ставят на разрыв фазного провода, а двухполюсный одновременно разрывает и фазный, и нулевой провода. Для бытовой системы лучше и дешевле использовать однополюсные (фазные) выключатели с выводом нулевого провода на нулевую шину в щите управления.





Автоматические выключатели для трехфазного ввода могут быть как трехполюсными, так и четырехполюсными. Однако практика показала, что лучше в этом случае установить однополюсные автоматы на каждую фазу.



Трехполюсный автоматический выключатель серии ВА 76-29-3 класса С, с номинальным током 10 А, напряжением до 400 В, отключающей способностью 3000 А и токоограничением класса 1 (в маркировке не указывается).





## **Устройства защитного отключения**

Устройство защитного отключения (УЗО) предназначено для отключения цепи в случае появления токов утечки, возникающих при электрическом пробое изоляции проводки, а также в результате прикосновения человека к фазному проводу или корпусу оборудования, оказавшемуся под напряжением из-за электрического пробоя. В этом случае значение тока, приходящего по фазному проводу, отличается от тока уходящего. Разница между этими значениями и будет являться величиной тока утечки, или дифференциальным током. Электрическим проводником для дифференциального тока может быть не только человек, но и любые токопроводящие части, которые электрически соединены с землей. Например, влажная штукатурка, контактирующая с оголенным участком старой проводки и замыкающая ее на землю. При достижении дифференциальным током определенного значения УЗО срабатывает и размыкает цепь. При этом ни тепловой, ни электромагнитный расцепители автоматического выключателя на такое увеличение тока попросту не прореагируют.

Таким образом, УЗО предназначено для защиты людей от поражения электрическим током при неисправностях электрооборудования или при контакте с находящимися под напряжением частями электроустановки, а также для предотвращения возгораний и пожаров, вызванных замыканием на землю. Эти функции не свойственны обычным автоматическим выключателям, реагирующим лишь на перегрузку или короткое замыкание.





Технические характеристики УЗО включают в себя несколько основных параметров, позволяющих определить возможность его применения для защиты разных электрических цепей и сделать правильный выбор устройства: величина тока утечки (ток срабатывания)  $I_{\Delta n}$ , номинальное время отключения УЗО (время срабатывания)  $T_n$ , максимальная величина тока короткого замыкания  $I_{nc}$ , номинальное напряжение  $U_n$ , номинальный ток  $I_n$ .

Номинальный отключающий дифференциальный ток (ток утечки)  $I_{\Delta n}$  — основная характеристика УЗО. Данное значение показывает величину дифференциального тока, при котором УЗО должно срабатывать при заданных условиях. Во многих случаях утечки электрического тока на землю, которые возникают вследствие старения либо повреждения изоляции, могут достигать значения в 500 мА. Этой величины часто бывает достаточно для возгорания



некоторых легковоспламеняющихся материалов. Ток утечки возникает и в случае прикосновения человека к токоведущей части электрического прибора, а его величина при этом может достигать 200 мА, тогда как для поражения электрическим током достаточно тока силой 30 мА. Таким образом, своевременное срабатывание УЗО при утечке тока до 500 мА должно защитить объект от возгорания, а при токе до 30 мА — человека от поражения электрическим током. В зависимости от назначения номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО выбирается из следующего ряда стандартных величин, который используют производители: 6; 10; 30; 100; 300; 500 мА.

**УЗО не может отличать объекты, включенные в его электрическую цепь (будь то человек или электроприбор), и если человек возьмется одновременно за фазу и рабочий ноль, то утечки тока не будет и УЗО не сработает.**

Номинальное время отключения УЗО  $T_n$  — это промежуток времени с момента возникновения утечки тока до отключения напряжения аварийного участка электрической цепи. В зависимости от характеристики устройства этот параметр обычно не превышает 0,03–0,3 с при дифференциальном токе, равном  $I_{\Delta n}$ .

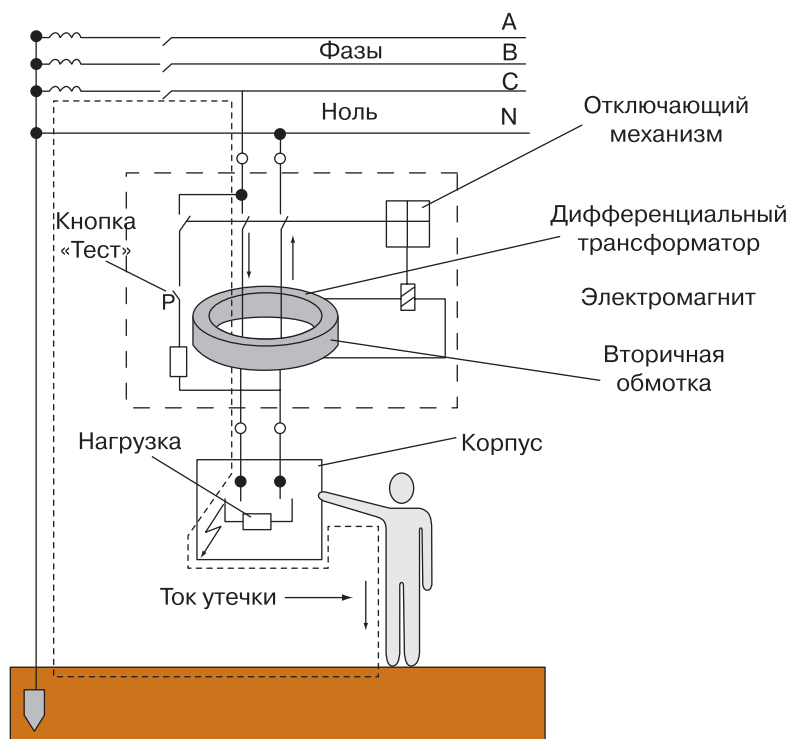
Номинальный условный ток короткого замыкания  $I_{\Delta sc}$  или предельно допустимый ток, УЗО — характеристика, определяющая надежность и прочность устрой-

ства, качество исполнения его механизма и электрических соединений при протекании сверхтока (тока короткого замыкания в сети). Иными словами, предельный ток УЗО показывает, насколько прибор устойчив к сверхтокам и какова вероятность выхода УЗО из строя в случае возникновения короткого замыкания в защищаемой цепи. Обычно используются УЗО с предельными токами 3000, 4500, 6000 и 10 000 А.

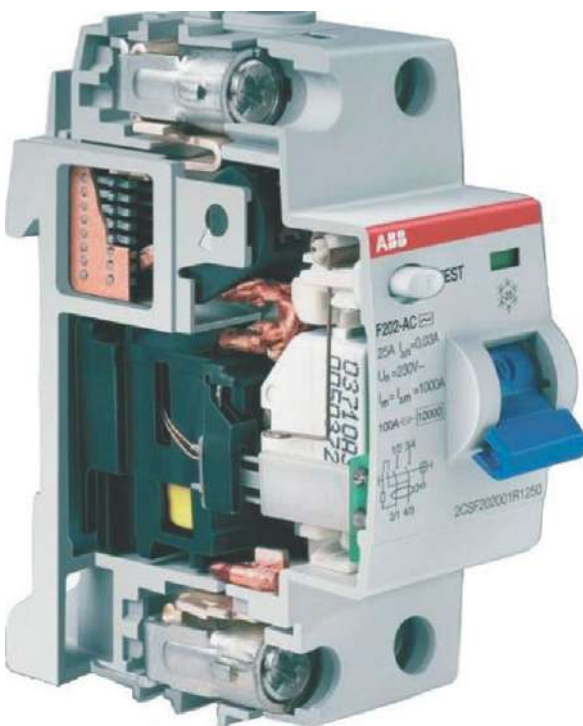
Номинальное напряжение  $U_n$  — значение напряжения, установленное изготовителем УЗО, при ко-

тором устройство работоспособно. Чаще всего оно равно 220 или 380 В. Следует отметить, что от напряжения в сети в значительной степени зависит работоспособность электронного УЗО.

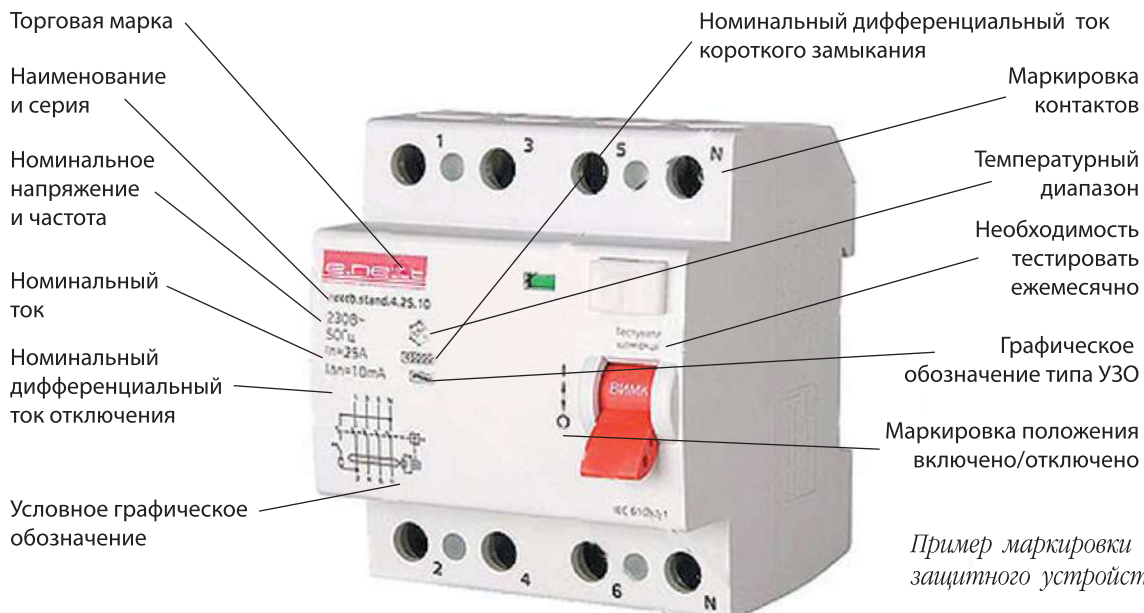
Номинальный ток  $I_n$  — максимальный ток, при котором УЗО сохраняет свою работоспособность продолжительное время (ток нагрузки, который УЗО может проводить в рабочем режиме). Номинальный ток УЗО выбирается из следующего ряда: 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 63; 80; 100; 125 А.






Основным элементом УЗО является дифференциальный трансформатор, который отслеживает разность входящих и выходящих токов, проходящих через прибор. В нормальном режиме, когда утечек нет, дифференциальный ток равен нулю. При возникновении утечек на отслеживающей обмотке дифференциального трансформатора появляется разностное напряжение, которое усиливается и передается исполнительному устройству. Сигнал о наличии дифференциального тока сразу же приводит к разрыву электрических контактов и обесточиванию цепи.



Устройства защитного отключения с номинальным дифференциальным током до 30 мА обеспечивают надежную защиту и в том случае, когда ток протекает через тело человека в результате непреднамеренного прямого прикосновения к токоведущим частям. Такую надежную защиту не может обеспечить никакое другое устройство.



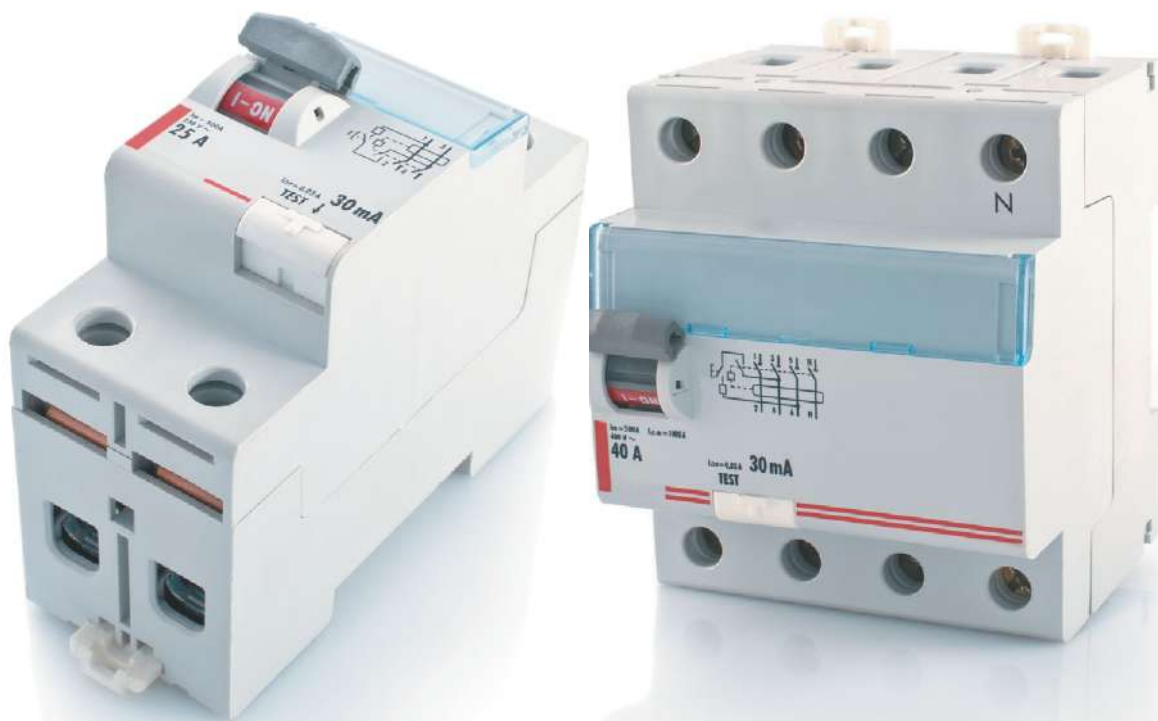
На корпусе каждого УЗО должна быть нанесена стойкая маркировка с указанием основных характеристик изделия. Тип АС обозначается символом , тип А – символом . Для устройств типа S и G используются символы [S] и [G] соответственно. Клемма, предназначенная для подключения нулевого рабочего проводника, обозначается буквой «N». Стандартные значения температуры окружающей среды (-5–+40 °C) могут не указываться. Диапазон температур (-25–+40 °C) обозначается символом .



*Некоторые производители оснащают УЗО дополнительной индикацией, а также наносят на корпус схему подключения.*

В зависимости от характера нагрузки в защищаемой сети устройства защитного отключения подразделяются на следующие типы: АС, А, В, S, G.

УЗО типа АС гарантированно срабатывает только при утечке переменного тока, медленно нарастающей или возникающей внезапно. Если утечка произошла после узла типа выпрямителя, тиристорного регулятора и т. п. и ток является пульсирующим (выпрямленным) или постоянным, то УЗО типа АС с большой вероятностью не сра-



*УЗО могут быть как однофазными, так и трехфазными. В однофазных устройствах сравниваются токи фазы и нуля, в трехфазных УЗО — суммы токов фаз с током в нулевом проводе.*

### Качество компонентов и материалов

Наряду с техническими параметрами, указанными в паспорте и на корпусе УЗО, большое значение имеют качество компонентов и материалов, из которых оно собрано, а также качество самой сборки. Это в значительной степени зависит от страны происхождения, производителя, торговой марки и цены. Однако независимо от этого следует периодически, не реже чем раз в месяц, проводить проверку УЗО с помощью тестовой кнопки, расположенной на передней панели устройства.

### Типы УЗО

ботаает. При этом из-за насыщения сердечника постоянным током такое УЗО утратит чувствительность и к утечкам переменного тока, т. е. из-за пульсирующей утечки в одном приборе УЗО может перестать защищать всю линию.

Устройство типа А не имеет недостатков, характерных для УЗО

типа АС, и реагирует на переменный синусоидальный и пульсирующий постоянный дифференциальные токи, возникающие внезапно либо медленно возрастающие.

УЗО типа В срабатывает при возникновении переменного, постоянного и выпрямленного дифференциального тока.

УЗО типа S, называемое селективным, как и устройство типа АС, срабатывает лишь при возникновении переменного синусоидального дифференциального тока, но с задержкой времени отключения в пределах от 0,13 до 0,5 с.

УЗО типа G по времени срабатывания занимает промежуточное положение между типом АС и типом S, но с меньшей выдержкой времени.

Каждый из типов УЗО имеет свою область преимущественного применения. Так, в бытовых сетях наиболее широко используются УЗО типов АС и А.

По конструкции УЗО могут быть электромеханическими и электронными.



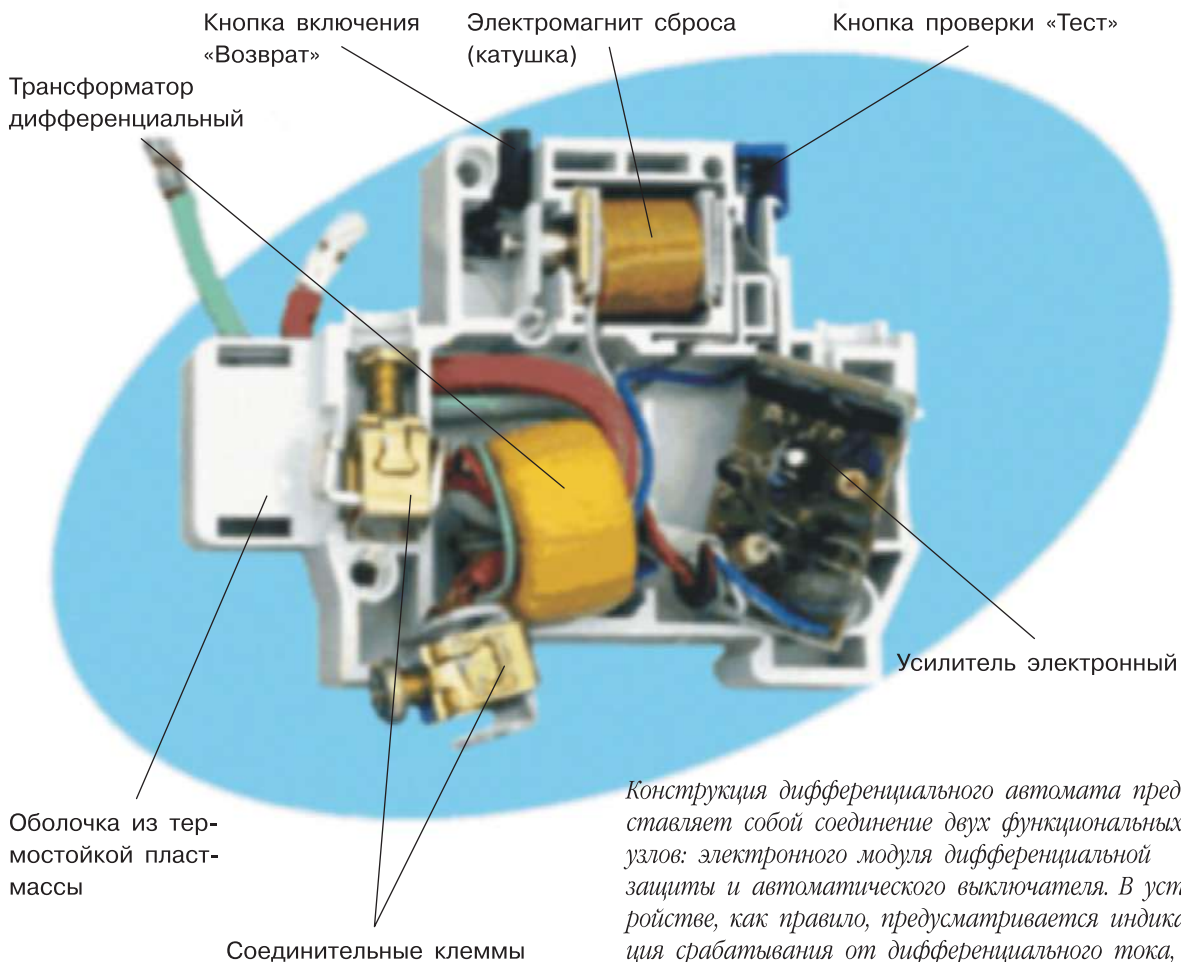
## Дифференциальные автоматические выключатели

Эффективными защитными устройствами являются дифференциальные автоматические выключатели, реагирующие на дифференциальный ток, а также защищающие от сверхтоков перегрузки и короткого замыкания. Таким образом, эти приборы обеспечивают три вида защиты: защиту человека от поражения электрическим током, предотвра-



щение пожаров и предотвращение перегрузки и короткого замыкания. Дифференциальный автомат сохраняет работоспособность при пониженном напряжении сети (до 50 В) и обладает высокой механической износостойкостью.

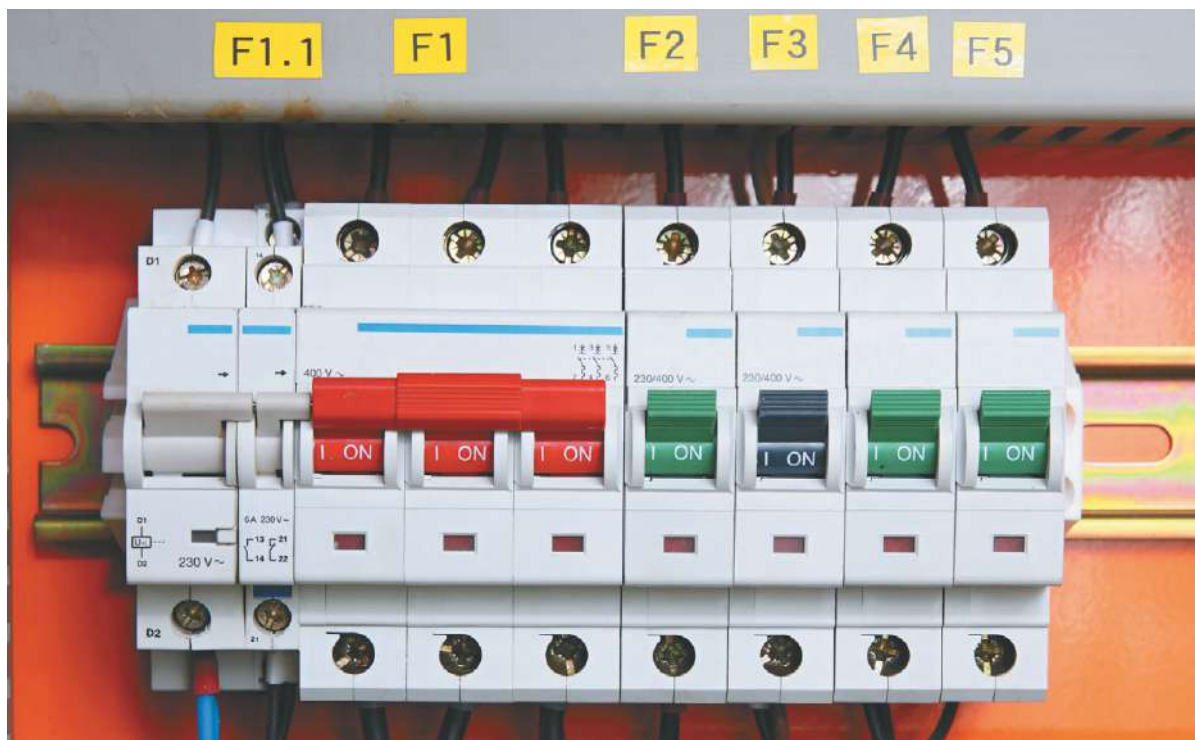
Дифференциальный автоматический выключатель совмещает в себе УЗО и автоматический выключатель в одном корпусе. Он обеспечивает защиту как от токов утечки на землю, так и от перегрузки или короткого замыкания. Это в значительной степени упрощает подбор устройства, так как все параметры уже скорректированы изготовителем. Дифференциальные автоматы, как правило, устанавливают для защиты отдельной цепи с мощным потребителем, например электроплитой.



Конструкция дифференциального автомата представляет собой соединение двух функциональных узлов: электронного модуля дифференциальной защиты и автоматического выключателя. В устройстве, как правило, предусматривается индикация срабатывания от дифференциального тока, позволяющая определить характер неисправности.



*Дифференциальные автоматы могут успешно использоваться как в однофазной, так и в трехфазной электрической сети переменного тока. Благодаря таким устройствам можно значительно повысить уровень безопасности при постоянной эксплуатации электрических приборов.*



*Применение дифференциальных автоматов позволяет рационально использовать пространство распределительного щита при организации комплексной защиты электрической сети со множеством приборов. Дифференциальные автоматы отличаются компактностью и простотой монтажа, но стоят они довольно дорого.*





Дифференциальный автомат выбирается по номинальному току и суммарному току утечки. Номинальный ток дифференциальных автоматов выбирается из следующего ряда: 6; 8; 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 63; 80; 100; 125 А при расчете домашней электрической сети цепи. Ток утечки принимается исходя из особенностей защищаемого участка цепи.



Принимая решение об использовании дифференциального автомата, следует учитывать, что он срабатывает как при утечке тока на землю, так и при коротких замыканиях и перегрузке. Это затрудняет определение причины отключения прибора. Кроме того, при выходе из строя дифференциального автомата его придется заменить целиком, тогда как использование отдельных приборов позволяет менять их по отдельности.

## Устройства защиты от перенапряжений

Обычно в любых электрических сетях напряжение находится в пределах, определяемых техническими нормативами, но иногда оно отклоняется от допустимых значений. Предельно допустимое напряжение находится в пределах  $\pm 10\%$  от номинального значения напряжения, т. е. для однофазной сети в диапазоне 198–242 В, а для трехфазной — 342–418 В. Отклонения от указанных значений называются перенапряжениями. Перенапряжения имеют различную природу и в зависимости от этого отличаются длительностью и величиной. Длительные перенапряжения (свыше 0,01 с) обычно возникают из-за неисправности понижающего трансформатора на подстанции или обрыва нулевого провода в питающей сети. Такие перенапряжения имеют сравнительно небольшие значения (от 230 В до величины междуфазного напряжения — 380 В), но действуют длительное время и представляют вполне реальную угрозу и для человека, и для оборудования. Длительное повышение напряжения может произойти и в случае неравномерного распределения нагрузок по фазам во внешней сети. Тогда возникает перекос фаз, при котором на самой загруженной фазе напряжение становится ниже, а на незагруженной — выше номинального. Кратковременные всплески напряжения могут произойти и в результате переключений в энергосети или во время включения мощных реактивных нагрузок.

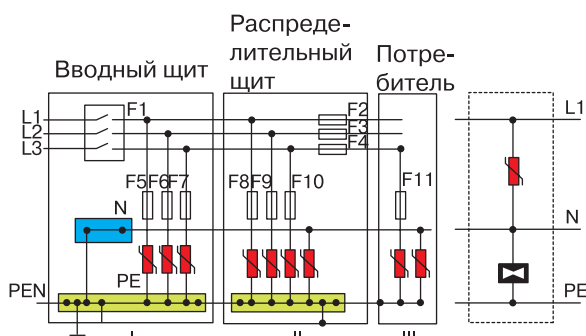
Мощные импульсные перенапряжения (с токами до 100 кА) могут

возникать при воздействии грозовых разрядов. При этом напряжение может достигать десятков киловольт. Такие импульсы длятся в течение максимум сотни микросекунд, и защитные автоматы не успевают на них среагировать, так как самые современные типы автоматов имеют время срабатывания единицы миллисекунд, что может стать причиной пробоя и повреждения изоляции между фазой и нейтралью или между фазой и землей. Как правило, это не приводит к короткому замыканию и не нарушает работу сети, но в месте повреждения изоляции возникает небольшой ток утечки. И если он проходит между фазой и нейтралью, то не фиксируется УЗО и автоматами защиты, но зато приводит к повышенному нагреву изоляции и ускорению процесса ее старения. С течением времени сопротивление изоляции на этом участке уменьшается, а ток утечки возрастает.

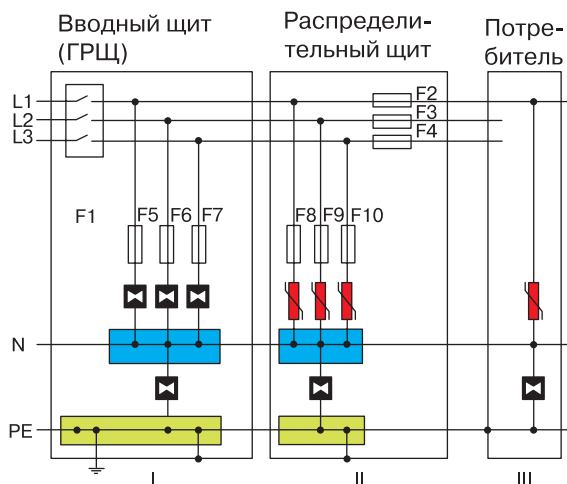
Последствия воздействия этих негативных факторов на электрическое оборудование и электропроводку могут быть фатальными, поэтому домашняя сеть требует комплексной защиты от перенапряжений с использованием различных типов устройств (УЗИП, ОП, РН и т. д.).

Возможность использования различных УЗИП для выполнения конкретных защитных функций определяется по техническим характеристикам, отраженным в маркировке прибора.

Уровень напряжения защиты  $U_p$  является важнейшим параметром, характеризующим УЗИП. Он определяет значение остаточного напряжения, появляющегося на выводах УЗИП вследствие прохождения разрядного тока. Для УЗИП 1-го класса  $U_p$  не должен превышать 4 кВ, для устройств 2-го



Установка УЗИП в сети TN-C-S 220/380 В.



Установка УЗИП в сети TN-S.

Для надежной защиты домашней электропроводки от перенапряжений рекомендуется создание многоуровневой (по крайней мере, трехступенчатой) системы защиты из УЗИП разных классов. УЗИП класса В (тип 1) рассчитано на номинальный разрядный ток 30–60 кА, УЗИП класса С (тип 2) – на ток 20–40 кА. УЗИП класса D (тип 3) на ток 5–10 кА. При создании многоступенчатой системы защиты от перенапряжений следует обеспечить соответствие мощности каждой ступени, т. е. максимальный ток, протекающий через них, не должен превышать их номинальных характеристик. Но в первую очередь необходимо создать эффективную систему заземления.

класса — 2,5 кВ, для 3-го класса УЗИП устанавливается  $U_p$  не более 1,5 кВ — тот уровень микросекундных импульсных перенапряжений, который должна выдерживать бытовая техника.

Максимальный разрядный ток  $I_{max}$  — величина импульса тока, которую должно выдержать УЗИП однократно, сохранив при этом работоспособность.

Номинальный разрядный ток  $I_n$  — величина импульса тока, которую УЗИП должно выдержать многократно при условии его остывания до комнатной температуры в промежутке между импульсами.

Максимальное длительное рабочее напряжение  $U_c$  — действующее значение напряжения переменного

тока или постоянного тока, которое длительно подается на выходы УЗИП. Оно равно номинальному напряжению с учетом возможного превышения напряжения при различных нештатных режимах работы сети.

Номинальный ток нагрузки  $I_l$  — максимальный длительный переменный (действующее значение) или постоянный ток, который может подаваться к нагрузке, защищаемой УЗИП. Данный параметр важен для УЗИП, подключаемых в сеть последовательно с защищаемым оборудованием. Так как большинство УЗИП подключаются параллельно цепи, то данный параметр у них не указывается.



При необходимости дополнительной защиты конкретных приборов используются устройства, выполненные в виде вставок и удлинителей, — сетевые фильтры. В их конструкцию включены варисторы, подавляющие импульсные скачки напряжения.



Варисторы — это полупроводниковые резисторы, в работе которых используется эффект уменьшения сопротивления полупроводникового материала при увеличении приложенного напряжения, за счет чего они являются наиболее эффективным (и дешевым) средством защиты от импульсных напряжений любого вида. Варистор включается параллельно защищаемому оборудованию и при нормальной эксплуатации находится под действием рабочего напряжения защищаемого устройства. В рабочем режиме ток через варистор пренебрежимо мал, и он в этих условиях представляет собой изолятор. При возникновении импульса напряжения сопротивление варистора резко уменьшается до долей ома. В этом случае через него кратковременно может протекать ток, достигающий нескольких тысяч ампер. После гашения импульса напряжения он вновь приобретает очень большое сопротивление.



При установке УЗИП необходимо, чтобы расстояние между соседними ступенями защиты было не менее 10 м по кабелю электропитания. Выполнение этого требования очень важно для правильной последовательности срабатывания защитных устройств. Первая ступень защиты класса В монтируется за пределами дома во входном щите.



Выбор УЗИП производится в соответствии с принятой системой защиты. При этом обязательно учитываются технические характеристики устройств, которые должны быть приведены в каталоге и нанесены на лицевой части корпуса прибора.



УЗ-6/220, УЗ-18/380 предназначены для защиты сети от кратковременных (до 12 кВ) и длительных перенапряжений, вызванных коммутационными, индуктивными и грозовыми процессами. Устройства относятся к УЗИП 2-го и 3-го классов и выполнены на варисторах. Для надежной защиты от длительных перенапряжений, вызванных авариями в сети, прибор нужно подключать после УЗО и заземлять. Только при таком подключении создается ток утечки и обеспечивается срабатывание УЗО.

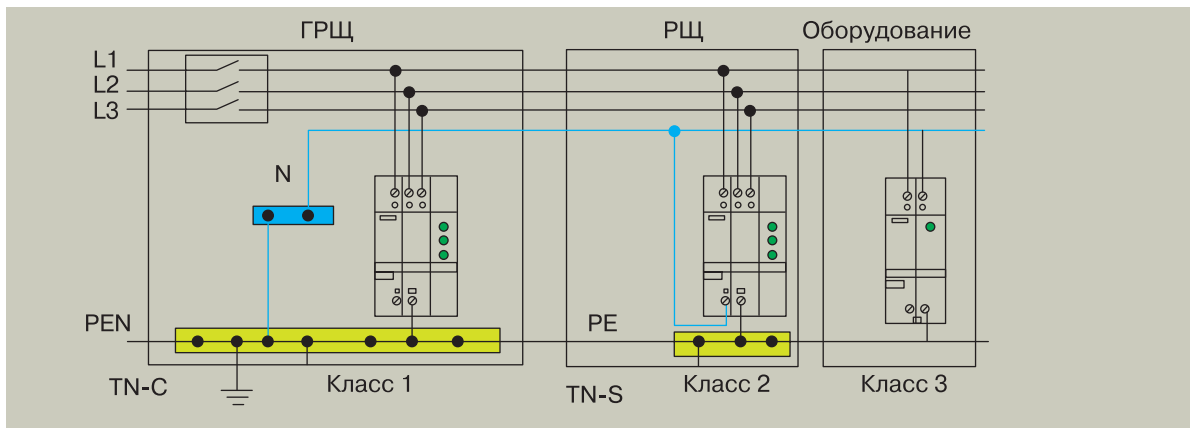


Устройство защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) предназначено для предотвращения возможных повреждений бытовой техники от мощных импульсных перенапряжений, вызванных авариями в питающей сети или грозowymi разрядами. Устройства такого типа могут называться ограничителями перенапряжений (ОП). Они, как правило, изготовлены на базе разрядников или варисторов и часто имеют индикаторные устройства, сигнализирующие о выходе их из строя. Обычно УЗИП на базе варисторов изготавливаются с креплением на DIN-рейку. Сгоревший варистор можно заменить простым извлечением модуля из корпуса УЗИП и установкой нового.



В зависимости от защищаемой зоны ограничители перенапряжений подразделяются на классы или типы. Приборы класса В (тип 1) защищают объекты от атмосферных и коммутационных перенапряжений, прошедших через разрядники класса А внешних сетей. Они устанавливаются на вводном устройстве дома и ограничивают величину перенапряжений до 4,0 кВ, защищая вводные счетчики и электрическое оборудование распределительного щита.

Ограничители класса С (тип 2) защищают электрооборудование от перенапряжений, прошедших через ограничители класса В, и ограничивают величину перенапряжения до 2,5 кВ. Они устанавливаются в распределительных щитах внутри дома или квартиры и осуществляют защиту автоматических и дифференциальных выключателей, внутренней проводки, контакторов, выключателей, розеток и др. Ограничители класса D (тип 3) являются защитой от перенапряжений, прошедших через приборы класса С, и ограничивают их величину до 1,5 кВ. Такие ограничители устанавливаются в распределительные коробки, розетки и могут встраиваться в само оборудование. Ограничители этого класса осуществляют защиту электрического оборудования с электронными приборами, а также переносных электрических устройств.





Ограничитель перенапряжений серии ОП-101 на основе варистора предназначен для защиты электрооборудования от импульсных перенапряжений, вызванных ударами молнии или коммутационными перенапряжениями. При возникновении скачка перенапряжения варисторы прибора переходят в проводящее состояние, ток возрастает на несколько порядков, достигая сотен и тысяч ампер и ограничивая при этом дальнейшее нарастание напряжения на выводах. После прохождения волны перенапряжения ограничитель возвращается в непроводящее состояние. Время срабатывания прибора составляет около 25 нс.

В распределительном щите внутри дома устанавливаются варисторные УЗИП класса C или D (тип 2 и 3). Недостатком УЗИП на базе варисторов является то, что после срабатывания оно нуждается в охлаждении, чтобы снова прийти в рабочее состояние. Это ухудшает защиту при многократных разрядах. Безусловно, использование УЗИП снижает вероятность выхода из строя оборудования или поражения людей, но лучше всего во время грозы отключать наиболее важные приборы.

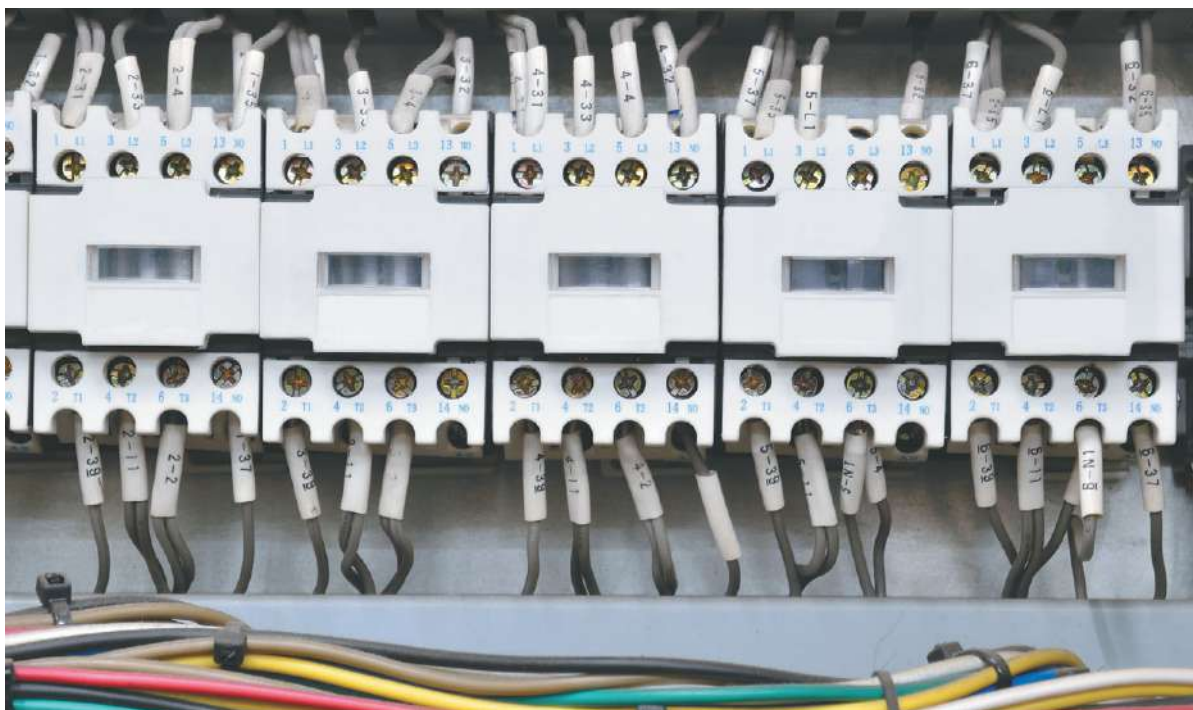


Ограничители перенапряжений серии ОП-101 бывают однофазными или трехфазными. Трехфазные устройства класса В устанавливаются на трехфазном вводе. Однофазные (класса D) используются для защиты отдельных потребителей или групп.





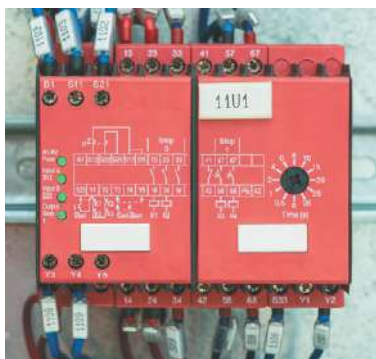
Устройство защиты многофункциональное (УЗМ) предназначено для защиты оборудования (в доме, квартире или офисе и пр.) от разрушающего воздействия мощных импульсных скачков напряжения, а также для отключения оборудования при выходе сетевого напряжения за допустимые пределы (170–270 В) в однофазных сетях. Включение напряжения происходит автоматически при восстановлении его до нормального по истечении задержки повторного включения. Устройство представляет собой реле контроля напряжения с мощным электромагнитным реле на выходе, дополненное защитой на варисторах.



Реле напряжения (РН) — это прибор, сочетающий в себе электронное устройство контроля напряжения и электромагнитный расцепитель, собранные в одном корпусе. Реле напряжения серии РН — весьма эффективное устройство для защиты оборудования при возникновении длительных перенапряжений. Оно предназначено для отключения бытовой и промышленной однофазной нагрузки 220 В, 50 Гц при недопустимых колебаниях напряжения в сети с последующим автоматическим включением после восстановления ее параметров. Реле может быть изготовлено на базе микропроцессора или простого компаратора и оснащено устройством регулировки верхнего и нижнего порога срабатывания.



Реле напряжения могут быть как однофазными, так и трехфазными. Трехфазные реле напряжения используются на трехфазном вводе для защиты трехфазного оборудования. Они, как правило, отключают сеть не напрямую, а через электромагнитный контактор. При отсутствии трехфазных потребителей лучше всего будет поставить на каждую фазу по однофазному реле напряжения.



В зависимости от способа подключения реле напряжения могут быть выполнены в виде переносного устройства типа «вилка—розетка» или для установки в распределительном шкафу на DIN-рейку. Обычно такие реле имеют широкий диапазон регулировок и могут работать в нескольких независимых режимах: как реле напряжения, как реле минимального напряжения, как реле максимального напряжения или как реле времени с задержкой на включение.



Реле напряжения работают в диапазоне 100–400 В и делятся на устройства, имеющие свою контактную группу и управляющие нагрузкой самостоятельно, а также реле, которые управляют нагрузкой через более мощные контакторы.



Некоторые типы реле напряжения могут использоваться для самостоятельного отключения электрической сети при возникновении аварийного напряжения. Они обладают большей коммутационной способностью и управляют сетью с нагрузкой до 13 кВт, что вполне достаточно для квартиры или частного дома. Приборы устанавливаются на вводе после электросчетчика и УЗО на DIN-рейку.



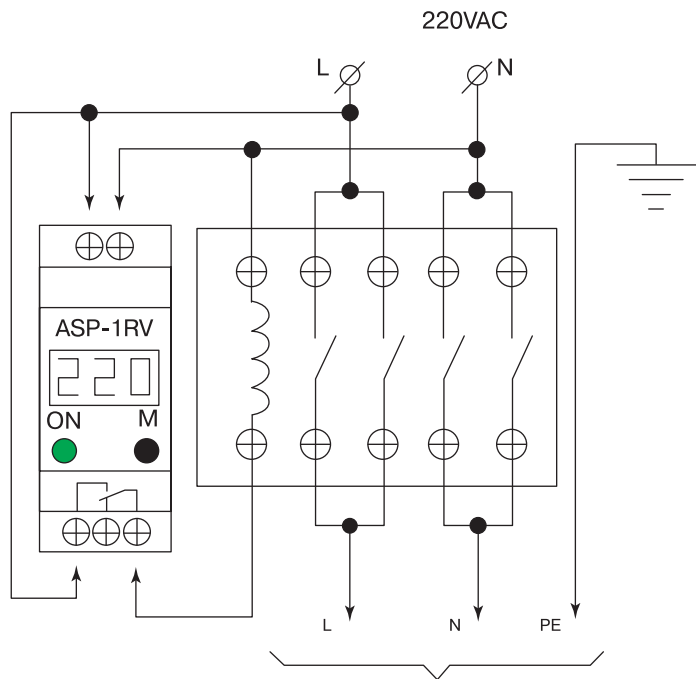


Реле напряжения не имеет встроенной защиты от высоких токов, поэтому его нужно устанавливать после автоматического выключателя. При этом номинальный ток реле должен быть на 20–30 % выше номинального тока автомата. Реле напряжения также не защищают от высокого напряжения остаточных токов грозовых разрядов.

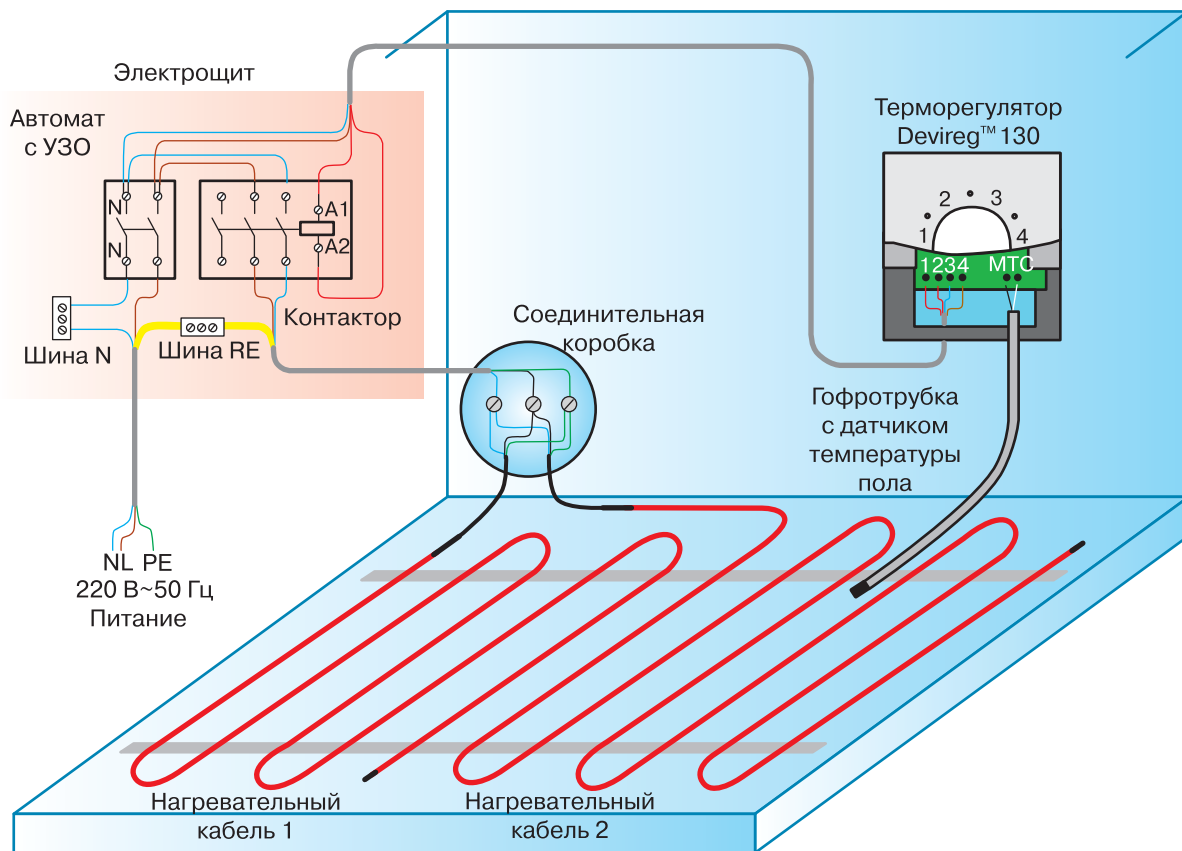
Датчик превышения напряжения ДПН 260 предназначен для ограничения максимально допустимого напряжения на нагрузке. Он работает совместно с УЗО или дифференциальным автоматом с током утечки 30–300 мА. Напряжение срабатывания ДПН 260 устанавливается в пределах 255–260 В, время срабатывания – 0,01 с. Он выполнен в стандартном модуле на базе обычного варистора и предназначен для установки на DIN-рейку 35 мм. Следует отметить, что датчик создает ток утечки и вызывает срабатывание УЗО, которое не может включиться самостоятельно, что является его основным недостатком.



Контактор — это коммутационный аппарат дистанционного действия, коммутирующий нагрузки переменного или постоянного тока, который предназначен для частых включений и отключений. Они могут управлять осветительными, обогревательными и другими устройствами в силовых цепях постоянного и переменного тока с напряжением до 380 В и частотой 50 Гц,



Контакторы не обладают защитными функциями, но эффективно работают совместно с реле напряжения, обеспечивая своевременное отключение сети. Достоинством этих устройств является надежная контактная группа, способная выдержать большое число включений и отключений при значительной мощности управляемой нагрузки.



Контакторы могут использоваться, например, для управления режимом работы системы обогрева полов, когда мощность нагревательных кабелей превышает допустимую мощность терморегулятора.



Контактор, управляемый выключателем, импульсным реле, таймером или другим датчиком, позволяет включить (выключить) необходимую нагрузку, с которой электронные реле, рассчитанные на сравнительно небольшие токи, самостоятельно справиться не могут. Контакторы являются незаменимым элементом многофункциональной системы типа «Умный дом».



Реле контроля напряжения — это устройство, контролирующее величину напряжения в электрической сети и разрывающее управляющую цепь, если действующее значение напряжения выходит за допустимый диапазон. При этом управляющий сигнал подается на контактор, выполняющий функции силового выключателя.



Контакторы могут быть как однофазными, так и трехфазными. Основными параметрами, по которым осуществляют выбор контакторов, являются следующие:

- номинальное рабочее напряжение сети;
- номинальный рабочий ток;
- напряжение катушки управления;
- количество/вид дополнительных контактов.

## Стабилизаторы

Стабилизаторы напряжения предназначены для защиты сети от колебаний напряжения. Основными параметрами, на которые следует обратить внимание при выборе стабилизатора напряжения, являются количество фаз, выходная мощность, диапазон входных напряжений, быстродействие и условия эксплуатации. Перед выбором стабилизатора напряжения необходимо определить недостатки питающей электросети. Напряжение может быть или слишком высоким, или слишком низким, или колеблющееся.

Выходная мощность стабилизатора определяется по суммарной



мощности установленных приборов. Значение мощности конкретного электроприбора можно определить по его паспорту или маркировке на корпусе. При этом следует учитывать так называемую полную мощность, т. е. ее активную и реактивную составляющие. При подсчете мощности, потребляемой устройствами, также нужно принять во внимание пусковые токи, которые могут повысить потребляемую прибором мощность в несколько раз. И если есть такие потребители (например, электродвигатели), то их мощность следует умножить минимум на три. Проще всего

потребляемую электроприборами мощность в целом определить токоизмерительными клещами. На вводе в дом при всех включенных электроприборах клещи покажут максимальную нагрузку. По итогам данных измерений и подсчетов можно выбрать стабилизатор напряжения соответствующей мощности, увеличив полученное значение на 20 %. Это позволит создать резерв мощности для подключения нового оборудования и продлить срок его службы за счет работы в облегченном режиме.

Для определения входного напряжения стабилизатора измеря-

ется реальное напряжение в питающей сети в различное время суток в течение недели. Замеры целесообразнее производить в зимнее время, когда потребление электроэнергии увеличивается. Диапазон входных напряжений стабилизатора должен включать в себя полученные минимальные и максимальные значения, но чем он шире, тем лучше.

Важной характеристикой стабилизатора, определяющей надежность устройства, является его способность выдерживать максимальные перегрузки в течение определенного промежутка времени.



Для защиты однофазных сетей применяются однофазные стабилизаторы напряжения.



Для трехфазных сетей возможно применение как одного трехфазного, так и трех однофазных стабилизаторов. Второй вариант имеет свои преимущества. Во-первых, трехфазные стабилизаторы стоят значительно дороже. Во-вторых, если по каким-то причинам пропадет одна из питающих фаз на входе, две другие останутся в рабочем состоянии (трехфазный стабилизатор в этом случае отключит все фазы). Однако второй вариант возможен лишь при условии подключения к трехфазной сети однофазных потребителей. Если же в сети имеется трехфазная нагрузка, то этот вариант исключен.



Трехфазный стабилизатор рекомендуется устанавливать в случае большой суммарной нагрузки во внутренней сети, а также при наличии трехфазных потребителей. При этом следует обратить внимание на равномерное распределение нагрузки между фазами во избежание эффекта перекоса фаз.



**Перекас фаз** – это эффект, связанный с неравномерной нагрузкой на каждую фазу. При этом получается, что одна или две фазы перегружены, а оставшаяся фаза не догружена. Понятно, что перекас фаз происходит при трехфазном вводе, если большинство однофазных нагрузок подключены к одной из трех фаз. В коттедже это могут быть мощные электроприборы, такие как плита, розетки кухни, чайник, духовой шкаф, кондиционер, электрический теплый пол. Явным признаком перекаса фаз является неустойчивая работа бытовых приборов или тускло горящий свет. От перекаса фаз часто может срабатывать трехфазный автомат, даже если общая нагрузка не превышает расчетную. Перекас фаз можно выявить электрическими клещами или тестером, измерив ток на каждой фазе. Эффект устраняется путем перераспределения нагрузки. Для защиты от внешнего перекаса фаз (приходящего в дом) устанавливают стабилизаторы напряжения (отдельно на каждую фазу).

*При использовании стабилизатора напряжения «на весь дом» его электрическая мощность должна превышать суммарную мощность нагрузки на 20–30 %. В этом случае стабилизатор включается в сеть на вводе электропроводки в здание после счетчика, последовательно в разрыв питающего провода.*

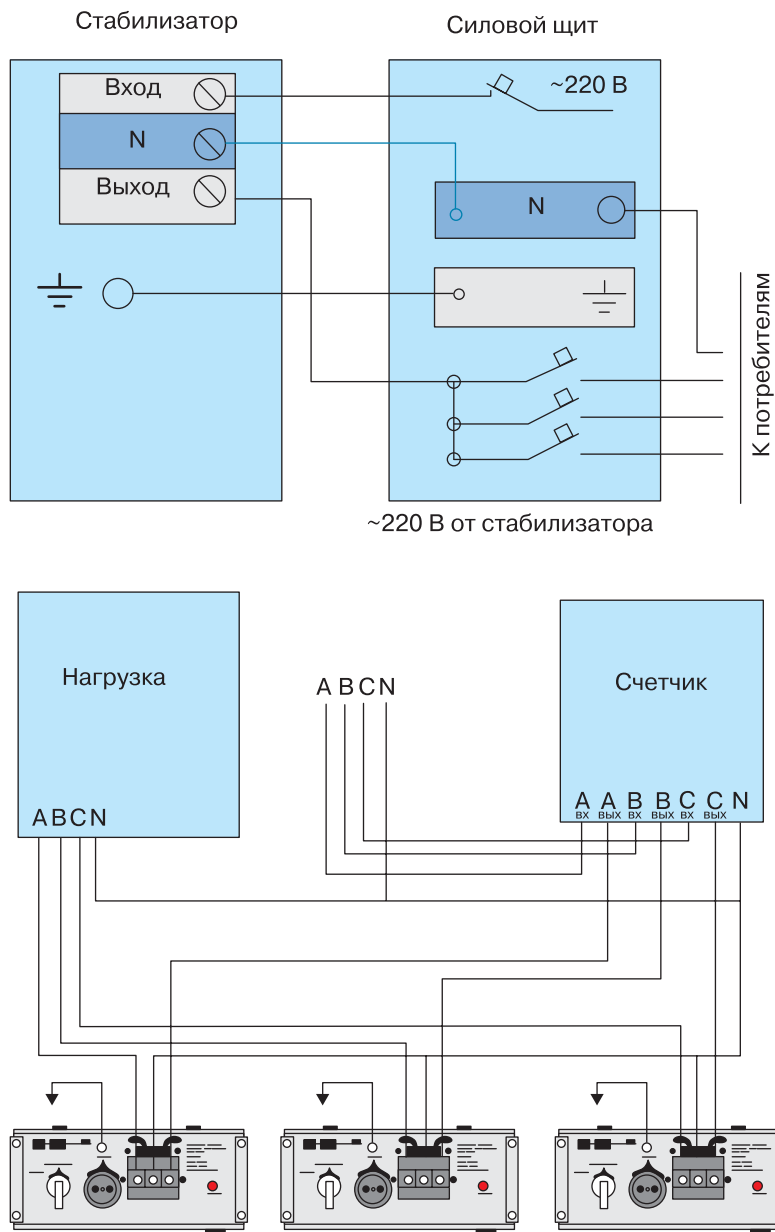


*Стабилизаторы напряжения небольшой мощности предназначены для защиты отдельных электроприборов, наиболее чувствительных к скачкам напряжения в электросети. Они подключаются к сети при помощи вилки и на выходе имеют одну или несколько розеток. Дополнительной функцией стабилизатора напряжения является возможность получения выходного напряжения, отличного от 220 В.*





Все стабилизаторы, как правило, имеют встроенный автоматический выключатель для защиты последующей цепи от коротких замыканий и перегрузок. Для защиты электрической цепи самого стабилизатора от возникновения в нем сверхтоков непосредственно перед стабилизатором должен быть также установлен «автомат» нужного номинала. Схема подключения стабилизатора напряжения обычно бывает изображена изготовителем устройства на одной из стенок корпуса.



Создание многоуровневой защиты – это важная и ответственная задача, которая требует определенной подготовки. Она включает в себя выбор устройств по типу и характеристикам, а также их правильный монтаж. Предпочтение рекомендуется отдавать фирме-изготовителю, которая предлагает полный ассортимент защитных устройств. При этом следует учитывать, что на строительных рынках зачастую предлагают несертифицированные изделия.



# Вводные и распределительные устройства



Основные бытовые и промышленные потребители электрической энергии питаются от генераторов переменного тока электростанций, где вырабатывается трехфазный переменный ток низкого напряжения. До потребителя переменный трехфазный ток доставляется по линиям электропередач. Для того чтобы снизить потери при передаче большой электрической мощности на большие расстояния, напряжение

в линиях электропередач повышают до нескольких сотен киловольт. Непосредственно перед потребителем оно понижается в трансформаторных подстанциях при помощи понижающих трехфазных трансформаторов до стандартного значения — 380 вольт. Таким образом, на выходе из подстанции мы имеем трехфазный переменный ток с напряжением между фазами 380 вольт. Такое напряжение

переменного электрического тока называется линейным (междуфазным). Каждая линия трехфазного переменного тока обозначается L1, L2, L3 или A, B, C. Далее электроэнергия поступает потребителю по низковольтной линии электропередач, которая включает в себя три фазных провода и глухозаземленный нейтральный PEN-проводник (именно такая система используется для бытовых электросетей).

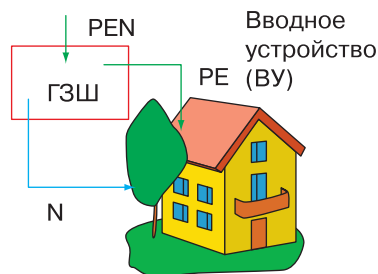


# Ввод в частный дом

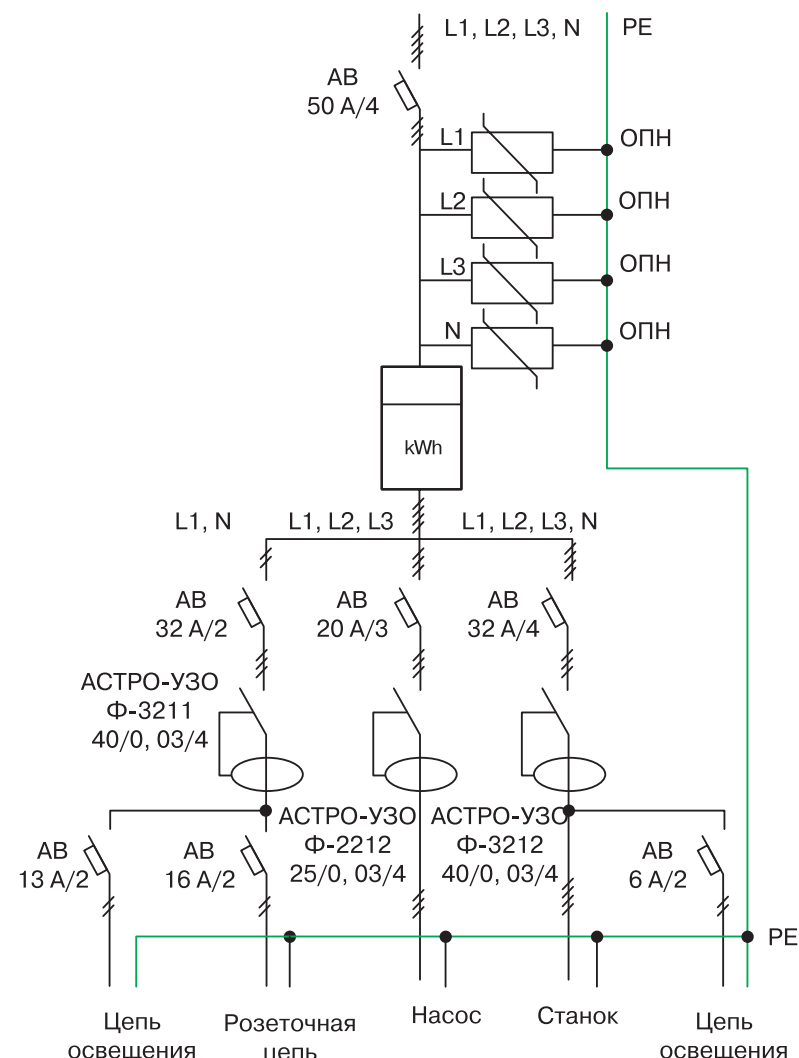
Организация электропитания дома происходит по такой схеме: внешняя сеть—вводное устройство (ВУ)—электросчетчик—распределительный щит—внутренняя разводка.

При однофазном питании дома или квартиры напряжение 220 В обеспечивают два провода — фазный (L) и нулевой рабочий (PEN).

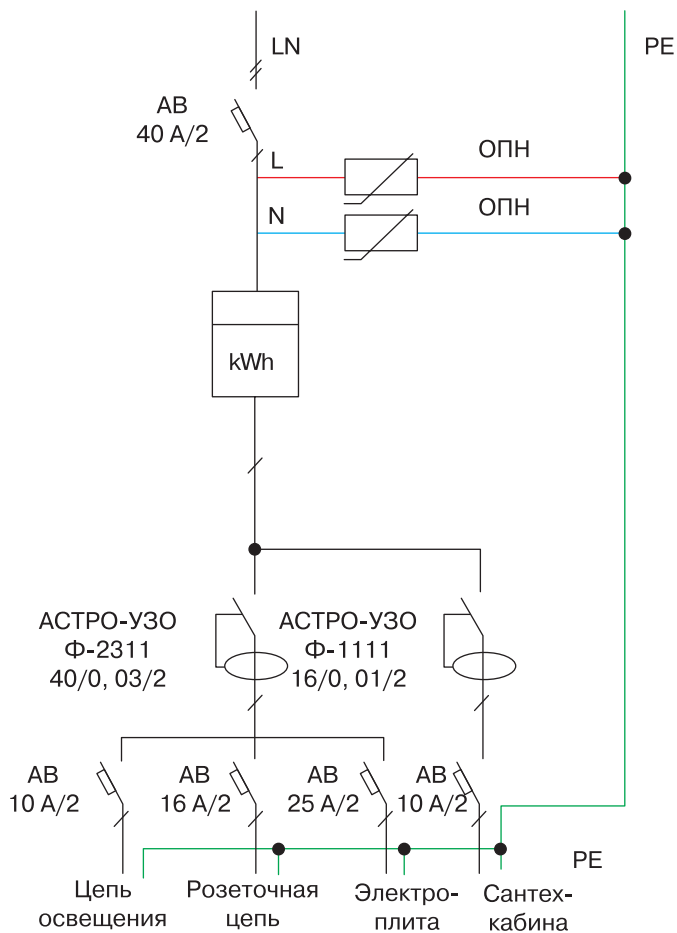
Трехфазное электропитание осуществляется через три фазных провода (L1, L2, L3) и один нулевой рабочий провод (PEN). При такой проводке должна быть обеспечена равномерная нагрузка на каждую из трех фаз. В ней напряжение 220 В создается между каждым фазным проводом и рабочим нулевым проводом (все бытовые приборы работают от напряжения 220 В).



Разделение PEN-проводника во вводном устройстве. Нулевой провод (PEN-проводник) соединяется с главной заземляющей шиной (также установленной во вводном устройстве). На главной заземляющей шине PEN-проводник расщепляется на нулевой рабочий проводник (N) и защитный проводник (PE). От вводного устройства проводники N и PE идут изолированно друг от друга.



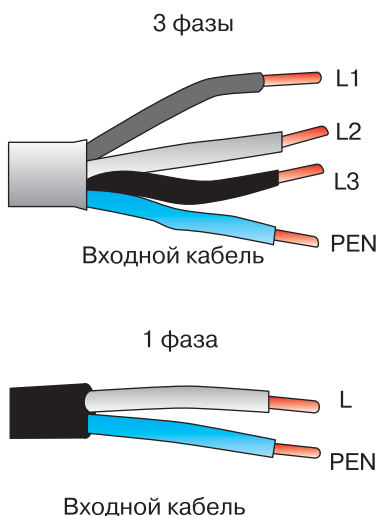
Схемы вводных устройств могут отличаться в зависимости от проекта, но принцип их устройства одинаков. Питающий кабель от внешней сети заводится в металлический шкаф, где подсоединяется к главному защитному автоматическому выключателю, позволяющему обеспечить общее отключение электропитания. После главного автоматического выключателя к каждому фазному проводу и нулевому проводнику подключаются специальные устройства защиты от импульсных перенапряжений — УЗИП (ОПН). УЗИП устанавливаются для защиты внутренней электрической сети от резких скачков напряжения, вызванных авариями во внешней сети или грозовыми разрядами. Они соединяют провода с главной заземляющей шиной и сбрасывают повышенное напряжение с фазного провода на заземление. Далее через счетчик питание поступает в распределительное устройство.



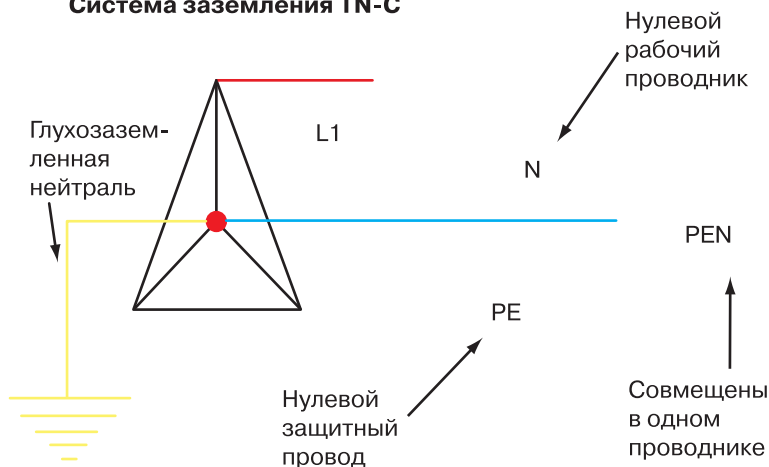
На схеме изображен однофазный ввод. Здесь после счетчика питание сразу поступает на УЗО, что не совсем верно, т. к. УЗО также нуждается в защите от токов перегрузки и короткого замыкания. Следует между счетчиком и УЗО установить автоматический выключатель с номинальным током, меньшим, чем номинальный ток УЗО.

При отсутствии расщепления при однофазном подключении от ВУ выходят два проводника (L, PEN), а при трехфазном — четыре (L1, L2, L3, PEN). Такая система питания обозначается TN-C. С точки зрения потребителя, ее признаком является выходящий из ВУ при трехфазном подключении четырехжильный входной кабель, а при однофазном подключении — двухжильный.

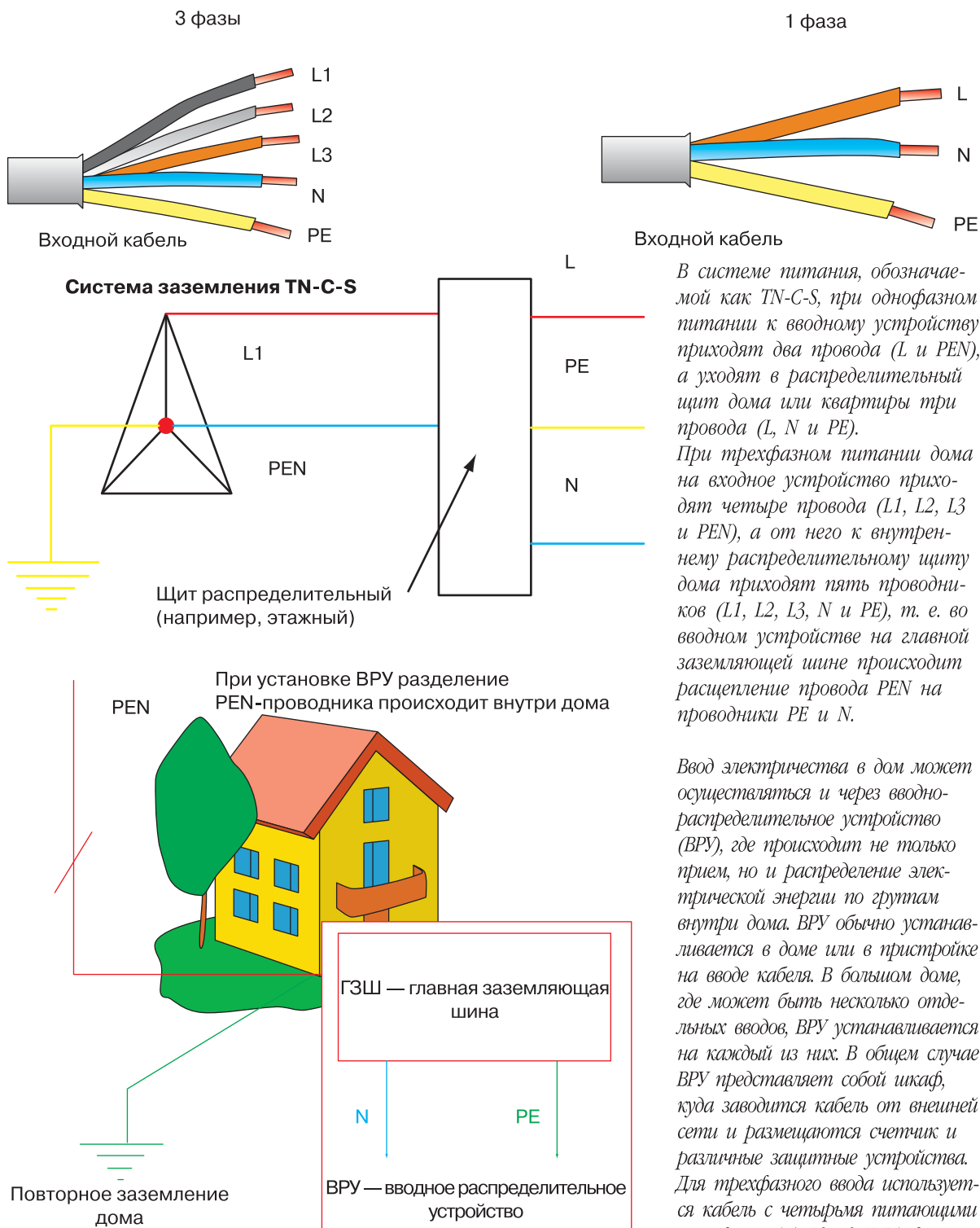
**Система TN-C**



**Система заземления TN-C**



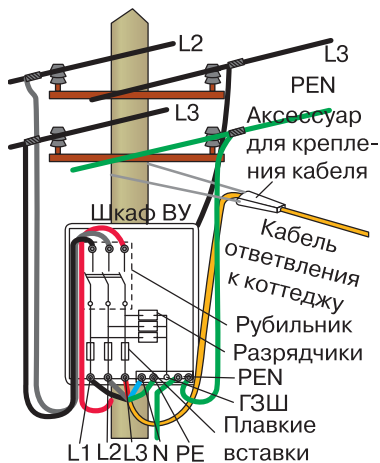
## Система TN-C-S



В системе питания, обозначаемой как TN-C-S, при однофазном питании к вводному устройству приходят два провода (L и PEN), а уходят в распределительный щит дома или квартиры три провода (L, N и PE).

При трехфазном питании дома на входное устройство приходят четыре провода (L1, L2, L3 и PEN), а от него к внутреннему распределительному щиту дома приходят пять проводников (L1, L2, L3, N и PE), т. е. во вводном устройстве на главной заземляющей шине происходит расщепление провода PEN на проводники PE и N.

Ввод электричества в дом может осуществляться и через вводно-распределительное устройство (ВРУ), где происходит не только прием, но и распределение электрической энергии по группам внутри дома. ВРУ обычно устанавливается в доме или в пристройке на вводе кабеля. В большом доме, где может быть несколько отдельных вводов, ВРУ устанавливается на каждый из них. В общем случае ВРУ представляет собой шкаф, куда заводится кабель от внешней сети и размещаются счетчик и различные защитные устройства. Для трехфазного ввода используется кабель с четырьмя питающими проводами (L1, L2, L3, PEN), для однофазного — с двумя (L, PEN).



Вводное устройство — это сборное электротехническое устройство, предназначенное для первичной защиты электропитания дома. Вводное устройство всегда устанавливается вне дома на ближайшем столбе ЛЭП или на специальной конструкции. Оно включает в себя устройства для управления и защиты электросети всего дома. Как правило, все они располагаются в специальном шкафу с определенной степенью герметизации.

Согласно последним нормативным документам, электросчетчик также должен устанавливаться на улице. Поэтому зачастую его размещают во вводном шкафу с прозрачным окошком для считывания показаний.

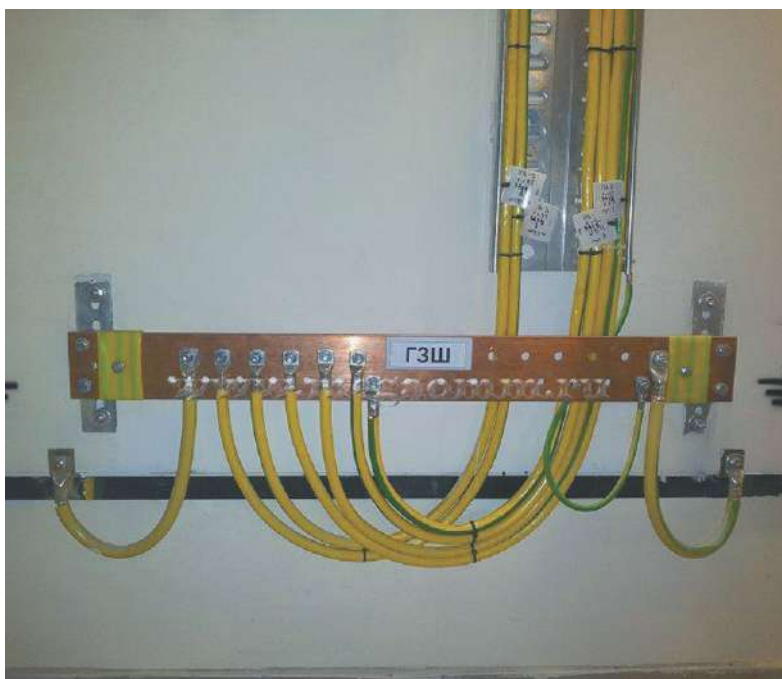
При наличии на территории участка нескольких дополнительных построек на каждой из них рекомендуется устанавливать после главного вводно-распределительного устройства дополнительные распределительные устройства.



Все подсоединения к ГЗШ производятся при помощи болтов, шайб и гаек, причем каждый кабель должен иметь отдельное соединение. Болтовые соединения нужны для того, чтобы всегда можно было отключить любой защитный кабель и произвести необходимые контрольные замеры (сопротивления изоляции, сопротивления растеканию тока и т. д.).

Предпочтительным материалом для ГЗШ является медь. Возможно изготовление ГЗШ из стали, но запрещено использование алюминия. Также запрещено использование алюминиевых наконечников.

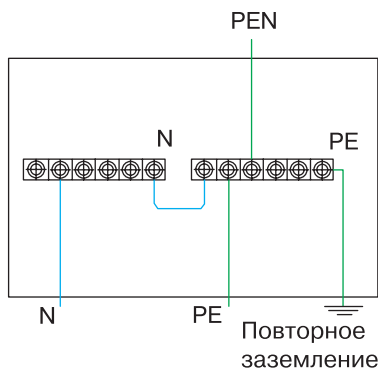
Если в доме несколько вводов электропитания, то на каждый устанавливается отдельная главная заземляющая шина.



Главная заземляющая шина (ГЗШ) — важнейший элемент электрической системы частного дома. При системе питания TN-C-S, которая в настоящее время является основной для частного сектора, на ней осуществляется необходимое разделение PEN-проводника. На главной заземляющей шине сходятся все проводники от защитных систем дома. Это и проводник повторного заземления, и проводники от системы уравнивания потенциалов, и проводник от разрядника (ограничителя напряжения). С ней соединяется и шина рабочего нуля N.



Все токопроводящие открытые элементы дома или квартиры должны соединяться с главной заземляющей шиной. К ней подходят магистральный PEN-проводник, защитный проводник PE, проводник повторного заземления, проводники от стальных коммуникационных труб (холодный и горячий водопровод, газ, отопление, канализация и т. д.), проводники от всех металлических строительных конструкций. Полученная система называется системой уравнивания потенциалов.

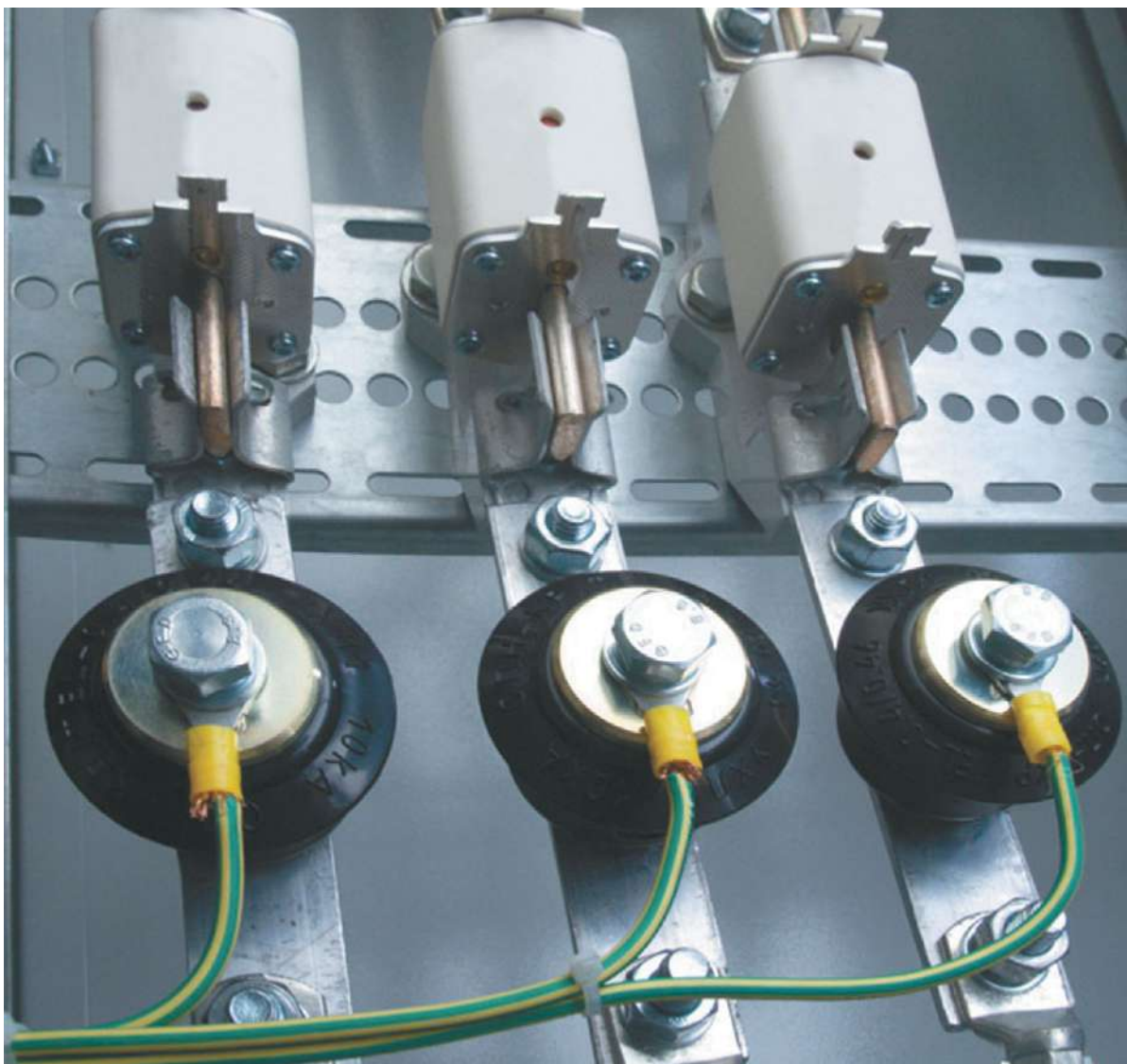


N — нулевой рабочий проводник  
 PE — нулевой защитный проводник  
 PEN — совмещенный нулевой рабочий и нулевой защитный проводники

Расщепление PEN-проводника выполняется в ВУ или ВРУ, где для этого устанавливаются две шины (PE и N). Далее проводник PEN соединяется с шиной PE, которая перемычкой (сечением, не меньшим сечения защитных PE-проводов) соединяется с шиной N. Шина PE повторно заземляется. Шину PE нужно закреплять на корпусе ВРУ при помощи болтовых соединений и с токопроводящим контактом, шину N — на корпусе ВРУ через диэлектрические (не проводящие ток) изоляторы. Шины PE и N должны быть помечены табличками с надписями «PE» и «N». Защитные провода PE должны иметь зелено-желтый цвет, нулевые рабочие провода N — голубой цвет.

При монтаже ВУ на столбе повторное заземление нужно делать у столба. Если для электропитания дома используется вводно-распределительное устройство, расположенное в доме, то главная заземляющая шина устанавливается в ВРУ и повторное заземление делается рядом с домом.

**Неравномерность нагрузки при трехфазном электропитании приводит к перекосу фаз, т. е. к увеличению напряжения на одной фазе и снижению на других. В этом случае также создаются неблагоприятные условия для работы трехфазных устройств.**



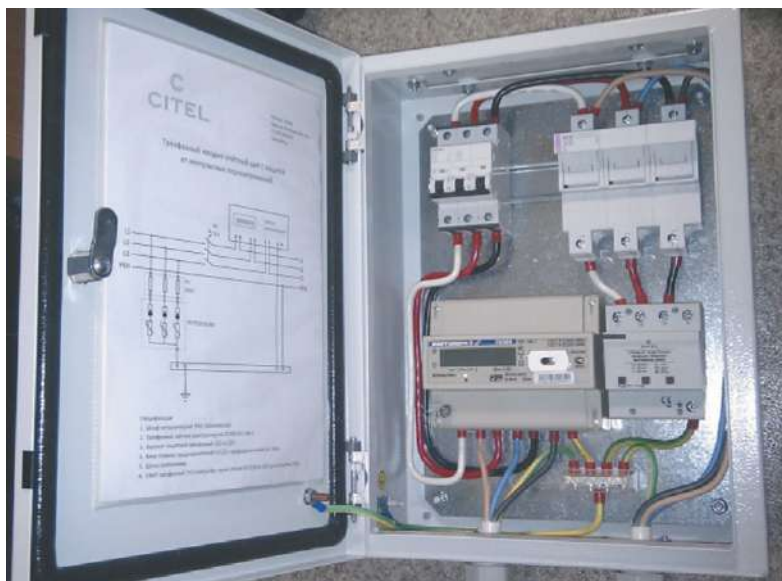
Устройства, предназначенные для защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), как правило, сами нуждаются в дополнительной защите от длительных перенапряжений. Такие перенапряжения (в случае превышения ими максимального длительного рабочего напряжения  $U_c$ ) приводят варисторы УЗИП в состояние проводимости. При этом через варистор начнет протекать ток, приближающийся к величине тока короткого замыкания и достигающий нескольких сотен ампер. Практика показывает, что терморасцепитель варисторного УЗИП не успевает отреагировать в подобных ситуациях из-за тепловой инерционности конструкции. В таких условиях варистор, как правило, разрушается в течение нескольких секунд, после чего режим короткого замыкания также может сохраняться через дугу (по продуктам разрушения и горения варистора). При этом возникает вероятность (при расплавлении пластикового корпуса) замыкания клемм устройства на корпус шкафа или DIN-рейку и повреждения изоляции проводников в цепях включения защитных устройств. Для предотвращения такой ситуации перед УЗИП рекомендуется последовательно устанавливать плавкие предохранители (но не автоматические выключатели).

Номиналы предохранителей, а также их время-токовые характеристики определяются конкретным производителем УЗИП и отражаются в технической документации.



После разделения проводника PEN на N и PE во вводном устройстве или в распределительном щите их последующее соединение в пределах внутренней разводки не допускается.

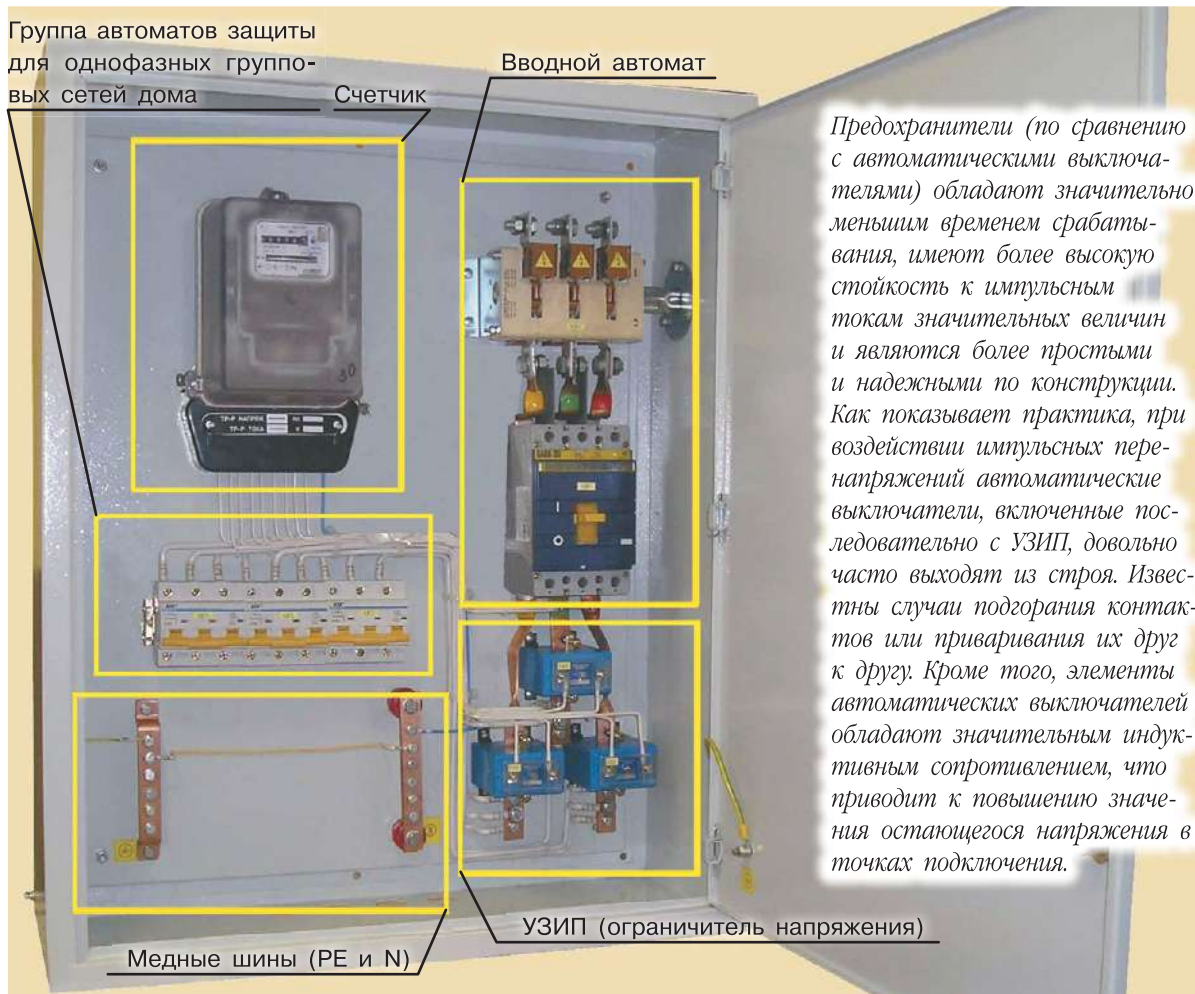
Вводное устройство, в котором УЗИП соединено с проводником PE через блок предохранителей. Такая схема наиболее предпочтительна.



Группа автоматов защиты для однофазных групповых сетей дома

Счетчик

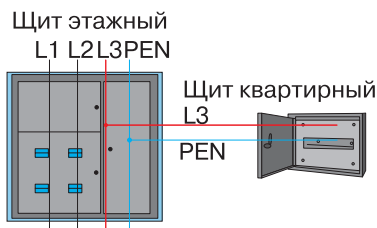
Вводной автомат



Предохранители (по сравнению с автоматическими выключателями) обладают значительно меньшим временем срабатывания, имеют более высокую стойкость к импульсным токам значительных величин и являются более простыми и надежными по конструкции. Как показывает практика, при воздействии импульсных перенапряжений автоматические выключатели, включенные последовательно с УЗИП, довольно часто выходят из строя. Известны случаи подгорания контактов или приваривания их друг к другу. Кроме того, элементы автоматических выключателей обладают значительным индуктивным сопротивлением, что приводит к повышению значения остающегося напряжения в точках подключения.

## Ввод в квартиру

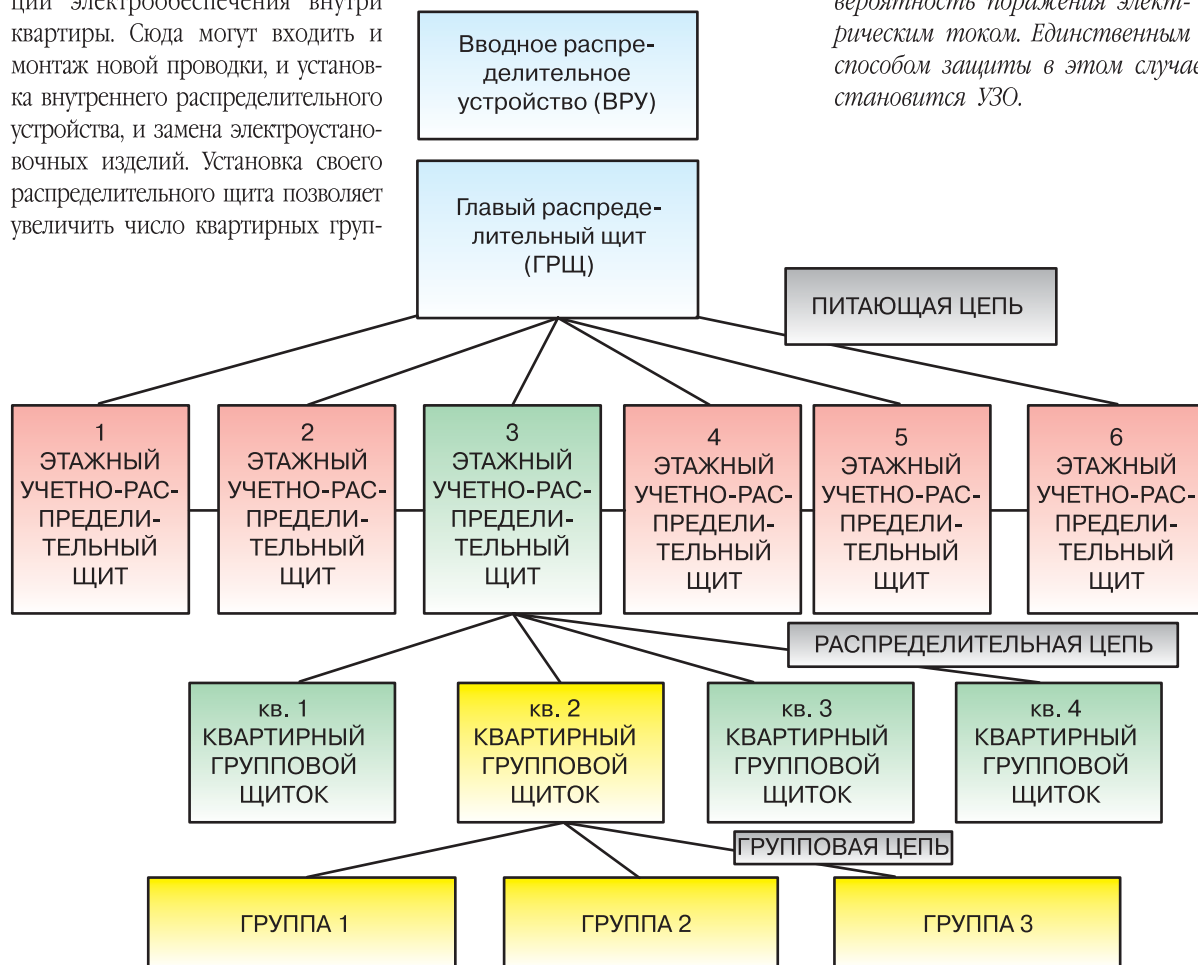
Электропитание квартир в многоквартирных домах осуществляется по-разному. В домах старой постройки оно поступает в квартиру от общего этажного распределительного щита по двухпроводной системе (проводам L и PEN). В большинстве случаев распределительные щиты в квартирах не предусматриваются, а электричество сразу распределяется через распаечные коробки по помещениям. Безусловно, в этом есть большие неудобства. Поэтому в случае серьезного ремонта перед владельцем остро ставится вопрос о современной организации электрообеспечения внутри квартиры. Сюда могут входить и монтаж новой проводки, и установка внутреннего распределительного устройства, и замена электроустановочных изделий. Установка своего распределительного щита позволяет увеличить число квартирных груп-



повых линий, обеспечив каждую из них своей защитой. Такое решение создает удобства при обслуживании системы электрообеспечения, а также повышает ее надежность и безопасность.

В современных домах новой постройки от этажного щита электропитание подается по трехпроводной системе (провода L, N и PE) на квартирный распределительный щит.

*В домах старого фонда часто применяется четырехпроводная система питания TN-C. В этой системе по стояку проходят три фазных провода (L1, L2, L3) и провод PEN, совмещающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников. В квартиру же приходят один фазный провод и PEN-проводник. Такая система не предполагает создания защитного заземления, что при нормальном режиме работы оборудования не представляет никакой опасности. Но в случае соприкосновения токоведущих частей с токоведущим корпусом какого-либо устройства существует высокая вероятность поражения электрическим током. Единственным способом защиты в этом случае становится УЗО.*



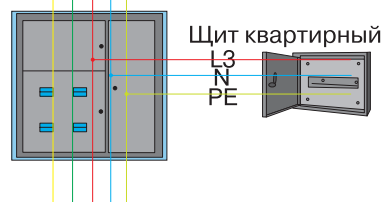




Зачастую (при отсутствии на вводе проводника РЕ) для организации защитного заземления защитные провода от розеток сводят в отдельную коробку, откуда провод сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup> проводят к этажному щиту и присоединяют к его металлическому корпусу. Такое решение может представлять опасность для окружающих (в случае плохого заземления самого корпуса щита) и требует обязательного согласования с владельцем электрических сетей дома.

Внутридомовые сети многоэтажных квартир чаще всего принадлежат жилищно-коммунальным управлениям или другим подобным организациям, выполняющим сходные функции. Там можно получить акт разграничения балансовой принадлежности, где указывается выделенная мощность на квартиру, схема подключения квартиры и т. д.

Щит этажный  
L1L2L3NPE



В современных многоквартирных домах питание осуществляется по системе TN-C-S. В этом случае проводник PEN разделяется на проводники PE и N, как правило, на вводном устройстве всего дома и с этажного щита в квартиру вводятся три провода (L, N и PE), что позволяет создать эффективную систему защиты.



Квартирные распределительные щиты устанавливаются рядом с вводом кабеля в квартиру на высоте 1,4–1,5 м от пола в зоне свободного доступа. Рядом со щитом не должно быть нагревательных приборов и источников открытой воды. Они монтируются согласно предварительно разработанной электрической схеме открыто на стене или в скрытой нише.



Настенный щит крепится на стену. Для его монтажа не требуется проводить «грязных» и шумных работ. Современные настенные щитки вполне эстетичны и несмотря на то что выступают за плоскость стены, очень часто используются при ремонте проводки. Выбираются они по количеству устройств защиты и управления для соответствующих групп электропитания. Щиты обычно комплектуются элементами крепежа, DIN-рейками для установки защитных устройств и соединительными колодками для подключения проводов.



Распределительный щит можно смонтировать и в закрытой нише, но при этом нужно предусмотреть достаточное пространство для размещения всех необходимых устройств, а также их коммутации.

Выбирая то или другое защитное устройство, следует получить от продавца исчерпывающую информацию о характеристиках и качестве изделия. Уважающий себя производитель всегда дает достаточный объем технической информации. Если же ее не удастся получить, лучше воздержаться от покупки и поискать необходимое устройство в другом месте.

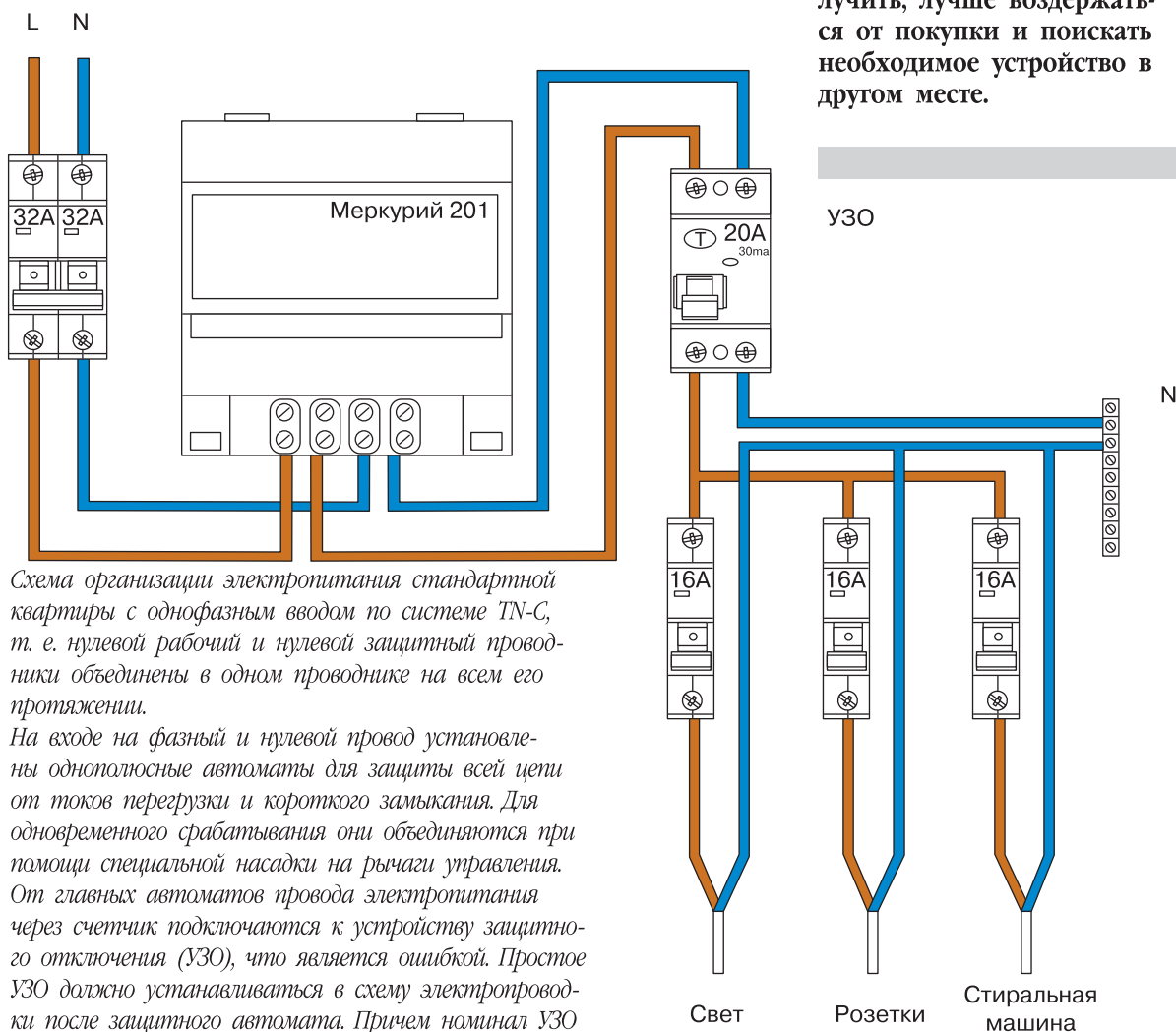


Схема организации электропитания стандартной квартиры с однофазным вводом по системе TN-C, т. е. нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены в одном проводнике на всем его протяжении.

На входе на фазный и нулевой провод установлены однополюсные автоматы для защиты всей цепи от токов перегрузки и короткого замыкания. Для одновременного срабатывания они объединяются при помощи специальной насадки на рычаги управления. От главных автоматов провода электропитания через счетчик подключаются к устройству защитного отключения (УЗО), что является ошибкой. Простое УЗО должно устанавливаться в схему электропроводки после защитного автомата. Причем номинал УЗО по рабочему току должен быть больше или равен номиналу автомата защиты. Делается это для того, чтобы при перегрузке первым отключался автомат защиты, а не УЗО. Далее электросеть разделена на три группы, защищенные однополюсными автоматами защиты (освещение, розетки и стиральная машина).



# Расчет домашней сети



Современная внутренняя система электроснабжения дома или квартиры обязана удовлетворять нескольким требованиям. Она должна быть:

- рассчитана на длительную безаварийную эксплуатацию;
- обеспечена устройствами защиты от перегрузки, короткого замыкания, поражения человека электрическим током и значительных скачков напряжения;
- обеспечена различными приборами, позволяющими повысить комфортность проживания;
- рассчитана на возможность подключения самых различных устройств.

Создание такой системы — непростая задача, требующая вдумчивого и системного подхода. Она предполагает реализацию следующих этапов: расчет, комплектация и монтаж.

В процессе расчета в помещениях выявляются определенные функциональные зоны, требующие подключения каких-либо электрических приборов. Эту работу удобнее всего выполнять с использованием плана квартиры или дома. На плане можно «рассставить» предполагаемую мебель, «разместить» люстры и светильники, «установить» электроплиту, холодильник, стиральную машину и т. д. Это позволит определить расположение розеток, а также их тип. Размещение люстр, светильников и подсветок позволит, в свою очередь, найти удобные места для соответствующих выключателей. На этом же плане следует указать мощность оборудования, планируемого к установке.

## ***Разделение всех потребителей на группы***

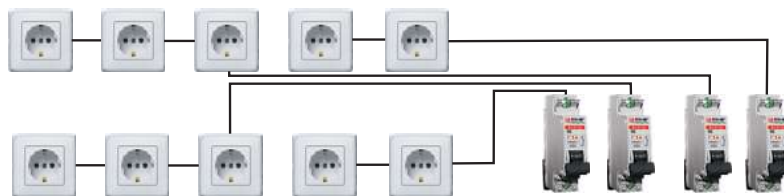
Расчет домашней электрической сети, как правило, начинается с разделения всех потребителей на группы. Под группой понимается несколько потребителей, подключенных параллельно к одному питающему проводу, идущему от распределительного щита. Это группы освещения, группы розеток и т. д. Отдельными линиями запитываются агрегаты большой мощности (стиральные машины и электрические плиты). В отдельную группу выделяются розетки кухни, где подключаются микроволновые печи, электрические духовки, посудомоечные машины, электрические чайники и многое другое.



Результат разделения потребителей на группы вначале лучше отобразить в таблице, дополняя ее в дальнейшем новыми данными (табл. 1).

Таблица 1

№ группы	Потребители
1	Освещение
2	Освещение кухни, ванной комнаты, туалета
3	Электрическая плита
4	Стиральная машина
5	Розетки кухни
6	Розетки жилых комнат



Группы потребителей электрической энергии с отдельными устройствами защиты могут формироваться тремя способами:

- по помещениям в квартире (каждому помещению предоставляют отдельную линию);
  - по видам потребителей: освещение, розетки, электроплиты, стиральные машины и т. д.;
  - для каждого потребителя, будь то розетка или светильник, проводится отдельная линия электропитания с устройствами защиты (европейский вариант).
- Как показывает практика, любая разводка в доме или квартире является комбинацией вышеперечисленных вариантов в зависимости от конкретных потребностей и условий.



## Определение установленной мощности и тока нагрузки

Важным этапом проектирования является определение суммарной потребляемой мощности установленного оборудования в каждой группе.

Величина установленной мощности позволяет рассчитать номинальный ток нагрузки на данную цепь. Номинальный ток — это тот максимальный ток, который будет протекать по фазному проводу. Во внутренней сети квартиры или дома с напряжением 220 В он легко определяется по максимальной потребляемой мощности.

При однофазной нагрузке номинальный ток  $I_n \approx 4,5P_m$ , где  $P_m$  — максимальная потребляемая мощность в киловаттах. Например, при  $P_m = 5$  кВт  $I_n = 4,5 \cdot 5 = 22,5$  А.

При трехфазной симметричной нагрузке номинальный ток на фазу —  $I_n \approx 1,5P_m$ .

При распределении потребителей по группам необходимо исходить из следующих условий:

- кондиционер, теплые полы, электроплита, стиральная машина и другие мощные потребители с открытыми токопроводящими элементами должны подключаться к отдельным линиям, каждая из которых защищается автоматом защиты и УЗО;
- в отдельную группу выделяются розетки зон с повышенной влажностью (кухни и ванные комнаты);
- розетки жилых комнат можно объединить в одну группу;
- систему освещения жилых комнат желательно разделить на две (или более) группы.

Разделение на группы выполняется в распределительном шкафу, где на каждую группу устанавливается автоматический выключатель, а в некоторых случаях и УЗО. Таким образом, каждая из групп за пределами распределительного щита представляет собой отдельную электрическую цепь.



Значение номинального тока нагрузки позволяет определить и характеристики защитных устройств, и сечение жил провода.

Самым простым является расчет группы с одним прибором, например электрической духовкой. Ее потребляемая мощность 2 кВт (определяется по паспорту). Номинальный ток нагрузки  $I_n = 4,5 \cdot 2 = 9$  А. Таким образом, в цепь питания духовки должен устанавливаться автоматический выключатель с номинальным током не менее 9 А. Ближайшим по номиналу является автомат 10 А.

Расчет токовой нагрузки и выбор автоматического выключателя для группы с несколькими потребителями усложняется введением коэффициента спроса, определяющего вероятность одновременного включения всех потребителей в группе в течение длительного промежутка времени.

Конечно, величина коэффициента спроса зависит от множества объективных и субъективных факторов: типа квартиры, назначения электрических устройств и т. д. Например, коэффициент спроса для телевизора обычно принимается за 1, а коэффициент спроса для пылесоса — 0,1. Существуют даже целые системы расчета коэффициента спроса как для отдельных квартир, так и для многоэтажных домов.

Понятно, что одновременное включение и работа всех электроприборов в квартире или частном доме маловероятны. Поэтому в нашем случае коэффициент спроса для каждой группы можно определить по таблице усредненных значений (табл. 2).

Для расчета розеточной группы кухни примем, что там будут включаться следующие приборы:

— электрический чайник — 700 Вт;

Таблица 2

Количество приемников в помещении	$K_c$ (коэффициент спроса) помещения
2	0,8
3	0,75
Более 5	0,7

- овощерезка — 400 Вт;
- микроволновая печь — 1200 Вт;
- холодильник — 300 Вт;
- морозильник — 160 Вт;
- прочее — 240 Вт.

Таблица 3

№ группы	Потребители	Установленная мощность $P$ , Вт	Коэффициент спроса $K_c$	Потребляемая мощность $P_m = P K_c$ , Вт	Номинальный ток $I_n$ , А
1	Розетки жилых комнат	2000	0,7	1400	6,3
2	Электрическая плита	6000	1,0	6000	27
3	Розетки кухни	3000	0,7	2100	9,45
4	Освещение прихожей и жилых комнат	600	0,7	420	1,89
5	Стиральная машина	600	1,0	600	2,7
6	Освещение кухни, ванной комнаты, туалета	400	0,7	280	1,26
	<b>Всего</b>			<b>10 500</b>	<b>47,25</b>

Суммарная номинальная мощность этих приборов в группе составляет 3000 Вт.

С учетом коэффициента спроса (равного 0,7) номинальная мощность будет равна  $3000 \cdot 0,7 = 2100$  Вт.

Номинальный ток нагрузки в цепи этой розеточной группы будет равен  $4,5 \times 2,1 = 9,45$  А.

После аналогичных расчетов дополним табл. 3 полученными значениями потребляемой мощности и номинального тока для остальных групп.



## Выбор сечений жил и типа провода

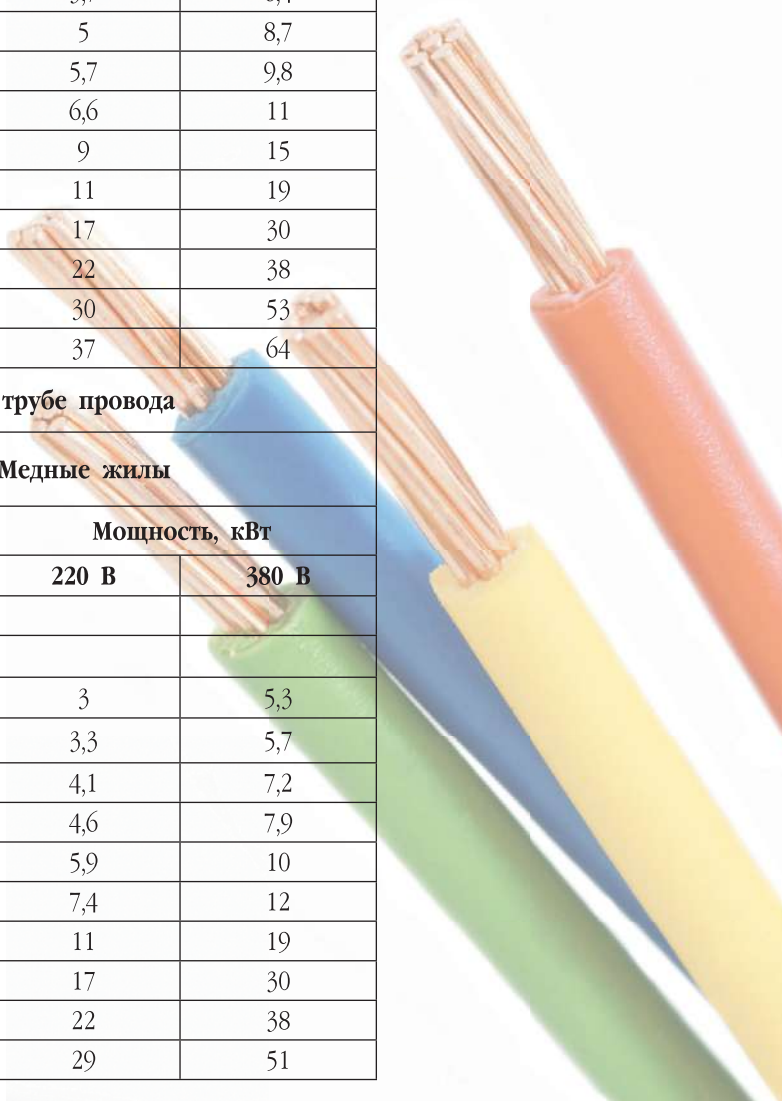
Сечение жил провода для каждой группы рассчитывается в зависимости от предполагаемой суммарной мощности устанавливаемых в ней приборов и расчетных зна-

чений силы тока (конечно, с некоторым запасом). Необходимые рекомендации можно получить в «Правилах устройства электроустановок» (ПУЭ) — главном документе электрика.

Табл. 4 отражает соответствие нагрузочных токов и допустимых сечений проводов, регламентированных ПУЭ (применяется для медных проводов, потому что использование алюминиевых в электропроводке жилых помещений в настоящее время запрещено).

Таблица 4

Проложенные открыто провода			
Сечение жил кабеля, мм <sup>2</sup>	Медные жилы		
	Ток нагрузки, А	Мощность, кВт	
		220 В	380 В
0,5	11	2,4	
0,75	15	3,3	
1	17	3,7	6,4
1,5	23	5	8,7
2	26	5,7	9,8
2,5	30	6,6	11
4	41	9	15
5	50	11	19
10	80	17	30
16	100	22	38
25	140	30	53
35	170	37	64
Проложенные в трубе провода			
Сечение жил кабеля, мм <sup>2</sup>	Медные жилы		
	Ток нагрузки, А	Мощность, кВт	
		220 В	380 В
0,5			
0,75			
1	14	3	5,3
1,5	15	3,3	5,7
2	19	4,1	7,2
2,5	21	4,6	7,9
4	27	5,9	10
5	34	7,4	12
10	50	11	19
16	80	17	30
25	100	22	38
35	135	29	51





Для более точного расчета нужных сечений жил проводов необходимо не только руководствоваться мощностью нагрузки и материалом изготовления жил, но и учитывать способ их прокладки, длину, вид изоляции, количество жил в проводе, условия эксплуатации и другие факторы. Поэтому опытные электрики считают оптимальным вариантом применение жил сечением  $1,5 \text{ мм}^2$  — для осветительной группы (4,1 кВт и 19 А),  $2,5 \text{ мм}^2$  — для розеточной группы (5,9 кВт и 27 А) и  $4\text{--}6 \text{ мм}^2$  — для

приборов большой мощности (свыше 8 кВт и 40 А). Такой вариант выбора сечений для проводов является, пожалуй, наиболее распространенным при монтаже электропроводки квартир и домов. Он позволяет повысить надежность скрытой проводки, а также создать некоторый «резерв» в случае увеличения мощности нагрузки, например при подключении дополнительных устройств.

В табл. 5 приведены сечения жил проводов, выбранные для нашего примера.

При выборе типа и марки провода необходимо исходить, прежде всего, из соображений надежности и долговечности. Также следует учитывать допустимое напряжение пробоя изоляции. Особенно это актуально при скрытой проводке. Сегодня для внутренней проводки в доме или квартире лучше всего использовать электрические провода с однопроволочными медными жилами (плоские или круглые) марки ВВГ, ВВГнг и NYM.

Таблица 5

№ группы	Потребители	Установленная мощность $P$ , Вт	Коэффициент спроса $K_c$	Потребляемая мощность $P_m = P K_c$ , Вт	Номинальный ток $I_n$ , А	Сечение жил проводов ВВГ, $\text{мм}^2$
1	Розетки жилых комнат	2000	0,7	1400	6,3	2,5
2	Электрическая плита	6000	1,0	6000	27	4,0
3	Розетки кухни	3000	0,7	2100	9,45	2,5
4	Освещение прихожей и жилых комнат	600	0,7	420	1,89	1,5
5	Стиральная машина	600	1,0	600	2,7	2,5
6	Освещение кухни, ванной комнаты, туалета	400	0,7	280	1,26	1,5
	<b>Всего</b>			<b>10 500</b>	<b>47,25</b>	

## Выбор устройств защиты

Дальнейшая работа заключается в проектировании многоуровневой защиты внутренней электрической сети и оборудования от различных аварийных ситуаций. Эта важная и ответственная задача требует опре-

деленной подготовки и включает в себя выбор защитных устройств по типу и характеристикам, а также способ их подключения. Для защиты внутриквартирной сети используются, как правило, автоматические выключатели, устройства защитного отключения (УЗО), дифференциальные автоматы, реле напряжения.

Для сети частного дома кроме указанных устройств используются стабилизаторы, а также устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП). В квартирной проводке устройство защиты от импульсных перенапряжений и грозовых разрядов не требуется, так как она, как правило, входит в защитную систему всего дома.



Для выбора характеристик защитных устройств используются значения установленной мощности и номинальных токов, полученные в предыдущих расчетах, и принятые сечения проводов. Более подробные сведения о защитных устройствах приведены в разделе «Защитные устройства».

**Автоматический выключатель служит для защиты проводки от токов перегрузки и короткого замыкания. УЗО является эффективным средством защиты от поражения электрическим током и возникновения пожаров, связанных с нарушением проводки. Включение в схему реле напряжения позволяет обеспечить надежную защиту дорогостоящего оборудования от аварийных скачков напряжения.**

### *Автоматический выключатель*

Выбор автоматического выключателя выполняется в первую очередь по допустимой величине номинального тока для проводки. При этом следует иметь в виду, что автоматический выключатель служит для защиты от сверхтоков именно электропроводки, идущей к розетке, а не подключенного к ней оборудования. Любая техника, как правило, имеет свою встроенную защиту от перегрузок или замыканий. Не защищает автоматический выключатель и людей от поражения электрическим током. Поэтому

номинальный ток автоматического выключателя выбирается, прежде всего, исходя из возможностей проводки и ни в коем случае не должен превышать максимально допустимый ток для данного сечения провода. Для бытовых сетей изготавливаются автоматические выключатели с номинальными токами 6; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63 А.

При выборе автомата необходимо учитывать также класс прибора, его отключающую способность и класс токоограничения.

Автоматические выключатели класса В необходимо применять для защиты цепей с лампами на-



*Технические характеристики автоматических выключателей отражены в маркировке, имеющейся на корпусе. На рисунке изображен автоматический выключатель на 16 А, класса С с отключающей способностью до 4500 А.*





каливания и нагревательными приборами. Для всех остальных бытовых нагрузок используют автоматы с характеристикой С. Отключающая способность автоматического выключателя должна быть не менее 4,5 кА и не менее 6 кА для медной проводки сечением 2,5 мм<sup>2</sup> и выше. Класс токоограничения следует выбирать не ниже 2, а лучше 3.

Итак, исходя из табл. 6, для нашего примера подойдут автоматические выключатели ВА 63 класса С с током короткого замыкания от 4000 до 6000 А и номинальными токами, соответствующими сечению жил по каждой группе. При этом следует помнить, что номинальный ток автомата должен быть на один порядок меньше значения допустимого тока для защищаемого провода.

Таблица 6

№ группы	Потребители	Номинальный ток $I_n$ , А	Сечение жил проводов, мм <sup>2</sup>	Автоматический выключатель, А
1	Розетки жилых комнат	6,3	2,5	20
2	Электрическая плита	27	4,0	32
3	Розетки кухни	9,45	2,5	25
4	Освещение прихожей и жилых комнат	1,89	1,5	16
5	Стиральная машина	2,7	2,5	25
6	Освещение кухни, ванной комнаты, туалета	1,26	1,5	10
	<b>Всего</b>	<b>47,25</b>		<b>63</b>

**Среди автоматических выключателей различных производителей наибольшее распространение получили устройства серии ВА фирм IEK, ДЭК, ИНТЭС, ЕКЕ. Они достаточно надежны и вполне удовлетворяют критерию цена/качество. К более дорогим устройствам премиум класса относятся автоматические выключатели серий ABB, Legrand, Siemens. Они имеют перегрузочную способность по току около 6–8 кА, механическую износостойкость и наработку на отказ, а также дополнительный сервис (крышечки, индикаторы и т. д.). Однако выбор дорогих автоматов предполагает использование и других элементов электрической системы той же ценовой категории.**

### Устройство защитного отключения (УЗО)

Для правильного выбора УЗО вначале нужно определиться с его конструктивными особенностями (электромеханическое или электронное). Электромеханические УЗО стоят гораздо дороже, но они отличаются высокой степенью надеж-

ности и способны гарантированно срабатывать при любом уровне напряжения в сети. Электронные УЗО на порядок дешевле, но их работоспособность (в силу конструктивных особенностей) зависит от стабильности напряжения в сети, что в редких случаях не исключает возникновение аварийной ситуации. Однако чаще всего они работают

вполне стабильно, поэтому предпочтение отдается электронным УЗО в силу их доступности и дешевизны. Следует отметить, что их использование вполне оправданно при дополнительной установке стабилизатора напряжения.

Основными характеристиками УЗО являются ток утечки (ток срабатывания), время срабатывания и максимальная величина тока короткого замыкания. Расчетный ток утечки для бытовой сети, как правило, выбирается в пределах от 10 до 30 мА. При этом время срабатывания должно составлять в среднем от 10 до 30 мс. Максимальная величина тока короткого замыкания  $I_{nc}$  — характеристика, определяющая способность прибора выдерживать сверхтоки, возникающие в цепи при коротком замыкании. Понятно, что автоматический выключатель, соединенный в цепи последовательно с УЗО, сработает на отключение, но это произойдет через 10 мс, а за это время УЗО будет находиться под



воздействием сверхтока. И если оно сохраняет при этом работоспособность, то его качество считается высоким. Значения максимального тока короткого замыкания для различных УЗО лежат в пределах от 3000 до 10 000 А, а минимально допустимое значение  $I_{nc}$  — 3000 А.

При выборе типа УЗО (АС, А, В, S, G) следует учитывать характер нагрузки в защищаемой группе. Если в цепь включаются современные стиральные машины, микроволновки, телевизоры, компьютеры, кондиционеры и т. д., имеющие в своем составе импульсные блоки

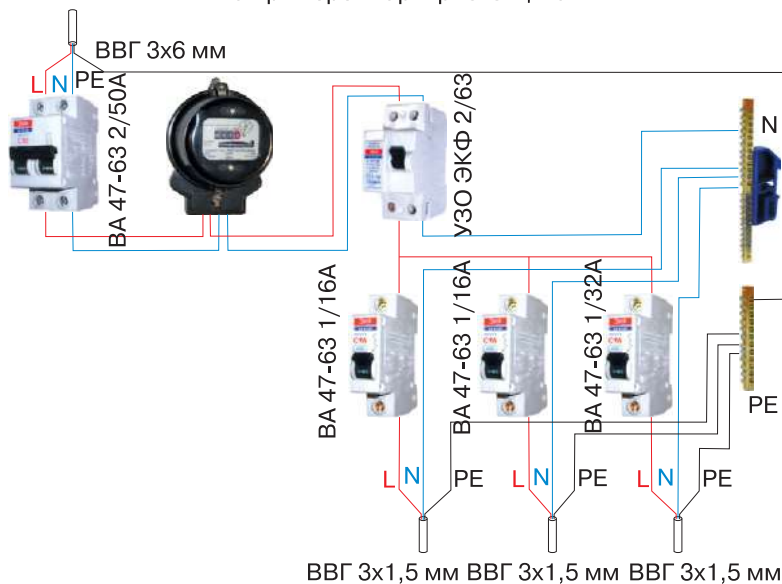
Для защиты УЗО от токов короткого замыкания и токов перегрузки перед ним обязательно устанавливается автоматический выключатель. При этом номинальный ток УЗО должен быть на ступень больше. Смысл такого требования заключается в следующем. Если УЗО и автоматический выключатель имеют равные номинальные токи, то при протекании тока, превышающего номинальный, например на 45 %, т. е. тока перегрузки, автоматический выключатель может сработать в течение одного часа. Это означает, что УЗО длительный период времени будет работать в режиме перегрузки.

Наиболее вероятными местами поражения электрическим током в квартирах и домах являются помещения с повышенной влажностью — кухня и ванная комната. Здесь достаточно много электробытовых приборов с открытыми токопроводящими элементами и естественных заземлителей (водопроводные, газовые трубы). Группы розеток таких помещений требуют установки УЗО в первую очередь.



Все важнейшие характеристики УЗО должны содержаться в маркировке прибора на его лицевой панели и в сопроводительной технической документации.

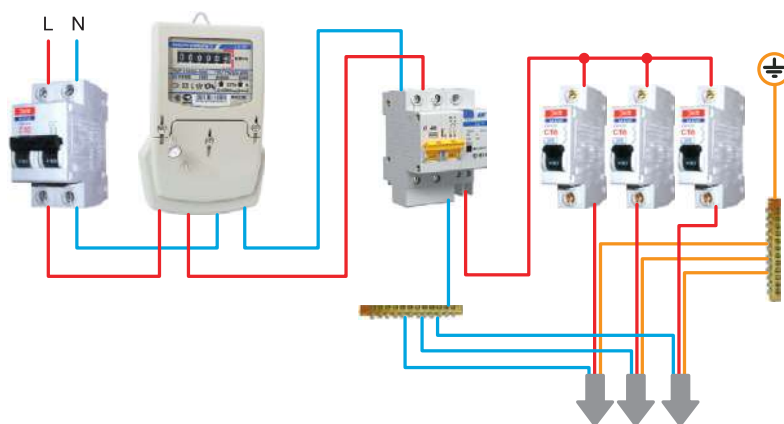
Схема подключения УЗО и автоматов ВА 47-63 на примере квартирного щита



Эффективная работа УЗО в значительной степени зависит от правильной его установки. Устройство, как правило, подключается в распределительных щитах после главного (вводного) автомата. Допускается установка одного УЗО с током утечки 30 мА на всю квартиру или дом. Недостатками данного решения являются трудность обнаружения места утечки и полное отключение напряжения в квартире при срабатывании устройства.

Таблица 7

№ группы	Потребители	Номинальный ток $I_n$ , А	Сечение жил проводов, мм <sup>2</sup>	Автоматический выключатель, А	УЗО
1	Розетки жилых комнат	6,3	2,5	20	25 А, 30 мА
2	Электрическая плита	27	4,0	32	40 А, 30 мА
3	Розетки кухни	9,45	2,5	25	25 А, 30 мА
4	Освещение прихожей и жилых комнат	1,89	1,5	16	
5	Стиральная машина	2,7	2,5	25	25 А, 30 мА
6	Освещение кухни, ванной комнаты, туалета	1,26	1,5	10	
	<b>Всего</b>	<b>47,25</b>		<b>63</b>	<b>63 А, 300 мА</b>



*Вместо комбинации из двух устройств — УЗО + автомат — можно использовать дифференциальный автомат, сочетающий в себе функции обоих приборов. Такое решение в значительной степени упрощает их подбор и последующий монтаж.*

**Приобретая защитные устройства, необходимо обратить внимание не только на параметры приборов, но и на качество их изготовления, подтвержденное соответствующими сертификатами. В любом случае предпочтение следует отдавать фирме-изготовителю, которая предлагает полный ассортимент защитных устройств.**

питания, выпрямители, тиристорные регуляторы, то предпочтительнее устанавливать УЗО типа А. Применение УЗО типа АС допускается в случаях, когда заведомо известно, что в зону защиты УЗО не будут входить устройства с выпрямительными элементами. Селективное УЗО типа S устанавливается, как правило, на вводе после главного автоматического выключателя при организации многоуровневой защиты. Они служат для защиты всей сети дома или квартиры и должны срабатывать с задержкой во времени по отношению к УЗО, защищающим отдельные группы потребителей.

Окончательный выбор УЗО можно выполнить с достаточной точностью, используя значение номинального тока в цепи конкретной группы. Номинальный ток УЗО выбирается из следующего ряда: 10; 13; 16; 20; 25; 32; 40; 63; 80; 100; 125 А.

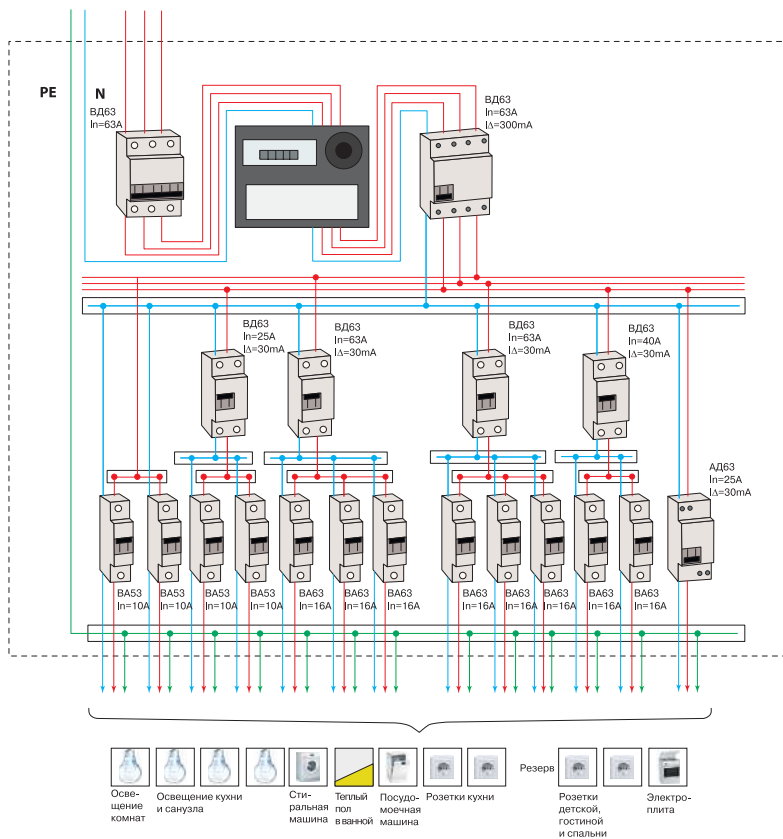
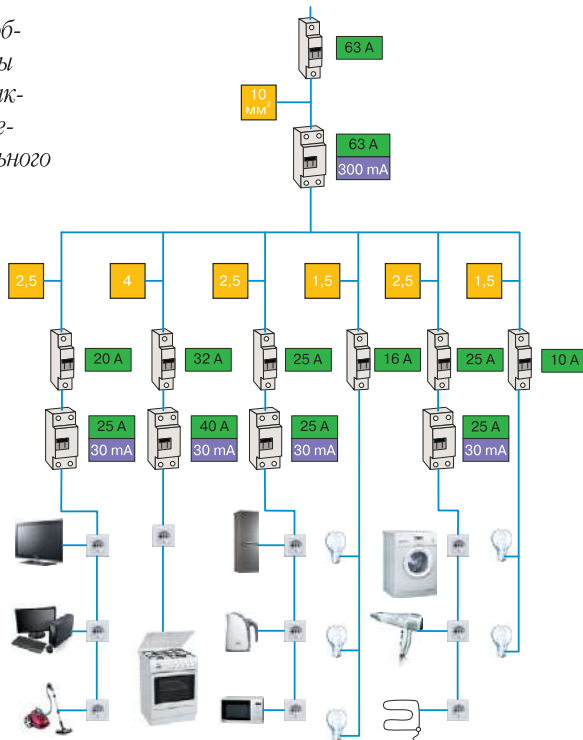
В нашем примере (табл. 7) на группы № 1, 2, 3, 5 устанавливается УЗО с током утечки 30 мА и номинальными токами, на порядок превышающими токи автоматических выключателей.

Кроме того, после главного автомата устанавливается общее УЗО с током утечки 300 мА.



Для наглядности полученные результаты можно изобразить в виде однолинейной схемы, где хорошо видны взаимосвязи всей электрической сети, а также характеристики ее элементов. Такая схема поможет избежать возможных ошибок при сборке распределительного щита. Следует отметить, что на этой схеме отсутствует система защиты от скачков напряжения (реле напряжения). В ней также не отражены тип электропитания (трехфазный или однофазный) и способ заземления.

В случае деления энергопотребителей на группы рекомендуется устанавливать по одному УЗО 30 мА на группу розеток и на группу освещения, а также по одному УЗО 30 мА на каждую линию, питающую энергоемкие приборы. Такой вариант позволяет избежать неудобств при срабатывании устройства и локализовать аварийную зону. Кроме того, рекомендуется установка одного УЗО с током утечки в 300 мА — на вводе. Оно устанавливается после автоматического выключателя, а его номинальный ток будет зависеть от расчетной нагрузки и номинального тока автомата. В этом случае лучше применить не обычное, а так называемое селективное УЗО, время срабатывания которого составляет 0,3–0,5 с. Более длительное время срабатывания даст возможность среагировать на возникшую утечку устройствам, защищающим отдельные электроприборы или группы. Только в том случае, если они не работают, оно отключит всю схему электроснабжения целиком.





## Реле напряжения (РН)



Главным параметром реле напряжения является быстродействие. Это весьма эффективное устройство для защиты оборудования при аварийных ситуациях, которые возникают в результате обрыва нейтрали, перегрузки, перекоса фаз и т. п.

В зависимости от нагрузки устройства могут быть рассчитаны на номинальные токи в 16; 30; 40; 60; 80 А. Эта характеристика обозначает силу тока, которую реле способно пропустить без выхода из строя. Реле напряжения выбирают по значению номинального тока в цепи с 20–30%-ным запасом. То есть, если главный автоматический выключатель имеет номинальный ток в 25 А, то реле напряжения должно быть рассчитано на 32 или 40 А. Обычно в домах и квартирах достаточно 30 или 40 А, что соответствует мощности примерно 6 и 8 кВт.

На трехфазном вводе чаще всего устанавливают по однофазному реле напряжения на каждую фазу (при отсутствии трехфазных потребителей).

Реле напряжения (РН) предназначено для отключения внутренней сети при недопустимых колебаниях напряжения с последующим автоматическим включением после его восстановления. Оно, как правило, оснащается устройством регулировки верхнего и нижнего порога срабатывания.

## Схемы вводно-распределительных устройств

Результаты расчетов и подбора защитных устройств, как правило, отражаются в схемах, которые становятся основным документом, позволяющим выполнить правильный монтаж распределительного щита. По схеме можно еще раз проверить правильность выбора защитных устройств и наметить последовательность их монтажа.

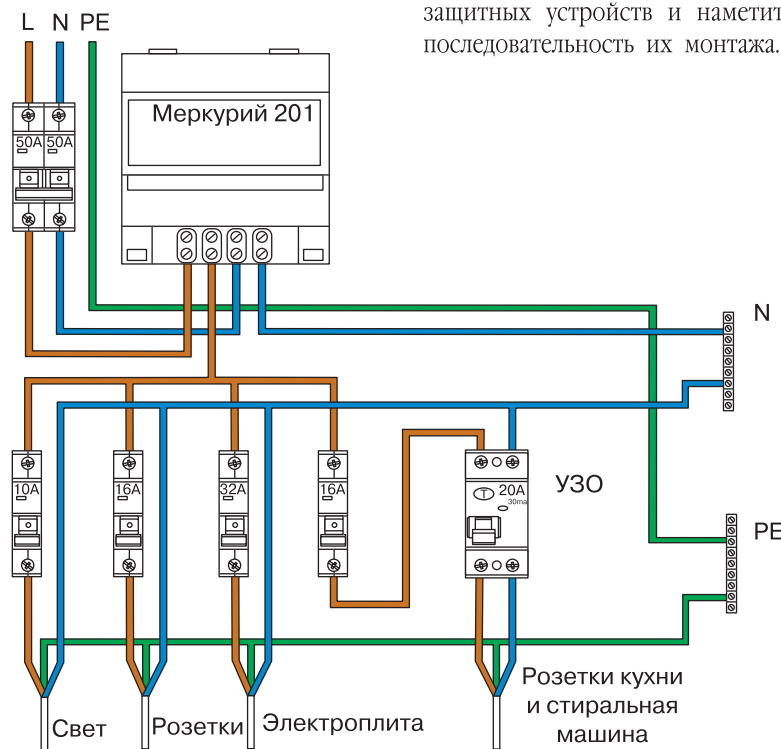
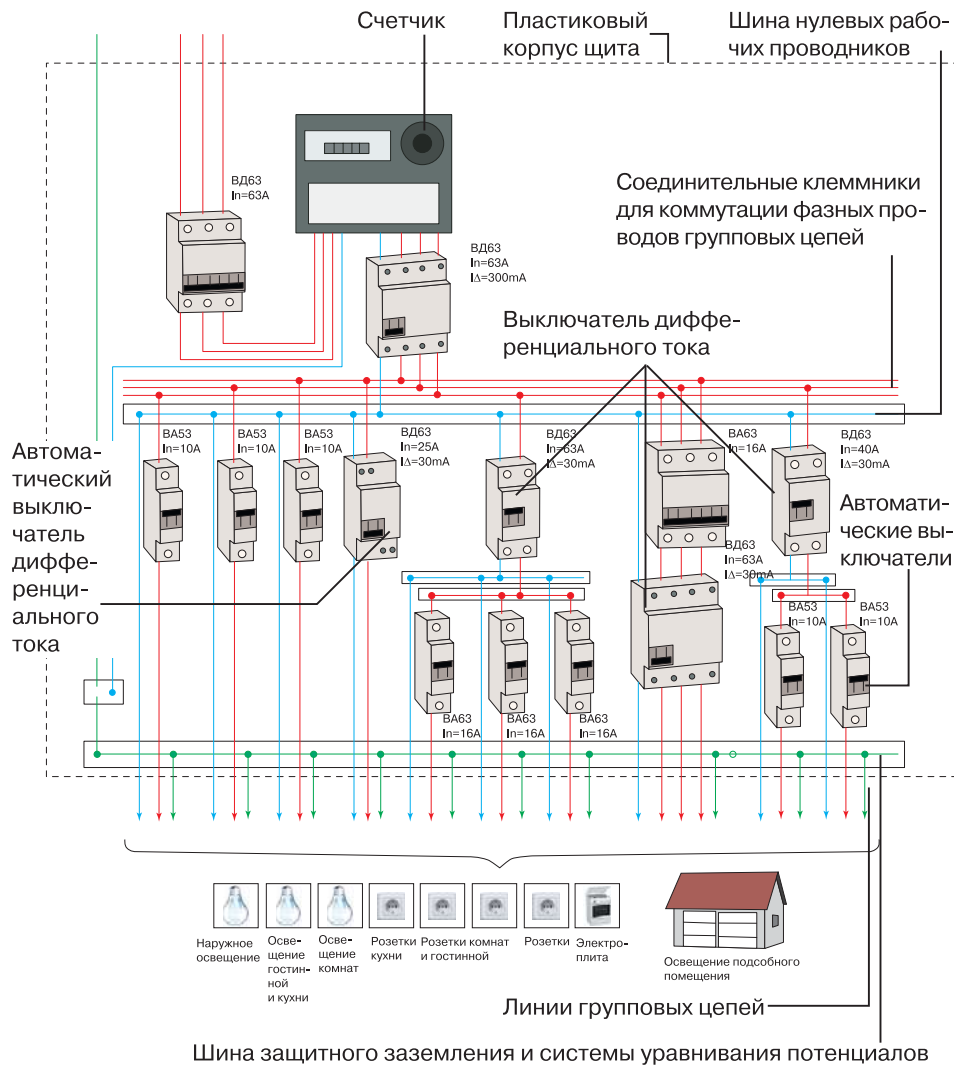


Схема распределительного щита. Однофазное питание приходит от вводного устройства с разделенными проводниками PE и N. На вводе установлены два вводных однополюсных автомата защиты на 50 А. На схеме они спаренные и вместо них можно использовать один двухполюсный автомат. Далее электропитание поступает на счетчик учета электроэнергии, а затем распределяется по группам. Проводник защитного заземления соединяется с шиной PE, от которой осуществляется разводка по помещениям. Рабочий ноль соединяется с шиной N и затем распределяется по группам.

Недостатком этой схемы является отсутствие после электросчетчика дифференциального автомата защиты, объединяющего в себе функции устройства защитного отключения (УЗО) и автомата защиты электропроводки от сверхтоков (токов короткого замыкания) и перегрузки. Номинал этого дифференциального автомата должен быть 50 А, номинал по току утечки — 30 мА, его время отключения при коротком замыкании должно быть меньше времени отключения вводных автоматов.

На группе розеток кухни и стиральной машины установлен автомат защиты на 16 А и УЗО на 20 А, так как номинал УЗО должен быть больше номинала автомата защиты, установленного с ним в паре.



Шина защитного заземления и системы уравнивания потенциалов

Схема вводно-распределительного устройства трехфазного тока для среднего частного дома с хозяйственной постройкой. В пластиковый или металлический шкаф вводится кабель с проводниками L1, L2, L3, и PEN. Проводник PEN расщепляется (на главной заземляющей шине) на проводники N (рабочая нейтраль) и PE (защитное заземление), которые присоединяются к двум медным шинам. К шине N приходят рабочие нейтрали от всех групп, к шине PE подключаются провода защитного заземления, приходящие от устройств большой мощности.

Фазные провода через главный трехфазный автоматический выключатель приходят к счетчику. К нему же подключается и рабочая нейтраль. Затем устанавливается трехфазное УЗО, которое защищает всю электрическую цепь дома. Далее электрический ток распределяется по линиям, защищенным, в свою очередь, автоматами или УЗО.

Первые три автоматических выключателя предназначены для защиты осветительных цепей от перегрузки и короткого замыкания. Отдельная линия, защищенная дифференциальным автоматом, выделена для розеточной группы кухни. Далее следует группа розеток для других помещений, защищенная УЗО и тремя автоматическими выключателями. Последняя линия, состоящая из одного УЗО и двух автоматических выключателей, предназначена для защиты цепей отдельно стоящего помещения. Все группы запитываются от разных фаз L1, L2, L3, а защитные приборы подбираются в соответствии с предварительно разработанной схемой с учетом нагрузок на каждую группу и условиями эксплуатации оборудования.

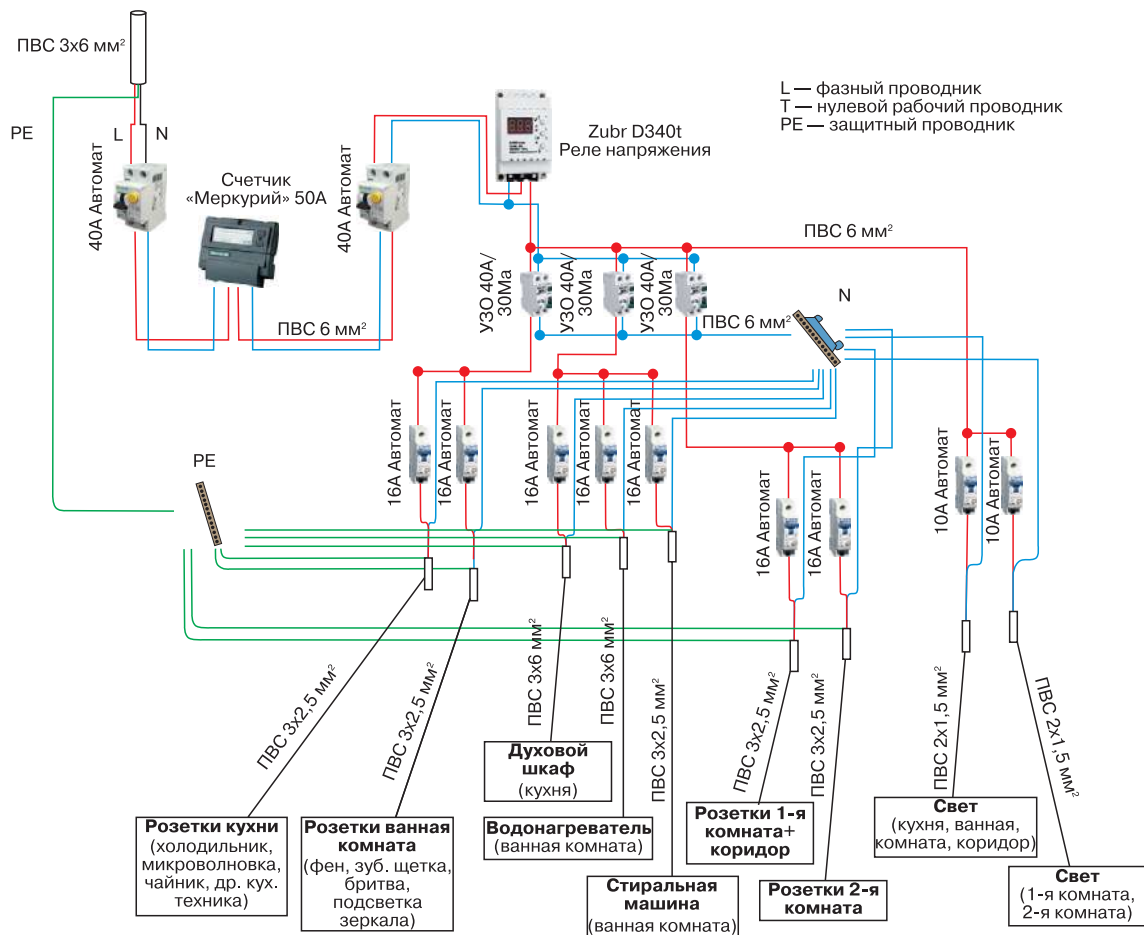
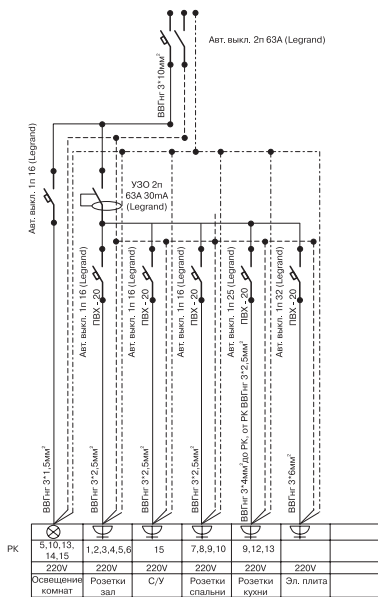


Схема квартирного распределительного щита, оснащенного (наряду с другими защитными устройствами) реле напряжения. В ней указаны номиналы всех автоматов защиты и сечений электрических кабелей. Энергопотребители разделены на отдельные группы с учетом их функциональных особенностей. Ввод выполнен по трехпроводной системе (с PE-проводником защитного заземления).

Для электропроводки здесь принят кабель марки ПВС. Это круглый гибкий кабель с двойной изоляцией и многопроволочными токопроводящими жилами, который не рекомендуется для скрытой проводки. Кроме того, концы жил такого кабеля в многочисленных соединениях требуют лужения. Разумнее использовать кабель марки ВВГ или NYM. Подобная схема вполне может быть полезна для организации электропитания небольшого частного дома.

Схема распределительного щита может быть выполнена с использованием условных обозначений, принятых правилами ПУЭ. На такой схеме указываются типы и характеристики защитных устройств, а также установка их на конкретные группы.

Тип ввода на приведенной схеме однофазный, с защитным проводником PE. Марка и сечения проводов здесь приняты в соответствии с номиналами защитных устройств и типом нагрузки.





Автомат защиты  
двухполюсной



Автомат защиты  
однополюсной



Электросчетчик



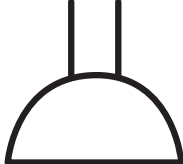
Устройство  
защитного отключения



Щит силовой



Блок розеток  
для открытой установки  
сдвоенный, IP20-IP23



Розетка для открытой  
установки с защитным  
контактом, IP20-IP23



Розетка силовая трехполюсная  
для открытой установки  
с защитным контактом, IP20-IP23



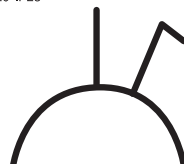
Розетка для скрытой  
установки с защитным  
контактом, IP20-IP23



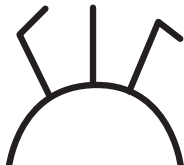
Розетка двухполюсная  
сдвоенная для скрытой  
установки, IP20-IP23



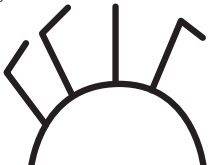
Блок: розетка + выключатель  
для открытой установки,  
IP20-IP23



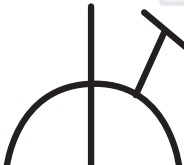
Блок из двух выключателей  
и одной розетки для открытой  
установки, IP20-IP23



Блок: три выключателя  
и одна розетка для открытой  
установки, IP20-IP23



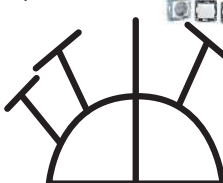
Блок: розетка + выключатель  
для скрытой установки,  
IP20-IP23



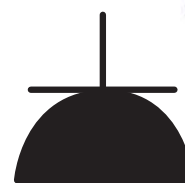
Условное обозначение двух  
выключателей и розетки  
в блоке для скрытой  
установки, IP20-IP23



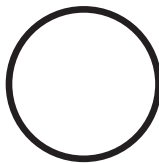
Блок для скрытой  
установки, IP20-IP23



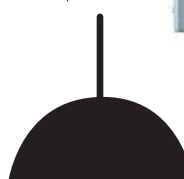
Розетка двухполюсная  
с защитным контактом, IP44-IP23



Вывод провода для  
электрооборудования



Розетка двухполюсная со  
степенью защиты IP44-IP23



Розетка сдвоенная  
для открытой установки  
с защитным контактом,  
IP20-IP23



Выключатель  
одноклавишный



Выключатель проходной  
одноклавишный



Выключатель  
двухклавишный



Выключатель  
проходной  
двухклавишный



*Условные графические обозначения в электрических схемах не определены каким-либо единым документом. Однако многие из них приводятся в ГОСТах и широко используются при обозначении электрооборудования, электроустановочных изделий и элементов электрических цепей.*





Простейшая электрическая схема распределительного щита в квартире при однофазном вводе. Она не предусматривает установку счетчика энергии. В квартиру входят три провода — L, N и PE. На фазный провод установлен автоматический выключатель. Далее следует УЗО, которое защищает всю систему от возможности поражения человека электрическим током. Система разделена на девять групп потребителей, защищенных автоматами. Каждая группа подключена к проводнику защитного заземления PE.

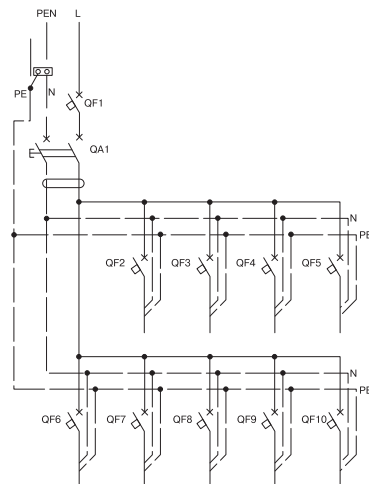


Схема распределительного щита частного дома с сауной с трехфазным вводом без защитного проводника заземления PE, что является ее основным недостатком. В этом случае замыкание фазного провода на любой открытый токопроводящий корпус не вызывает короткого замыкания, необходимого для отключения автомата защиты. Кроме того, на линиях сауны, стиральной машины и группы розеток кухни установлены УЗО, что не защищает цепи от сверхтоков, вызванных перегрузкой или коротким замыканием (УЗО на короткое замыкание не реагирует). Здесь должны быть установлены УЗО + автомат или дифференциальные автоматы, совмещающие функции автомата и УЗО.

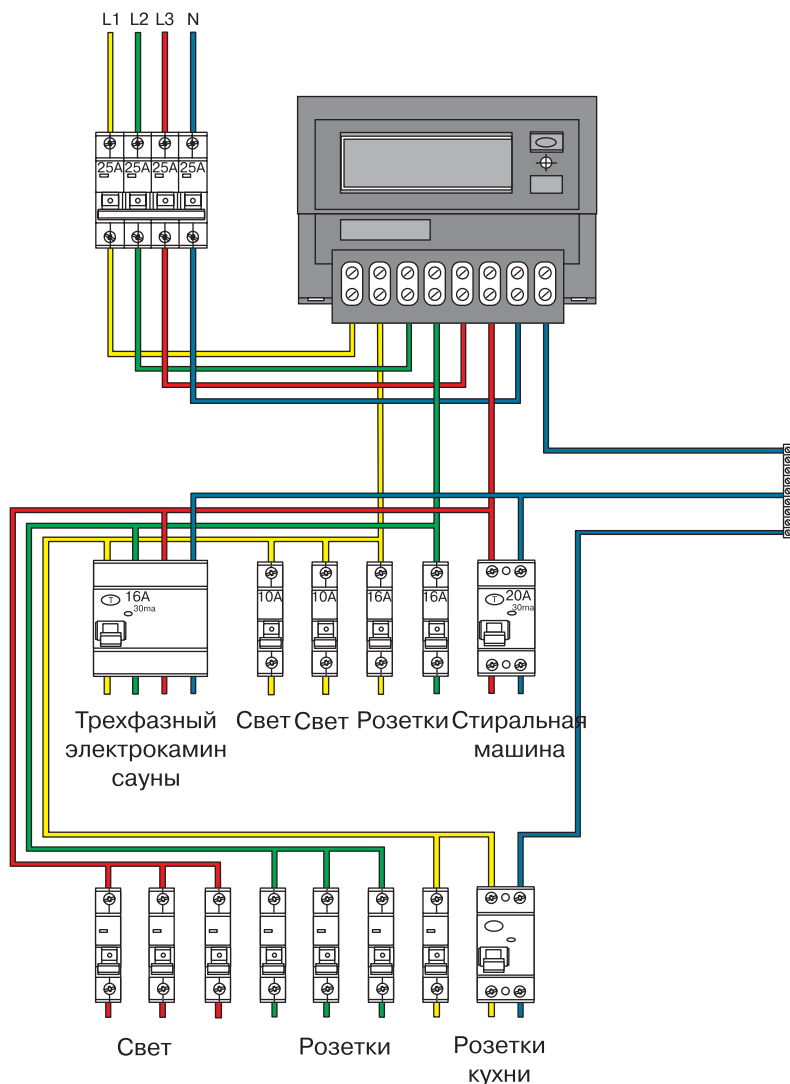




Схема «Муниципал»

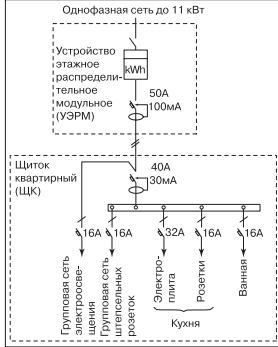


Схема «Минимал»

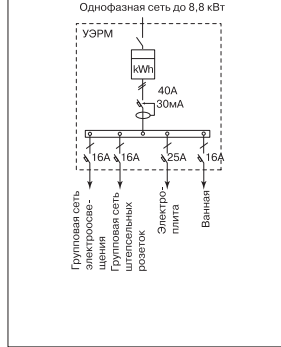


Схема «Оптималь»

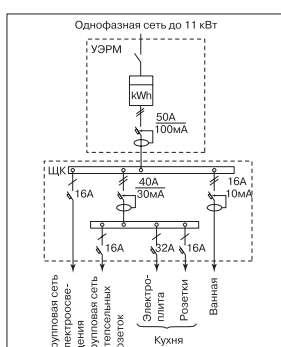


Схема «Комфорт»

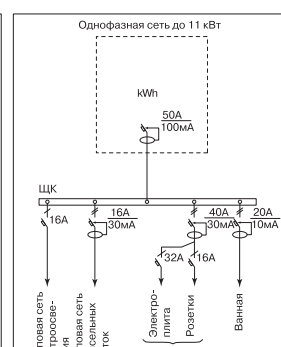


Схема «Трико»

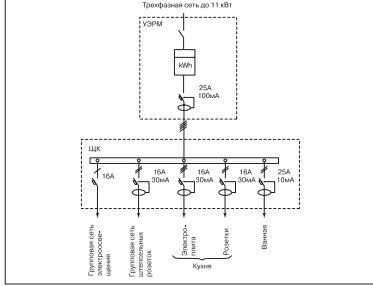


Схема «Экстра»

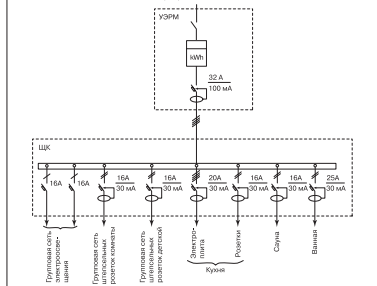


Схема подключения УЗО и автоматов

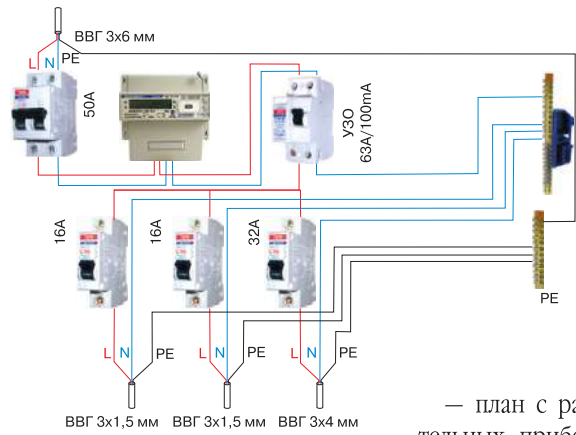


Схема подключения дифференциального автомата, выполняющего функцию УЗО и автоматического выключателя.

## Примеры оформления схем электропроводки

Каждый проект электроснабжения квартиры составляется с учетом особенностей жилья, типов электропитания, а также индивидуальных запросов. В общем случае для качественного последующего монтажа электрику необходимы:

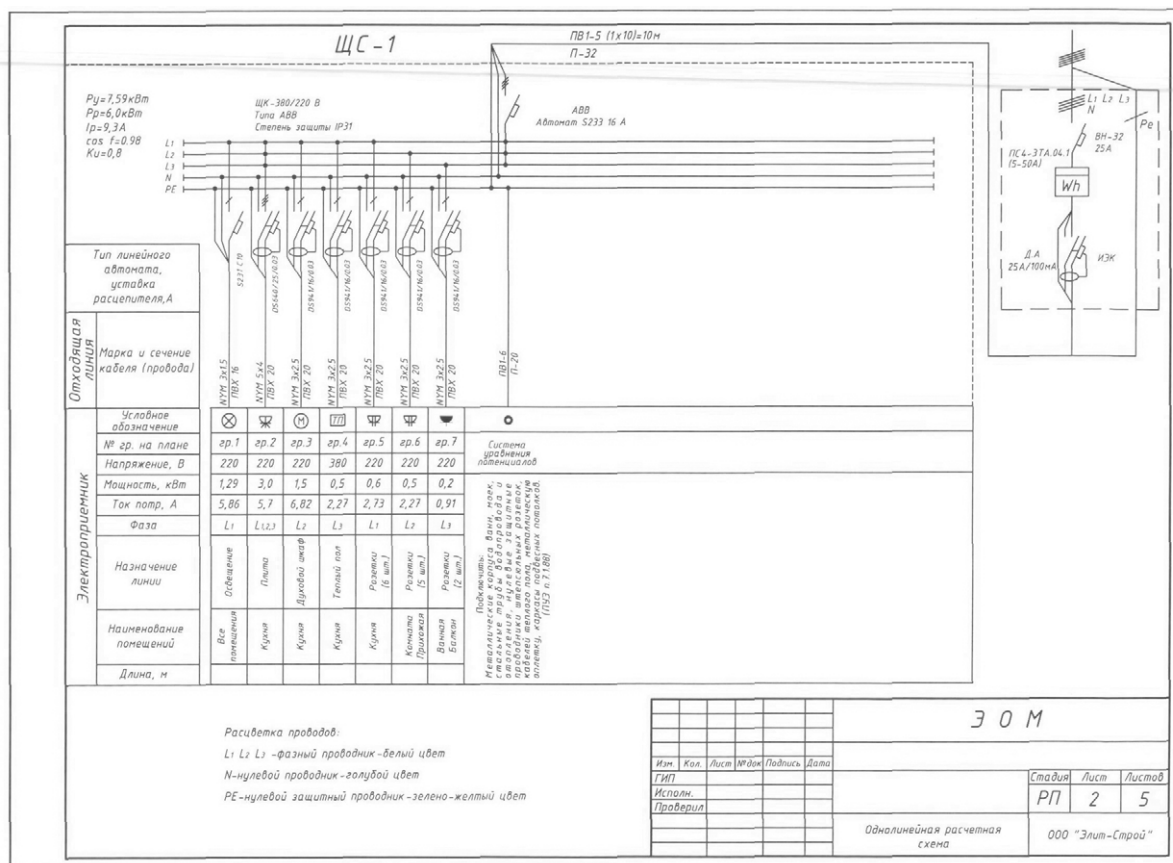
- схема распределительного щита;



Схема подключения общего УЗО с выводом нулевого проводника на нулевую шину. Номинал УЗО принят на порядок выше номинала общего защитного автомата.

- план с размещением осветительных приборов, выключателей и регулирующих устройств;
- план размещения розеток и распределительного щита.

Планы и схемы могут быть выполнены в достаточно упрощенном виде с использованием условных графических обозначений конкретных устройств. Их наличие поможет подобрать провода, а также электромонтажные и электроустановочные изделия, необходимые для монтажа.



Однoliniейная электрическая схема. Представляет собой систему электропитания однокомнатной квартиры с трехфазным вводом и защитным проводником PE. Она включает в себя результаты расчетов сети и наиболее полно отражает все ее особенности. Здесь указаны типы и характеристики защитных устройств, марка и сечения проводов, мощность потребителей. Такая схема позволит правильно укомплектовать и качественно смонтировать распределительный щит.

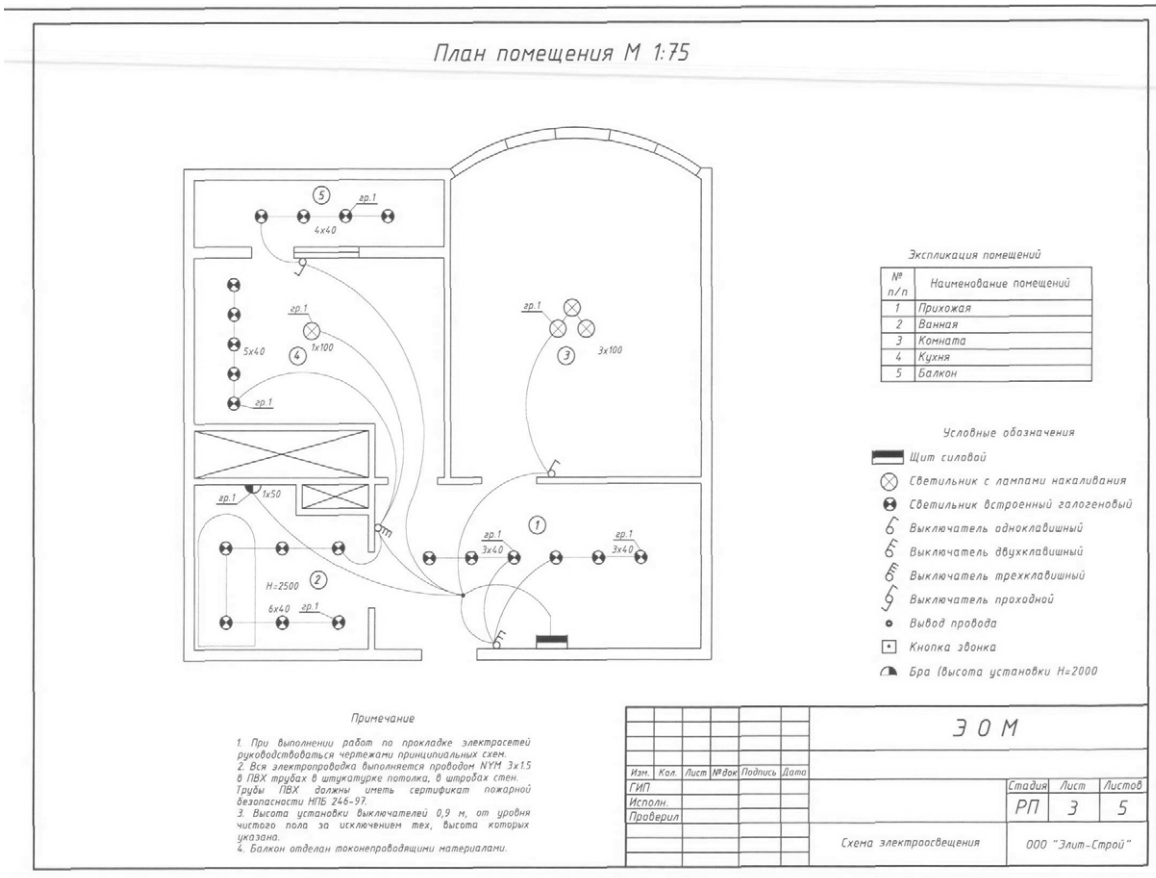
## Монтаж проводки в доме и квартире

Электрическая проводка является важнейшей коммуникацией в доме, требующей к себе особого внимания. Количество бытовых электроприборов, используемых в повседневной жизни, увеличилось в несколько раз. Соответственно увеличилось количество потребляемой электрической энергии и нагрузка на внутренние электрические сети, что, безусловно, приводит к ужесточению требований к

надежности электропроводки и ее правильной эксплуатации.

Монтаж проводки выполняется в соответствии с предварительно разработанной схемой размещения оборудования. Любой тип электропроводки должен удовлетворять требованиям электробезопасности и обязательно включать в себя третий защитный провод заземления PE. Заземление квартиры выполняется с учетом системы

питания всего дома. Если подключение проводника PE невозможно из-за отсутствия соответствующего магистрального провода в подъездном щите (в домах старой постройки), то проводку все равно лучше выполнить трехпроводной, а желто-зеленый провод просто никуда не подключать до лучших времен. В квартирах необходимо предусматривать и систему уравнивания потенциалов.



В данном примере все осветительные приборы выделены в одну группу. На схеме указаны места установки и типы светильников и выключателей. Распределительный щит установлен в прихожей у входа в квартиру.

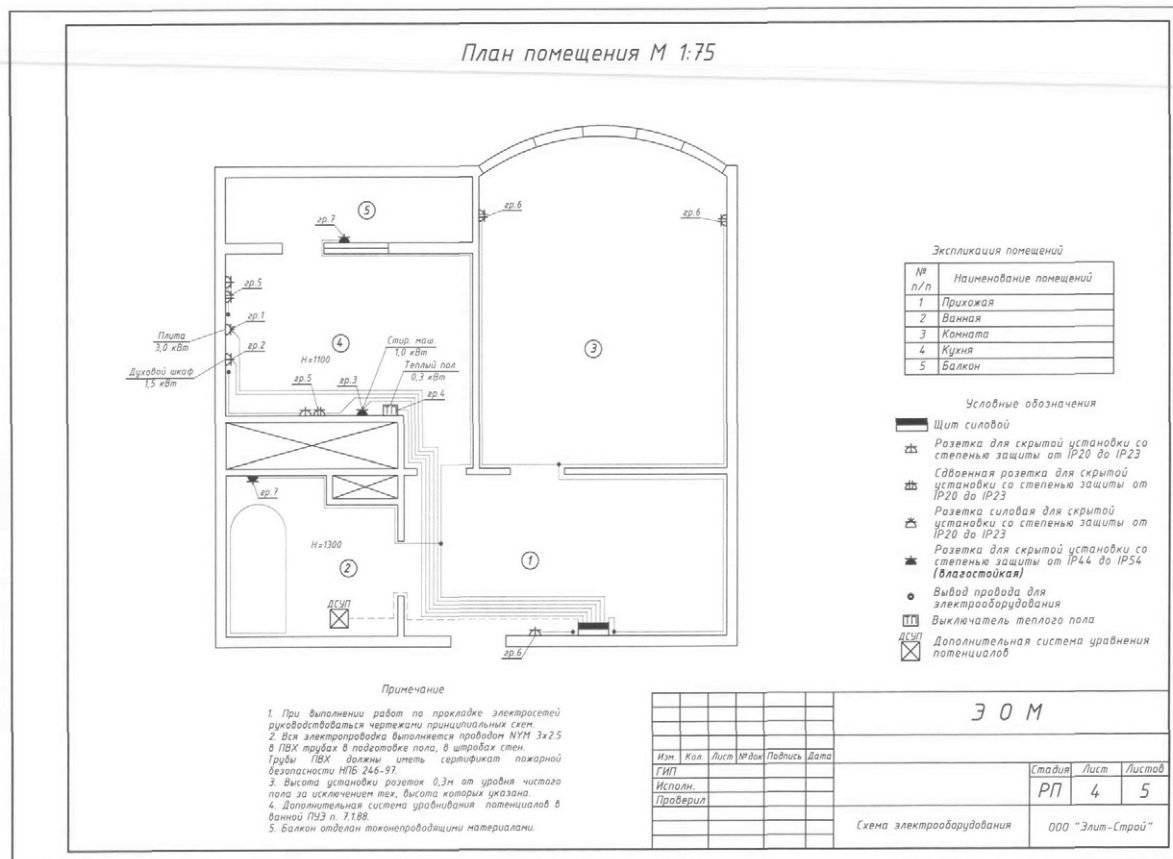
Пожаробезопасность проводки обеспечивается применением проводов с негорючей изоляцией нужного сечения (ВВГ, ВВГнг и NYM), качественным выполнением соединений и включением в электрические цепи защитных устройств. Указанные провода имеют надежную изоляцию и достаточно долгий нормативный срок службы. Их разрешается использовать для скрытой проводки под штукатурку в сухих, влажных и мокрых помещениях без дополнительной защиты. В любом случае независимо от марки проводку всегда следует выполнять электрическими проводами с однопроволочными медными жилами. Как правило, для групп освещения принимается про-

вод с сечением жилы 1,5 мм<sup>2</sup>, для розеточных групп — 2,5 мм<sup>2</sup>, а для электрической плиты — 4 мм<sup>2</sup>.

Электрическая проводка в доме или квартире может быть открытой или скрытой. В некоторых случаях скрытая и открытая проводки используются совместно в зависимости от места прокладки.

Достаточно распространенным способом монтажа скрытой проводки является разводка проводов по бетонным или кирпичным неоштукатуренным стенам с последующей штукатуркой. В этом случае получается скрытая электропроводка без штробления стен.





На этой схеме определены места установки розеток различного назначения с указанием мощности подключаемого оборудования. Здесь же определены их исполнение и тип. Схема предусматривает устройство системы уравнивания потенциалов.

Скрытая электропроводка предпочтительнее открытой с точки зрения эстетики помещения. При этом провода монтируются в канальных углублениях-штробах по стенам (с последующей штукатуркой) и в стяжке пола.





К скрытой проводке относится и проводка, уложенная под какую-либо обшивку (гипсокартон, деревянные панели и т. д.). Такая проводка в деревянном доме под внутренней обшивкой должна в первую очередь удовлетворять требованиям пожарной безопасности и обязательно выполняться в металлических или ПВХ-трубах.



Открытый способ монтажа проводки сегодня применяется достаточно редко, так как открытый провод доступен для любого прикосновения, что довольно опасно. К тому же провод ложится не всегда ровно, на нем собирается пыль и грязь. В связи со всем этим такой метод используется в основном для прокладки проводов в технических и подсобных помещениях.



Скобы монтажные



Для крепления проводов на деревянных поверхностях используются скобы с гвоздями.



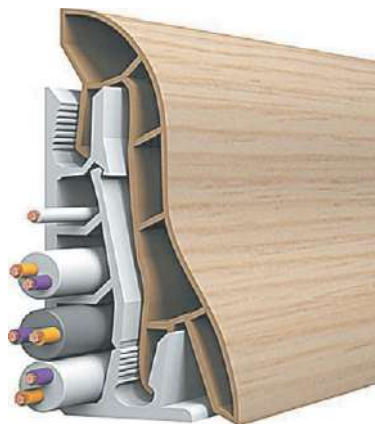
Открытую электропроводку часто применяют при создании интерьера в стиле ретро. При этом провода крепятся на фарфоровых изоляторах. Такой вариант вполне допустим с точки зрения пожарной безопасности.

На бетонной или кирпичной поверхности открытые провода крепятся с помощью дюбель-хомутов. При этом перфоратором в бетонной поверхности по заранее размеченной трассе сверлятся отверстия диаметром 6 мм на расстоянии около 50 см. Затем в отверстия вставляются дюбель-хомуты, которыми закрепляется провод.



Разновидностью открытой проводки можно считать проводку в трубах поверх стен. Некоторые производители специализируются на изготовлении целых коллекций для монтажа такой проводки. Это магистральные трубы, фитинги, распределительные коробки, розетки, выключатели и другие аксессуары. Такая проводка придает всему интерьеру неповторимый облик, но и стоит она дороже.

Провода и кабели можно также прокладывать в пластиковых кабельных коробах. Они обеспечивают приемлемый внешний вид и удобны в монтаже. Пластиковые кабельные короба имеют хорошие диэлектрические характеристики, достаточную прочность и химическую стойкость. Они не поддерживают горение и устойчивы против грызунов.



Многие фирмы производят кабельные короба любого типа (пластик, алюминий, сталь) и соответствующие аксессуары. Такие системы могут комплектоваться также и соответствующими электроустановочными изделиями.

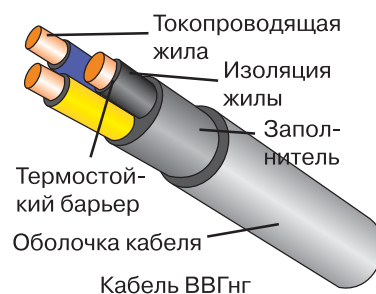
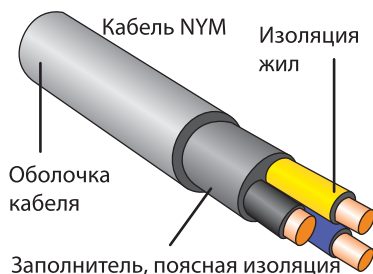
В случаях, когда при существующей системе электроснабжения требуется прокладка дополнительных электрических линий, а также телефонных и компьютерных кабелей, часто используются специальные плинтусы с кабель-каналами.



Для прокладки в штробах под штукатурку без применения дополнительной защиты лучше всего подходят провода NYM, ВВГнг и ВВГ, имеющие двойную изоляцию. Основным недостатком такого способа является невозможность замены провода без нарушения целостности стены.

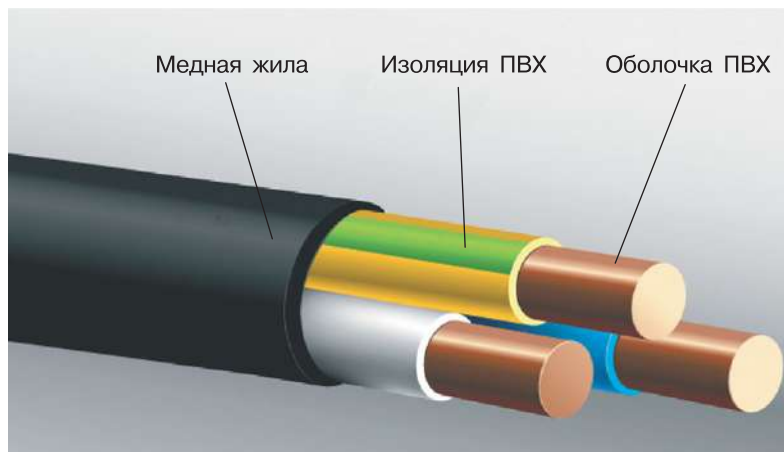


Электрическая проводка, уложенная в специальных пластиковых трубах с последующей штукатуркой, позволяет обеспечить сменяемость проводов в процессе эксплуатации, однако этот способ гораздо сложнее и дороже.



Кабель NYM используется для открытой и скрытой проводки внутри помещений и на открытом воздухе вне прямого воздействия солнечного света. Его наружная оболочка изготовлена из негорючего поливинилхлоридного пластика светло-серого цвета. Промежуточная оболочка из мелонаполненной резины позволяет легко разделять кабель при монтаже и повышает его пожаробезопасность.

В проводе ВВГнг токоведущие жилы покрыты термическим барьером из специальной слюды. Пространство кабеля между изоляцией жил и оболочкой заполнено огнестойкой компаундной смесью. Благодаря этому электрический кабель ВВГнг может в течение 90–100 мин поддерживать функциональность аварийной сети, не воспламеняясь и не выделяя дыма.



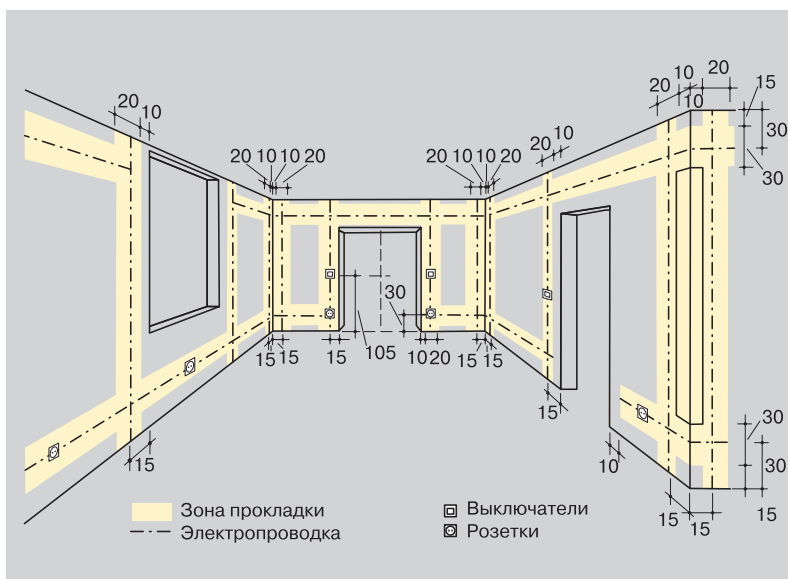
Провод ВВГ выполнен с двойной изоляцией из ПВХ-пластиката. Изолированные жилы многожильных проводов имеют отличительную расцветку: нулевые жилы — голубой цвет, жилы заземления выполняются двухцветными (зелено-желтыми). В двухжильных проводах обе жилы одинаковой толщины, а в трех-, четырех- и пятижильных все жилы одинакового сечения, кроме жилы заземления, которая может иметь меньшее поперечное сечение. Провод не распространяет горение при одиночной прокладке и предназначен для эксплуатации в сухих и влажных помещениях.





## Прокладка проводов

Монтаж проводки всегда начинают с определения способа прокладки проводов и уточнения положения розеток, выключателей, распределительных коробок, распределительного щита, мест прохода сквозь стены. Для удобства все эти точки размечают прямо на стенах. Здесь же размечают и трассу прохождения проводов.



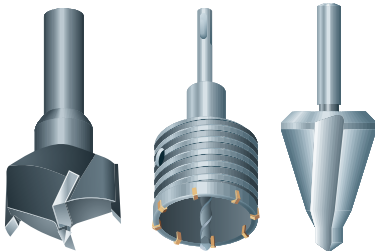
При монтаже скрытой проводки особое внимание следует уделить путям прохождения кабельной трассы. Они должны проходить по вертикалям и горизонталям. Соблюдение этого требования облегчит в дальнейшем определение положения проводов в процессе эксплуатации (в случае сверления стен или проведения ремонтных работ). По тем же соображениям следует составить план с точным указанием мест расположения всех разветвительных коробок.

При монтаже скрытой проводки под штукатурку вначале выполняют штробы при помощи штробореза или угловой шлифмашины со специальным режущим диском.



Крепление проводов в штробах осуществляется при помощи дюбель-хамутов, елочек, монтажной полосы или раствора алебаstra. Концы проводов, входящие в разветвительные коробки, следует промаркировать.

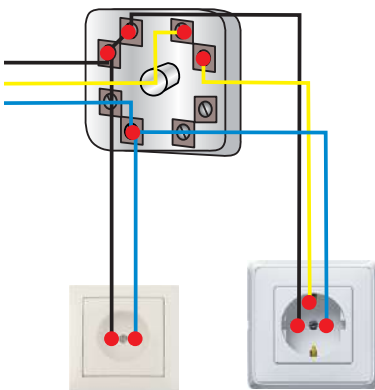
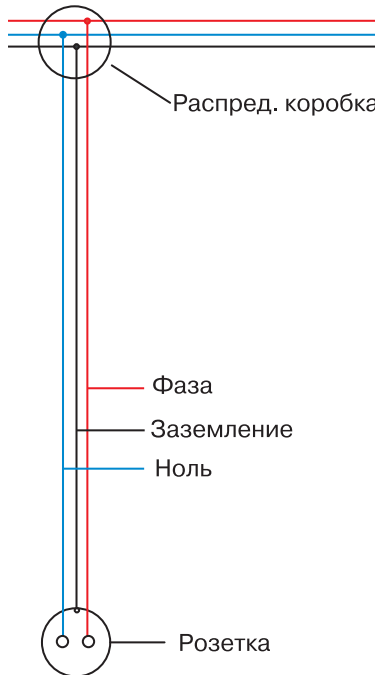




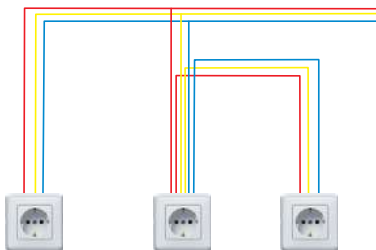
Углубления для установочных и ответвительных коробок выполняют перфоратором со специальной коронкой соответствующего диаметра.



В соответствии с принятой схемой устанавливаются монтажные коробки для розеток.

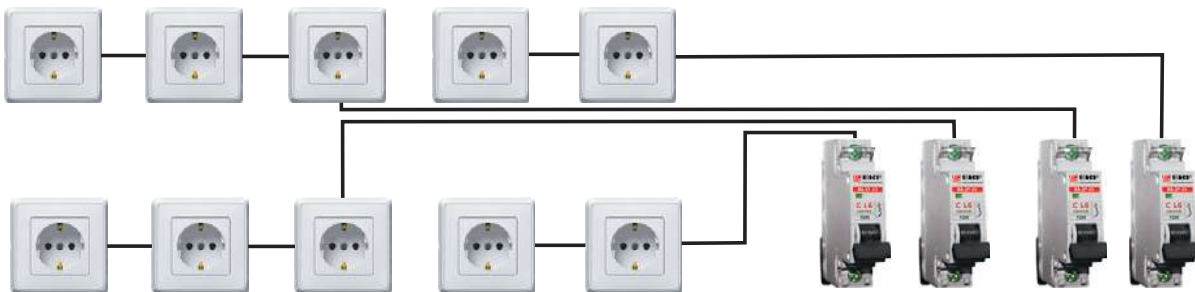


От разветвительной коробки могут запитываться розетки как с заземлением, так и без него.

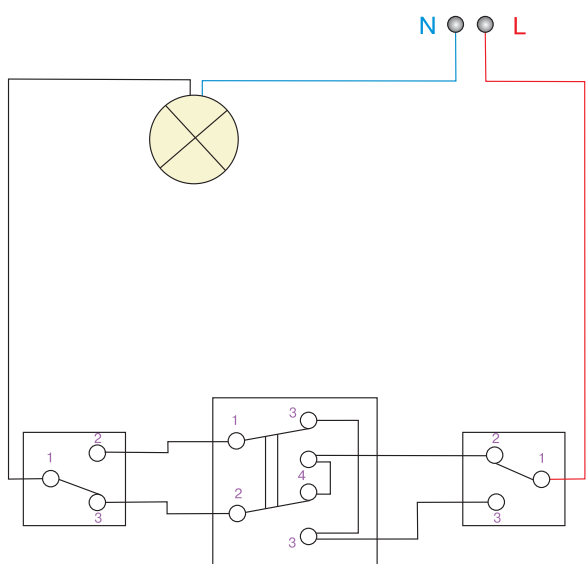


В розеточных группах проводка осуществляется трехжильным проводом (фаза, нуль и заземление), а все розетки соединяются параллельно: фаза к фазе, нуль к нулю, земля к земле.

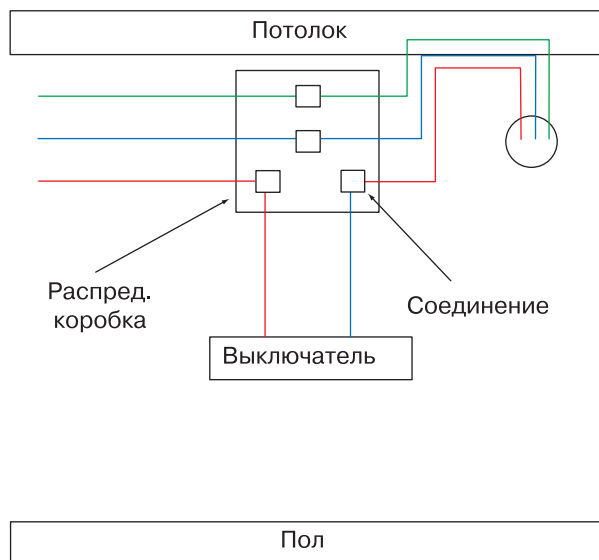
Розетки, размещенные отдельно, присоединяются к групповой линии от разветвительной коробки.



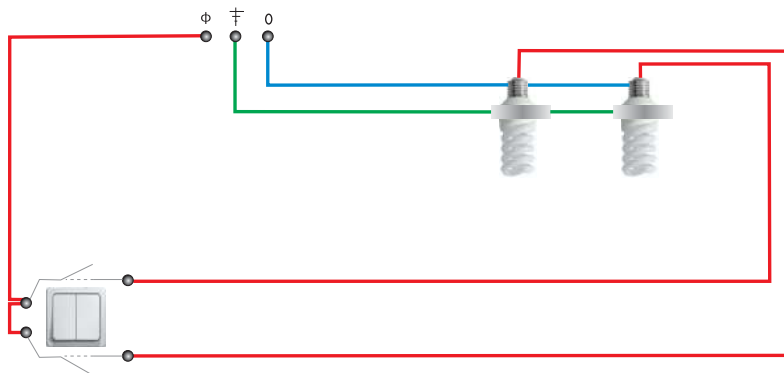
Подключение розеток в каждой отдельной группе, как правило, выполняется шлейфом. При этом питающий кабель подводится к группе непосредственно от защитного автомата с распределительного щита.



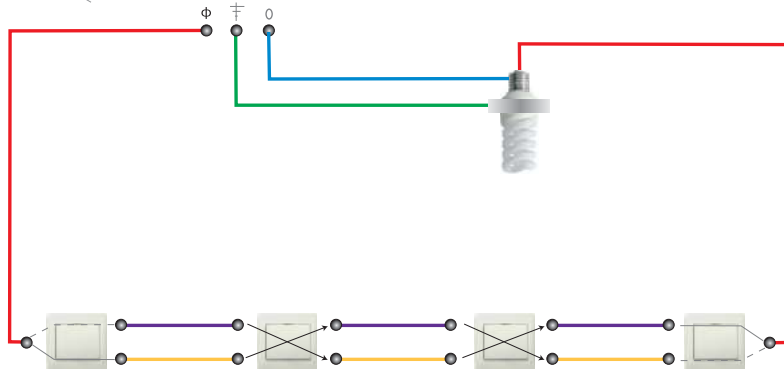
Электрическая схема соединения в единую цепь проходных и перекрестных выключателей дает представление о совместной работе этих устройств. Заземляющий провод на этой схеме не показан.



Проводка групп освещения может выполняться с защитным проводом, соединенным с корпусом светильника (что не обязательно), и без него. Таким образом, в схеме с однопозиционным выключателем к светильнику должен подходить трехжильный провод (в первом случае) и двухжильный — во втором.



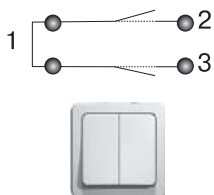
В схеме с двухпозиционным выключателем к светильнику подводятся четырехжильный и трехжильный провода. При этом выключатель обязательно должен работать на разрыв фазы. На рисунке изображена схема коммутации светильника с двухклавишным выключателем и заземляющим проводом.



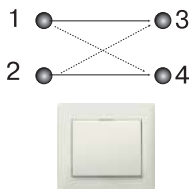
В группах освещения часто используются проходные и крестовые выключатели, позволяющие включать и отключать один светильник с двух, трех и более мест. В этом случае к прибору подводится двух- или трехжильный провод, а все выключатели дополнительно соединяются между собой. На рисунке изображена схема подключения светильника к двум проходным выключателям, позволяющим управлять освещением из двух точек.



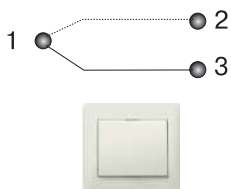
Двухклавишный  
выключатель



Крестовой  
выключатель



Проходной  
выключатель



## Установка монтажных коробок



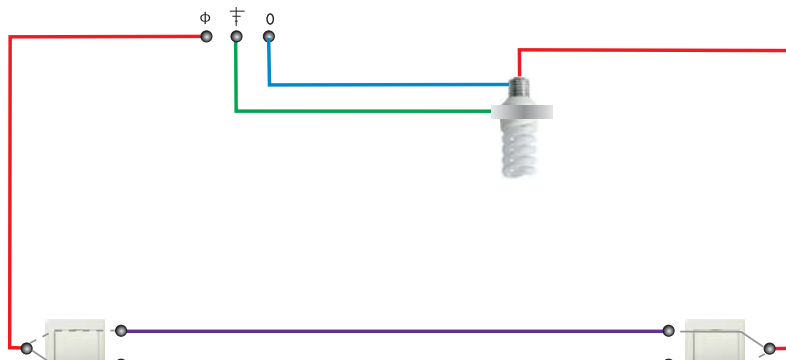
Обычный двухклавишный выключатель имеет три контакта. Первый соединяется с фазным проводом. При помощи клавиши он замыкается или размыкается со вторым и третьим контактами. Одноклавишный проходной выключатель также имеет три контакта. Однако клавиша переключает фазу с первого контакта на второй или третий.

Перекрестный, или крестовой, выключатель визуально ничем не отличается от одноклавишного проходного, но имеет четыре контакта. Механизм выключателя меняет местами жилы проводов, соединяя их в первом положении 1 — 3 и 2 — 4, во втором положении 1 — 4 и 2 — 3. Он устанавливается на провод, соединяющий два крайних проходных выключателя.

Монтажные коробки имеют различную конфигурацию и конструктивное исполнение. В зависимости от этого они используются для размещения электроустановочных изделий, а также для организации постоянного доступа к местам соединений проводов.



Установочные коробки под розетки и выключатели для скрытой проводки имеют форму цилиндра различного диаметра. Они подбираются в соответствии с конструкцией устанавливаемого устройства.



В группах освещения часто используются проходные и крестовые выключатели, позволяющие включать и отключать один светильник с двух, трех и более мест. В этом случае к прибору подводится двух- или трехжильный провод, а все выключатели дополнительно соединяются между собой. На рисунке изображена схема подключения светильника к двум проходным выключателям, позволяющим управлять освещением из двух точек.



Как и обычные коробки, коробки для гипсокартона легко могут собираться в блоки.



Розетки располагают, как правило, на высоте 30–40 см от чистового пола. Такое размещение представляет определенные удобства при подключении различной аппаратуры и позволяет закрыть их мебелью. Подводку проводов в этом случае часто выполняют по поверхности чернового пола в защитных трубах.



Для крепления в углублениях установочных и разветвительных коробок, как правило, пользуются смесью штукатурного раствора с алебастром или гипсом. При хорошей пластичности такая смесь затвердевает в течение полчаса и позволяет правильно выставить изделие.



Для установки выключателей или розеток на декоративной обшивке или в гипсокартонной облицовке используются коробки со специальными зажимными лапками, которые позволяют надежно закрепить их на поверхности.



Монтажные коробки устанавливают на нужную глубину в заполненное раствором гнездо так, чтобы вокруг них не было пустот. Излишки раствора срезают шпателем заподлицо со строительным основанием. Место установки изделия должно представлять собой ровную площадку на уровне поверхности стены.



В случае блочного монтажа розеток под одну рамку подрозетники должны устанавливаться в один ряд на определенном расстоянии друг от друга. Это достигается использованием специальных перемычек между коробками.



В законченном виде электрическая проводка должна выглядеть аккуратно. Концы проводов выводятся на достаточную длину и маркируются. Проводка располагается по горизонтальям и вертикалям. Монтажные коробки надежно закреплены.



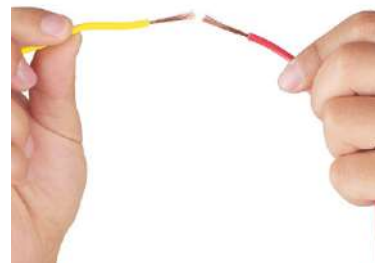
## Способы соединения проводов

Контактные соединения проводников являются очень важным элементом электрической цепи, поэтому при выполнении электромонтажных работ нужно всегда помнить, что надежность любой электрической системы в значительной степени определяется качеством выполнения электрических соединений.

Ко всем контактным соединениям предъявляются определенные технические требования. Но в первую очередь эти соединения должны обладать устойчивостью к механическим факторам, быть надежными и безопасными.

При малой площади соприкосновения в зоне контакта может возникать довольно значительное сопротивление для прохождения тока. Сопротивление в месте перехода тока из одной контактной поверхности в другую называется переходным контактным сопротивлением, которое всегда больше, чем сопротивление сплошного проводника таких же размеров и формы. В процессе эксплуатации свойства контактного соединения под действием разнообразных факторов внешнего и внутреннего характера могут настолько ухудшиться, что увеличение его переходного сопротивления может вызвать перегрев проводов и создать аварийную ситуацию. Переходное контактное сопротивление в значительной степени зависит от температуры, при повышении которой (в результате прохождения тока) происходит увеличение переходного сопротивления контакта. Нагрев контакта приобретает особое значение и в связи

с его влиянием на процесс окисления контактных поверхностей. При этом окисление поверхности контакта идет тем интенсивнее, чем выше температура контакта. Появление оксидной пленки, в свою очередь, вызывает очень сильное увеличение переходного сопротивления.



Скрутка



Пайка



Сварка



*Контактное соединение — это элемент электрической цепи, где осуществляется электрическое и механическое соединение двух или нескольких отдельных проводников. В месте соприкосновения проводников образуется электрический контакт — токопроводящее соединение, через которое ток протекает из одной части в другую.*



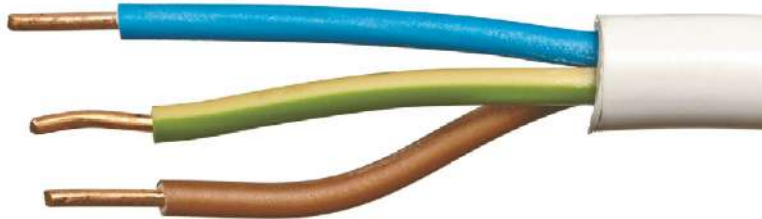
*Простое наложение или легкое скручивание контактных поверхностей соединяемых проводников не обеспечивает хорошего контакта, так как из-за микронеровностей действительное соприкосновение происходит не по всей поверхности проводников, а только в немногих точках, что приводит к значительному увеличению переходного сопротивления.*



*В месте соприкосновения двух проводников всегда возникает переходное сопротивление электрического контакта, величина которого зависит от физических свойств соприкасающихся материалов, их состояния, силы сжатия в месте контакта, температуры и фактической площади соприкосновения.*



С точки зрения надежности электрического контакта алюминиевый провод не выдерживает конкуренции с медным. Предварительно очищенная поверхность алюминия после нескольких секунд пребывания на воздухе покрывается тонкой твердой и тугоплавкой окисной пленкой, обладающей высоким электрическим сопротивлением, что приводит к повышенному переходному сопротивлению и сильному нагреву зоны контакта, в результате чего еще больше увеличивается электрическое сопротивление. Еще одной особенностью алюминия является его низкий предел текучести. Сильно затянутое соединение алюминиевых проводов с течением времени ослабевает, что приводит к снижению надежности контакта. Кроме того, алюминий обладает худшей проводимостью. Именно поэтому применение в бытовых электрических системах алюминиевых проводов не только неудобно, но и опасно. Медь окисляется на воздухе при обычных температурах жилых помещений (около 20 °С). Образующаяся при этом окисная пленка не обладает большой прочностью и легко разрушается при сжатии. Особенно интенсивное окисление меди начинается при температурах выше 70 °С. Окисная пленка на медной поверхности сама по себе обладает незначительным сопротивлением и мало влияет на величину переходного сопротивления.



Состояние контактных поверхностей оказывает решающее влияние на рост переходного сопротивления контакта. Для получения устойчивого и долговечного контактного соединения должна быть выполнена качественная зачистка и обработка поверхности соединяемых проводников. Изоляцию с жил снимают на нужную длину специализированным инструментом или ножом. Затем оголенные части жил зачищают наждачной шкуркой и обрабатывают ацетоном или уайт-спиритом. Длина разделки зависит от особенностей конкретного способа соединения, ответвления или оконцевания.



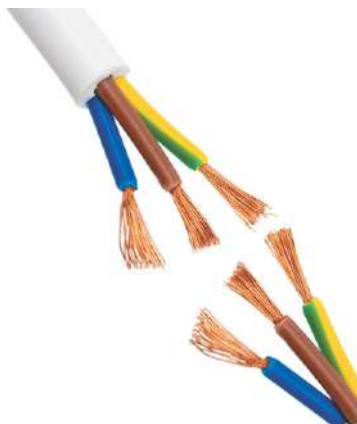
Переходное контактное сопротивление в значительной степени уменьшается при увеличении силы сжатия двух проводников, так как от нее зависит действительная площадь соприкосновения. Таким образом, для уменьшения переходного сопротивления в соединении двух проводников необходимо обеспечить достаточное их сжатие, но без разрушающих пластических деформаций.



Существует несколько способов монтажа электрического соединения. Наиболее качественным из них всегда будет то, которое обеспечивает в конкретных условиях наиболее низкое значение переходного контактного сопротивления как можно более длительное время.



Соединение проводов в распределительной коробке — это важная и ответственная операция. Она может выполняться различными способами: при помощи клеммников, методом пайки и сварки, опрессовкой, а зачастую обычной скруткой. У всех этих способов есть определенные преимущества и недостатки. Выбрать способ соединения необходимо перед началом монтажа, так как это предполагает и подбор соответствующих материалов, инструментов и оборудования.



При соединении проводов следует соблюдать одинаковую цветность нулевых, фазных и заземляющих проводов. Обычно фазный провод — коричневый или красный, нулевой рабочий — голубой, провод защитного заземления — желто-зеленый.

Согласно «Правилам устройства электроустановок» (п. 2.1.21), соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей должны производиться при помощи сварки, пайки, опрессовки или сжимов (винтовых, болтовых и т. п.) в соответствии с действующими инструкциями. В таких соединениях всегда можно добиться стабильно низкого переходного контактного сопротивления. При этом необходимо соединять провода с соблюдением технологии и с использованием соответствующих материалов и инструментов.



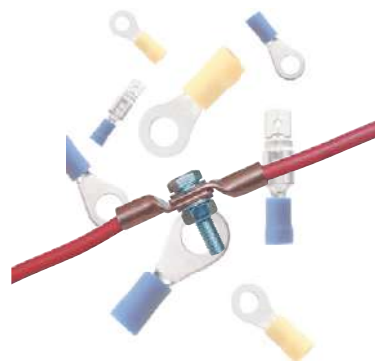
Очень часто электрикам приходится подключать провод к уже существующей линии. Иными словами, необходимо создать ответвление проводов. Такие соединения выполняются с помощью специальных ответвительных сжимов, клеммных колодок и прокалывающих зажимов.



Провода, подключаемые к различным устройствам, часто нуждаются в специальных наконечниках, которые способны обеспечить надежное контактное и снижению переходного сопротивления. Такие наконечники могут крепиться к проводу пайкой или опрессовкой.



При непосредственном соединении медных и алюминиевых проводов медь с алюминием образуют гальваническую пару, и в месте контакта возникает электрохимический процесс, в результате которого алюминий разрушается. Поэтому для соединения медных и алюминиевых проводов нужно использовать специальные клеммные или болтовые соединения.

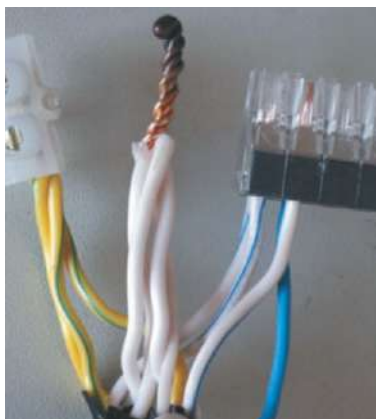


Наконечники бывают самых различных видов. Например, для медных многопроволочных жил выпускаются наконечники из цельнотянутой медной трубы, сплюсненной и просверленной под болт с одной стороны.





## Сварка



Соединение проводников сваркой дает монолитный и надежный контакт, поэтому она широко применяется при электромонтажных работах.

Сварку выполняют по торцам предварительно зачищенных и скрученных проводников угольным электродом при помощи сварочных аппаратов мощностью около 500 Вт (для сечения скруток до 25 мм<sup>2</sup>). Ток на сварочном аппарате выставляется от 60 до 120 А в зависимости от сечения и количества свариваемых проводов.

Из-за относительно малых токов и низкой (по сравнению со сталью) температуры плавления процесс происходит без большой ослепительной дуги, без глубокого прогрева и разбрызгивания металла, что позволяет использовать вместо маски защитные очки. При этом могут быть упрощены и другие меры безопасности. По окончании сварки и остывании провода оголенный конец изолируется с помощью изоленты или термоусадочной трубки. После небольшой тренировки с помощью сварки можно довольно быстро и качественно выполнить соединения электрических проводов и кабелей в системе электроснабжения.



При сварке электрод подносится к свариваемому проводу до касания, потом отводится на небольшое расстояние (0,5–1 мм). Полученная при этом сварочная дуга оплавляет скрутку проводов до образования характерного шарика. Касание электрода должно быть кратковременным для создания нужной зоны оплавления без повреждения изоляции провода. Большую длину дуги делать нельзя, так как место сварки получается пористым из-за окисления в воздушной среде.



В настоящее время сварочные работы по соединению электрических проводов удобно выполнять инверторным сварочным аппаратом, так как он имеет небольшой объем и вес, что позволяет электромонтажнику работать на стремянке, например под потолком, повесив сварочный инверторный аппарат себе на плечо. Для сварки электрических проводов используют графитовый электрод, покрытый медью.

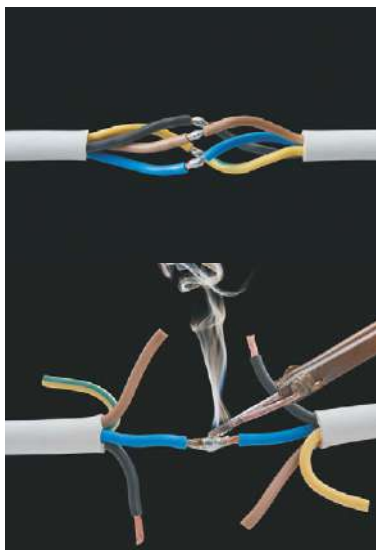


В соединении, полученном методом сварки, электрический ток течет по монолитному металлу. Разумеется, и сопротивление подобных соединений оказывается рекордно низким. Кроме того, такое соединение обладает прекрасной механической прочностью.



Из всех известных способов соединения проводов ни один из них по долговечности и проводимости контакта не сравнится со сваркой. Даже пайка разрушается со временем, так как в соединении присутствует третий, более легкоплавкий и рыхлый металл (припой), а на границе разных материалов всегда существует дополнительное переходное сопротивление и возможны разрушающие химические реакции.

## Пайка



Пайка представляет собой способ соединения металлов с помощью другого, более легкоплавкого металла. По сравнению со сваркой пайка является более простой и доступной. Она не требует дорогостоящего оборудования, менее пожароопасна, а навыки для выполнения хорошего качества пай-

ки потребуются более скромные, чем при осуществлении сварного соединения. Следует отметить, что поверхность металла на воздухе обычно быстро покрывается оксидной пленкой, поэтому ее перед пайкой требуется зачистить. Но зачищенная поверхность вновь может быстро окислиться. Во избежание этого на обработанные места наносят химические вещества — флюсы, повышающие текучесть расплавленного припоя. Благодаря этому пайка получается прочнее.

Пайка также является лучшим способом оконцевания медных многопроволочных жил в кольцо — пропаивное кольцо равномерно покрывается припоем. При этом все проволоки должны полностью входить в монолитную часть кольца, а его диаметр должен соответствовать диаметру винтового зажима.



Процесс пайки проводов и жил кабелей заключается в покрытии разогретых концов соединяемых жил расплавленным оловянисто-свинцовым припоем, который обеспечивает после затвердения механическую прочность и высокую электропроводность неразъемного соединения. Пайка должна быть гладкой, без пор, загрязнений, наплывов, острых вытуклостей припоя, инородных вкраплений.



Для пайки медных жил малых сечений используют трубки припоя, заполненные канифолью, или раствор канифоли в спирте, который перед пайкой наносят на место соединения.



Для создания качественного пропаивного контактного соединения жилы проводов (кабелей) необходимо тщательно облудить, а затем скрутить и обжать. От правильной скрутки в значительной степени зависит качество пропаивного контакта.

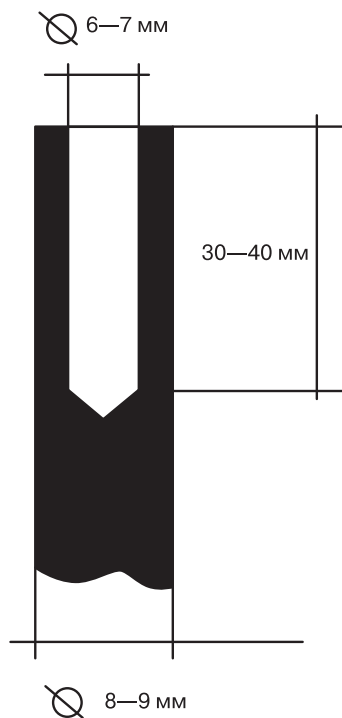


После пайки контактное соединение защищается несколькими слоями изоляционной ленты или термоусадочной трубкой. Вместо изоляционной ленты пропаивное контактное соединение можно защитить изоляционным колпачком (СИЗ). Перед этим желательно готовое соединение покрыть влагостойким лаком.



Нагрев деталей и припой производится специальным инструментом, который называется паяльником. Обязательным условием создания надежного соединения способом пайки является одинаковая температура спаиваемых поверхностей. Большое значение для качества пайки имеет соотношение температуры жала паяльника и температуры плавления. Естественно, что добиться этого можно только при помощи правильно подобранного инструмента.

Паяльники различаются по конструкции и мощности. Для выполнения бытовых электромонтажных работ вполне достаточно обычного электрического стержневого паяльника мощностью 20–40 Вт. Желательно, чтобы он был оснащен регулятором температуры (с термодатчиком) или хотя бы регулятором мощности.



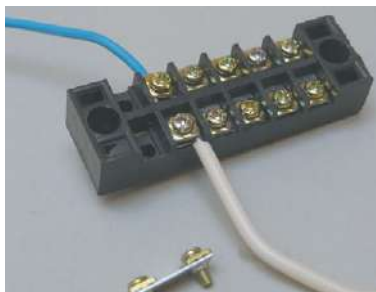
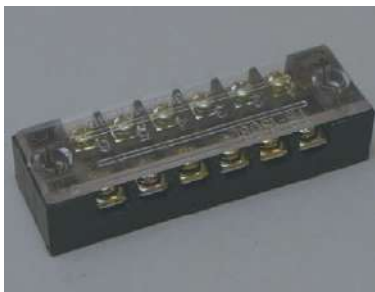
Опытные электромонтажники часто используют для пайки оригинальный способ. В рабочем стержне мощного паяльника (не менее 100 Вт) высверливается отверстие диаметром 6–7 мм и глубиной 25–30 мм и заполняется припоём. В разогретом состоянии такой паяльник представляет собой небольшую лудильную ванночку, которая позволяет быстро и качественно пропаять несколько многожильных соединений. Перед пайкой в ванночку бросается небольшое количество канифоли, которая препятствует появлению оксидной пленки на поверхности проводника. Дальнейший процесс пайки заключается в опускании скрученного соединения в такую импровизированную ванночку.

## Винтовые клеммники



Одним из распространенных способов создания контакта является использование винтовых клеммников. В них надежный контакт обеспечивается за счет затяжки винта или болта. При этом к каждому винту или болту рекомендуется присоединять не более двух проводников. При использовании в таких соединениях многопроводных жил концы проводов требуют предварительного облуживания или применения специальных наконечников. Преимуществом таких соединений являются их надежность и разборность.

По назначению клеммники могут быть проходными и соединительными.



*Соединительные винтовые клеммники предназначены для соединения проводов между собой. Они обычно применяются для коммутации проводов в распределительных коробках и распределительных щитах.*



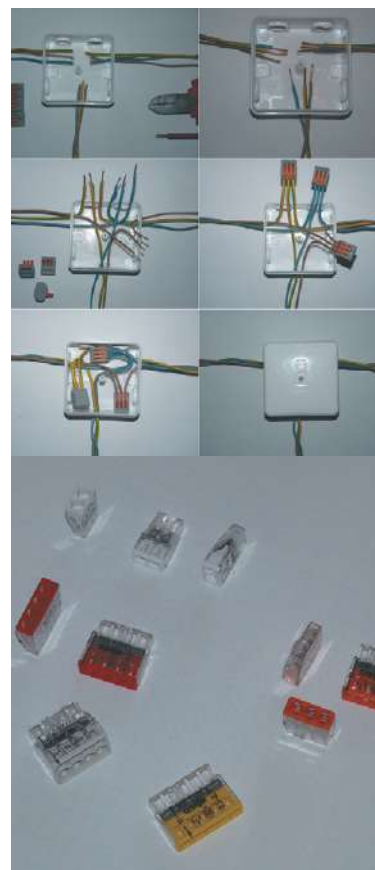
*Проходные клеммники используются, как правило, для подключения к сети различных приборов (люстр, светильников и т. д.), а также при сращивании проводов.*



*При соединении при помощи винтовых клеммников проводов с многопроволочными жилами их концы нуждаются в предварительной пропайке или опрессовке специальными наконечниками.*

**При работе с проводами из алюминия использование винтовых клеммников не рекомендуется, так как алюминиевые жилы при их затяжке винтами склонны к пластической деформации, что приводит к снижению надежности соединения.**

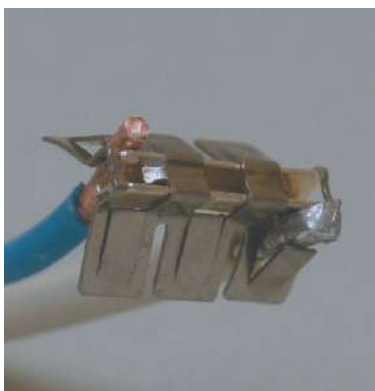
## Самозажимные клеммники



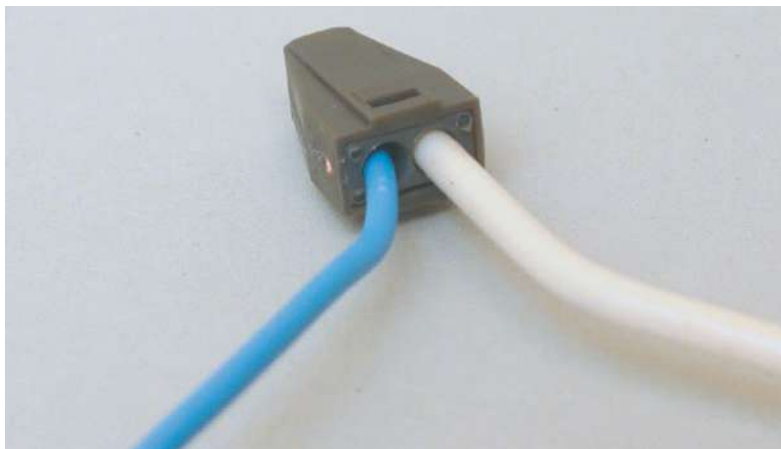
В последнее время очень популярным приспособлением для соединения проводов и жил кабелей стали самозажимные клеммники типа WAGO. Они предназначены для соединения проводов сечением до 2,5 мм<sup>2</sup> и рассчитаны на рабочий ток до 24 А, что позволяет подключать к соединенным ими проводам нагрузку до 5 кВт. В таких клеммниках можно соединить до восьми проводов, что значительно ускоряет монтаж проводки в целом. Правда, по сравнению со скруткой, они занимают в распаячных коробках больше места, что не всегда удобно.



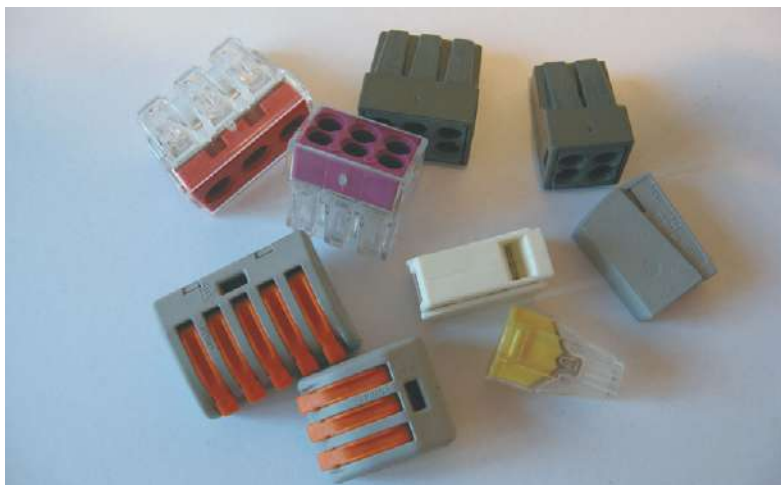
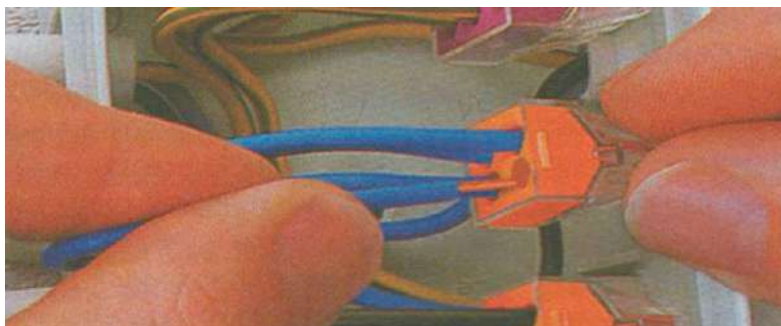
Безвинтовой клеммник принципиально отличается тем, что его монтаж не требует никаких инструментов и навыков. Зачищенный на определенную длину провод с небольшим усилием вставляется на свое место и надежно поджимается пружиной. Конструкция безвинтового клеммного соединения была разработана в немецкой фирме WAGO еще в 1951 г. Существуют и другие фирмы-производители такого типа электротехнических изделий.



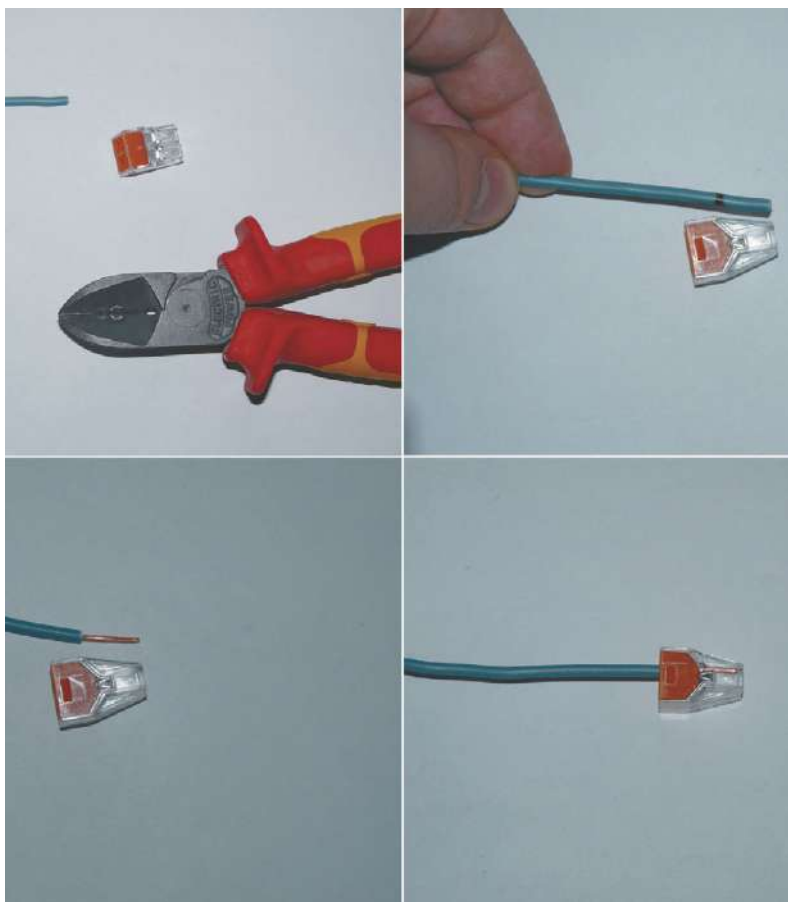
В подпружиненных самозажимных клеммниках, как правило, слишком мала площадь эффективно контактирующей поверхности. При больших токах это приводит к нагреву и отпуску пружин, в результате чего происходит потеря их упругости. Поэтому такие устройства следует использовать лишь на подводках, не подвергающихся большим нагрузкам.



Фирма WAGO выпускает клеммники и для установки на DIN-рейку, и для крепления винтами к плоской поверхности, но при монтаже в составе домашней электропроводки применяются строительные клеммники. Эти клеммники выпускаются трех видов: для распределительных коробок, для арматуры светильников и универсальные.



Клеммники WAGO для распределительных коробок позволяют соединять от одного до восьми проводников сечением 1,0–2,5 мм<sup>2</sup> или три проводника сечением 2,5–4,0 мм<sup>2</sup>. А клеммники для светильников соединяют 2–3 проводника сечением 0,5–2,5 мм<sup>2</sup>.



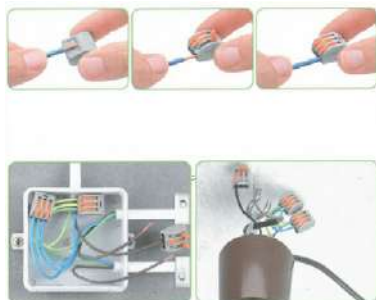
## Соединительные изолирующие зажимы



Технология соединения проводов при помощи самозажимных клеммников очень проста и не требует специальных инструментов и особых навыков.



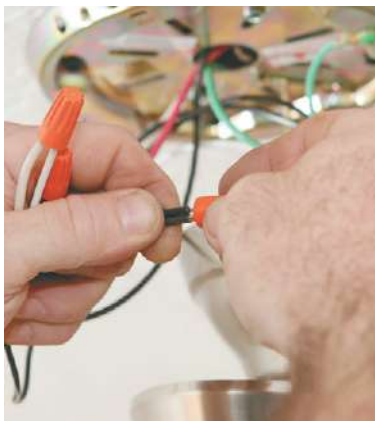
Существуют также клеммники, в которых фиксация проводника осуществляется при помощи рычажка. Такие устройства позволяют добиться хорошего прижима, надежного контакта и при этом легко разбираются.



Одним из популярных среди электромонтажников соединительных изделий является соединительный изолирующий зажим (СИЗ). Такой зажим представляет собой пластмассовый корпус, внутри которого находится анодированная коническая пружина. Для соединения проводов их зачищают на длину около 10–15 мм и складывают в общий пучок. После чего на него накручивают СИЗ, вращая по часовой стрелке до упора. При этом пружина обжимает провода, создавая необходимый контакт. Конечно, все это происходит только тогда, когда колпачок СИЗ подобран правильно по своему номиналу. С помощью такого зажима возможно соединение нескольких одиночных проводов общей площадью 2,5–20 мм<sup>2</sup>. Естественно, что колпачки в этих случаях разного типоразмера.



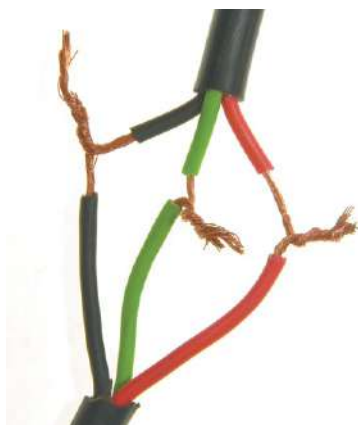
В зависимости от размера СИЗы имеют определенные номера и подбираются по суммарной площади поперечного сечения скручиваемых жил, которая всегда указана на упаковке. При выборе колпачков СИЗ следует ориентироваться не только на их номер, но и на суммарное сечение проводов, на которое они рассчитаны. Цвет изделия не имеет никакого практического значения, но может использоваться для маркировки фазных и нулевых жил и заземляющих проводов.



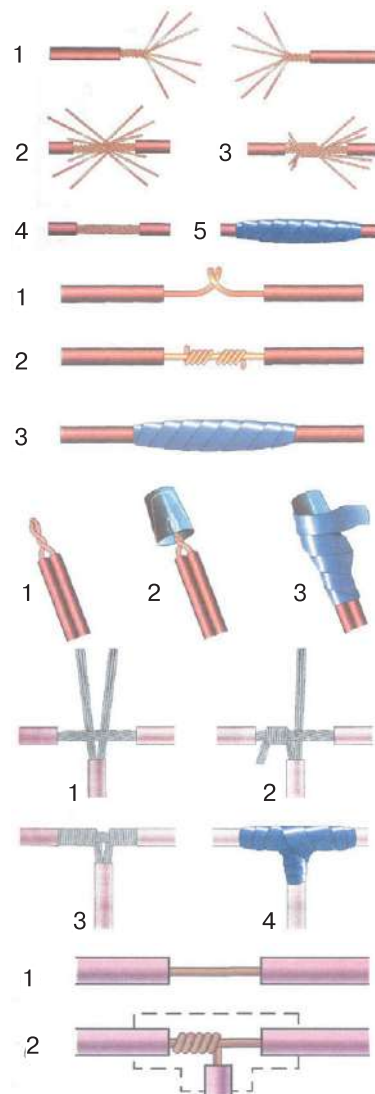
Зажимы СИЗ в значительной степени ускоряют монтаж, а за счет изолированного корпуса не требуют дополнительной изоляции. Правда, качество соединения у них несколько ниже, чем у винтовых клеммников. Поэтому при прочих равных условиях предпочтение все-таки следует отдать последним.

## Скрутки

Скрутка оголенных проводов как способ соединения в «Правилах устройства электроустановок» (ПУЭ) не включена. Но несмотря на это многие опытные электромонтажники рассматривают правильно выполненную скрутку как вполне надежное и качественное соединение, утверждая, что переходное сопротивление в нем практически не отличается от сопротивления в целом проводнике. Как бы то ни было, хорошую скрутку можно считать одним из этапов соединения проводов пайкой, сваркой или колпачками СИЗ. Поэтому качественно выполненная скрутка является залогом надежности всей электрической проводки.



Если провода соединены по принципу «как получилось», в месте их контакта может возникнуть большое переходное сопротивление со всеми отрицательными последствиями.

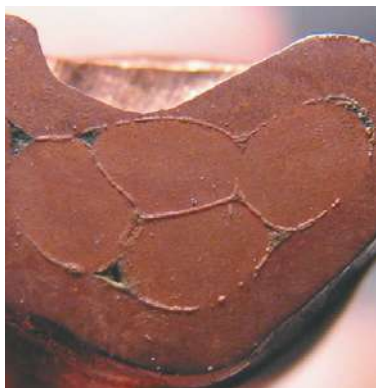
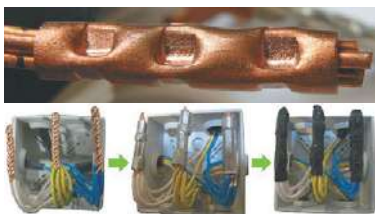


В зависимости от типа соединения скрутка может выполняться несколькими способами, которые при небольшом переходном сопротивлении способны обеспечить вполне надежное соединение.

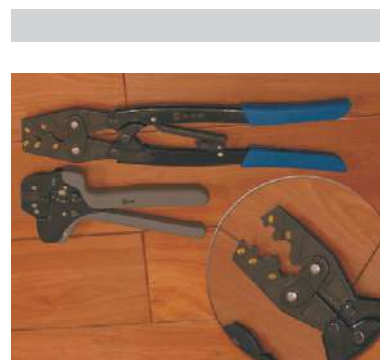
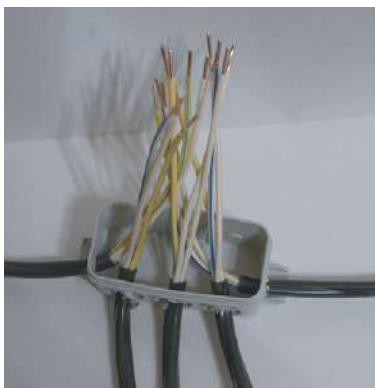
Вначале аккуратно удаляется изоляция без повреждения жилы провода. Оголенные на длину не менее 3–4 см участки жил обрабатываются ацетоном или уайт-спиритом, зачищаются наждачной бумагой до металлического блеска и плотно скручиваются пассатижами.



## Соединение проводов опрессовкой



Медные провода перед опрессовкой рекомендуется обрабатывать густой смазкой, содержащей технический вазелин. Такая смазка снижает трение и уменьшает риск повреждения жилы. Непроводящая ток смазка не увеличивает переходное сопротивление соединения, так как при соблюдении технологии смазка полностью вытесняется из места контакта, оставаясь лишь в пустотах.



Для опрессовки чаще всего применяются ручные пресс-клещи. В наиболее распространенном случае рабочими органами этих инструментов являются матрицы и пуансоны. В общем случае пуансон — это подвижный элемент, производящий местное вдавливание на гильзе, а матрица — фигурная неподвижная скоба, воспринимающая давление гильзы. Матрицы и пуансоны могут быть сменными или регулируемыми (рассчитанными на разное сечение).

Способ опрессовки широко используется для выполнения надежных соединений в распределительных коробках. При этом концы проводов зачищаются, объединяются в соответствующие пучки и опрессовываются. Соединение после опрессовки защищается изолянтной или термоусадочной трубкой. Оно является неразъемным и в обслуживании не нуждается.

Опресовка считается одним из самых надежных способов соединений проводов. Такие соединения выполняют с помощью гильз путем сплошного обжатия или местного вдавливания специальными инструментами (пресс-клещами), в которые вставляются сменные матрицы и пуансоны. При этом

происходит вдавливание (или обжатие) стенки гильзы в жилы кабеля с образованием надежного электрического контакта. Опресовка может производиться местным вдавливанием или сплошным обжатием. Сплошное обжатие обычно выполняется в форме шестигранника.

При монтаже обычной домашней проводки используются, как правило, небольшие опрессовочные клещи с фигурными губками.





*В качестве гильзы для опрессовки можно, конечно, использовать любую медную трубку, но лучше применять специальные гильзы из электротехнической меди, длина которых соответствует условиям надежности соединения.*



*При опрессовке провода могут заводиться в гильзу как с противоположных сторон до взаимного соприкосновения строго посередине, так и с одной стороны. Но в любом случае суммарное сечение проводов должно соответствовать внутреннему диаметру гильзы.*

## **Монтаж электро- установочных изделий**

Необходимым условием безопасной эксплуатации электроустановочных устройств является их правильный монтаж. Так, при внешней проводке розетка, выключатель и другие изделия должны монтироваться на негорючем основании. В случае скрытой проводки устройство следует монтировать в установочную коробку из негорючего материала. В обоих случаях необходимо обеспечить правильное присоединение проводов, надежность контакта и качественное крепление устройства.

В зависимости от конструкции изделия соединение с проводами

может быть винтовым или самозажимным. В первом случае провод зажимается между контактными пластинами с помощью винта, во втором — с помощью специального механизма.

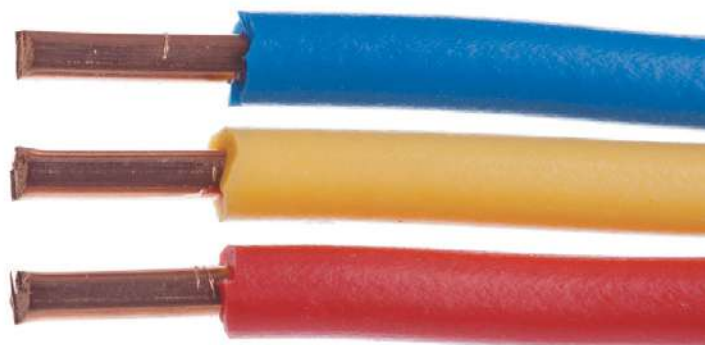
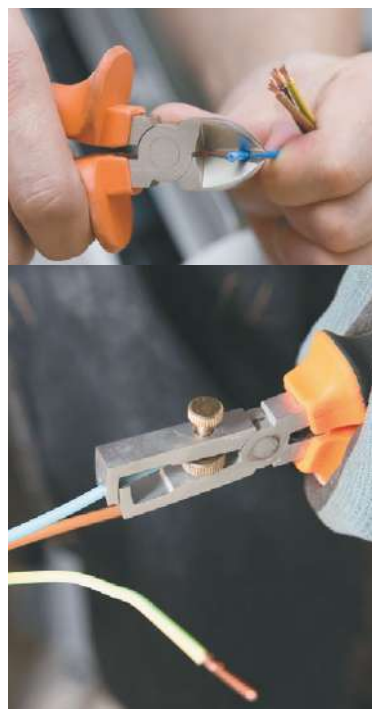
Выключатели устанавливаются в разрыв фазного провода, который

идет непосредственно к осветительному прибору. Это позволяет быстро обесточить цепь освещения при аварийной ситуации и обеспечить электробезопасность при замене лампочек.

Штепсельные розетки включают-ся в цепь параллельно.



*После протяжки проводов, установки подрозетников и ответвительных коробок дальнейшие работы заключаются в разделке концов проводов, соединении их в коробках, подключении розеток и выключателей.*

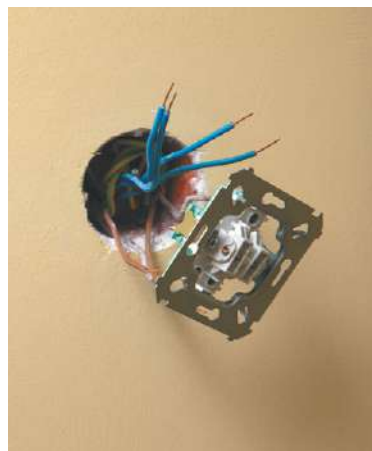


Незаметные на первый взгляд кольцевые надрезы являются концентраторами напряжения. Концы жил с такими надрезами легко надламываются при изгибе и часто становятся причиной аварии.

Разделку концов проводов и удаление изоляции нужно выполнять специальным инструментом. Можно использовать и простой нож. Однако при этом запрещается делать на жиле кольцевые надрезы, повреждающие ее поверхность.



При монтаже розеток и выключателей устройство вначале подключается к соответствующим жилам при помощи винтовых зажимов. Выполняя эту операцию, особое внимание следует обратить на надежность соединения.



Изоляцию с жилы следует удалять на определенную длину, достаточную для надежного контакта с клеммой устройства (но не более).



Надежность контакта в месте присоединения проводов является непременным условием безопасной эксплуатации электроустановочных изделий, в особенности розеток. Обычные розетки рассчитаны на номинальный ток 10 или 16 А. Превышение допустимой нагрузки в сочетании с плохим контактом приводит, как правило, к выгоранию контактов и оплавлению корпуса, т. е. создает пожароопасную ситуацию.



Механизм розетки или выключателя фиксируется в монтажной коробке при помощи распорных лапок, разжимаемых винтом. Более надежным способом считается крепление устройства к монтажной коробке при помощи саморезов.



Монтаж розеток для подключения мощного оборудования (электрических плит, духовок, стиральных машин и т. д.) требует особого внимания. Такие розетки должны быть оснащены третьим контактом для заземляющего провода и соответствовать конструкции вилки прибора. Кроме того, они устанавливаются, как правило, в специальные установочные коробки.



Розетки чаще всего монтируются блоками, объединенными одной рамкой. В блоке могут быть не только электрические розетки, но и телевизионные, телефонные и компьютерные разъемы. Это позволяет проложить провода различного назначения в одном канале.

**Как и любое техническое устройство, розетки могут порой выходить из строя. Такое случается обычно по причине возникновения перегрузок в сети, которые вызываются длительной эксплуатацией каких-либо устройств повышенной мощности (как правило, нагревательных). При перегрузке входные контакты начинают сильно нагреваться, что приводит к окончательному выходу розетки из строя или к возникновению пожароопасной ситуации.**



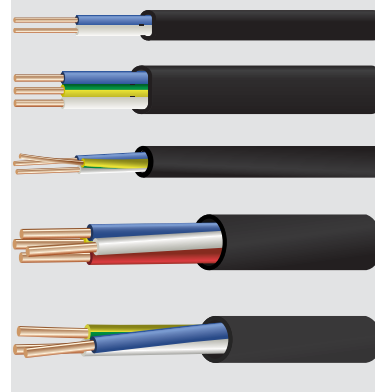
## **Монтаж распределительного щита**

Монтаж распределительного щита — одна из важных работ, которая должна проводиться на основании подробной наглядной или электрической схемы после распределения потребителей на группы и выполнения необходимых расчетов. При наличии хор-

шей и понятной схемы эта работа превращается в чисто техническую задачу и не представляет особой сложности. При этом в первую очередь необходимо обеспечить правильность подключения отдельных групп потребителей и надежность соединений. Перед выполнением монтажных работ надо приобрести все комплектующие изделия, материалы и подготовить нужные инструменты.

Сборка щита осуществляется после монтажа проводки в поме-

щениях в соответствии с принятой схемой. Концы проводов каждой группы маркируются, заводятся снизу в предварительно смонтированный щит и разделяются. Ввод электропитания осуществляется сверху. В щите устанавливаются DIN-рейки. Далее монтируются нулевая и заземляющая шины и распределительная коробка для фазного провода. Установка защитных устройств производится сверху вниз и слева направо с их одновременным подключением по схеме. Нулевые жилы выводятся на шину N, жилы защитного заземления — на шину PE.



Во время монтажа щита следует придерживаться соответствия цвета жилы ее функциональному назначению: белый — фаза, синий — нуль, желто-зеленый — защитное заземление. Такой порядок позволит избежать многих ошибок.



Наиболее удобным и простым способом монтажа электротехнических изделий является установка их на DIN-рейки. DIN-рейка — это специальный металлический профиль, применяемый для крепления различных модульных защитных устройств (автоматических выключателей, УЗО и др.). В этом случае в нужном месте вначале крепится сама металлическая DIN-рейка, а затем на нее устанавливается изделие при помощи специальных фиксаторов.



*В зависимости от особенностей внутренней сети и принятой схемы в распределительном щите могут размещаться общий автомат защиты, общее УЗО, защитные автоматические выключатели и УЗО отдельных групп, нулевая шина, главная заземляющая шина, счетчик и другие приборы.*



*Все современные защитные устройства имеют определенную ширину, кратную одной величине — модулю (18 мм), а сами приборы называются модульными. Так, однополюсный автомат имеет ширину 18 мм, т. е. один модуль, двухполюсный 36 мм — два модуля и т. д. Однофазное УЗО имеет ширину два модуля, трехфазное — четыре. Такое исполнение позволяет подобрать металлический щит по количеству модулей и типу устанавливаемых приборов.*



*Стандартные щиты изготавливаются по типоразмерам на 6, 9, 12, 18, 24, 36 модулей. Кроме того, в зависимости от способа установки они могут быть навесными и встраиваемыми. Навесной щит закрепляется на стене при помощи дюбель-гвоздей на высоте 1,5 м в свободном для доступа месте.*



*Встроенные распределительные щиты устанавливаются в нише и затем заделываются цементным раствором. Глубину выборки ниши нужно определять по размерам щита с учетом толщины стены.*



При установке в жилых помещениях модульные щиты позволяют сохранить эстетику интерьера. Для монтажа модульных устройств на задней стенке распределительного щита устанавливаются специальные металлические профили — DIN-рейки.



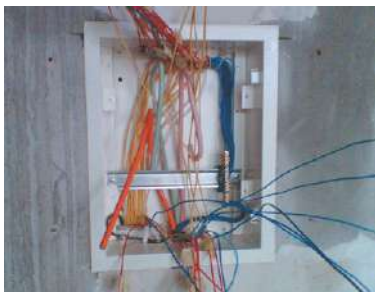
Габаритные размеры защитных устройств различных производителей могут отличаться как по ширине, так и по высоте (от плоскости DIN-рейки). Поэтому, приобретая эти приборы, следует обращать внимание не только на технические характеристики, но и на их линейные размеры. Это позволит эффективно использовать защитные панели для обеспечения эстетичного внешнего вида.



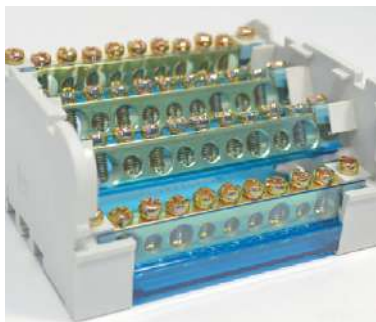
Заземляющие и нулевые шины представляют собой латунные пластины с отверстиями и винтами для надежного соединения проводов. Они могут быть установлены в специальный изолирующий корпус с возможностью крепления на DIN-рейку.



После установки аппаратуры и выполнения в щите электрических соединений поверх в щите устанавливается металлическая или пластиковая панель, скрывающая клеммы приборов, провода и DIN-рейку и защищающая от прикосновения к токоведущим частям. В панели выполнены прорезы, обеспечивающие видимость приборов и доступ к их элементам управления. Не занятую приборами часть прорезы закрывают пластиковыми заглушками (фальшпанелями).



При сборке распределительного щита в него сначала заводятся все провода, которые должны быть обязательно промаркированными. Это исключает большинство ошибок, допускаемых при сборке. Для маркировки, как правило, используют малярную ленту, на которую наносят соответствующие надписи (номер группы и сечение жил).



Для устройства разветлений фазных проводов можно использовать распределительные блоки, которые дают возможность соединять проводники различного сечения и обеспечивают защиту от прикосновения к токоведущей части благодаря съемной крышке. Корпус такого блока выполняется из негорючего материала, устойчивого к нагреву и обладающего хорошими электроизоляционными свойствами.

Блоки, рассчитанные на токи до 400 А, позволяют упорядочить систему коммутации проводов и сэкономить место в распределительном шкафу.



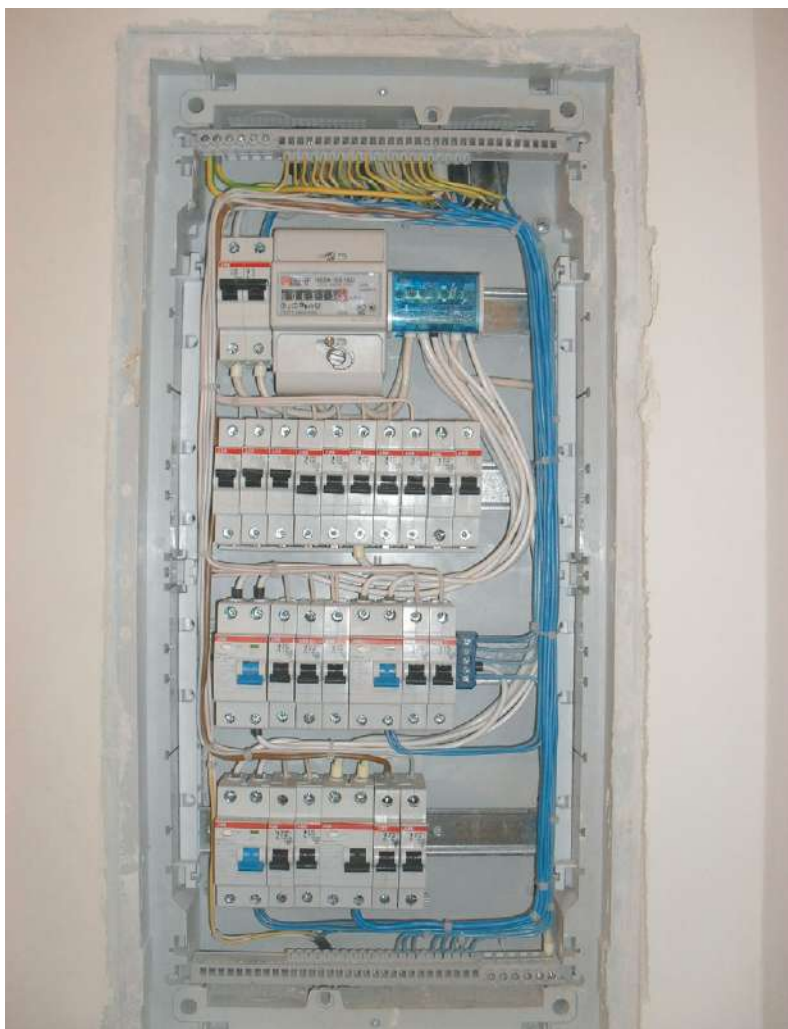
При использовании гибких проводов с многопроволочными жилами их необходимо оконцевать специальными наконечниками для обеспечения надежного контакта с винтовыми зажимами.



При коммутации проводов особое внимание следует обратить на правильное присоединение УЗО. Самой распространенной ошибкой является подключение УЗО к группе, в цепи которой имеется соединение нулевого рабочего проводника (N) с открытыми токоведущими частями электроустановки или соединение с нулевым защитным проводником (PE). Неправильными являются подключение нагрузок к нулевому рабочему проводнику до УЗО, подключение нагрузок к нулевому рабочему проводнику другого УЗО, перемычка между нулевыми рабочими проводниками различных УЗО. Во всех этих случаях устройство не будет выполнять свою функцию или будут иметь место ложные срабатывания.



На этом рисунке изображен вариант установки нулевой (справа) и главной заземляющей (внизу) шины в квартирном щите с трехфазным вводом и проводником PE (черный). На нулевую шину N приходят все синие проводники, на заземляющую шину PE — все желтые проводники защитного заземления. Шина PE соединена с корпусом щита и проводником PE.



Монтаж распределительного щита включает в себя следующие операции:

- установка металлического ящика необходимых размеров;
- нанесение маркировки на подводящих проводах с указанием номера группы и сечения и соединение их с соответствующими устройствами;
- ввод предварительно промаркированных проводов в щит и разделка их концов;
- определение последовательности размещения защитных устройств в соответствии со схемой распределения потребителей по группам;
- закрепление DIN-реек, установка защитных устройств и поочередное подключение в соответствии со схемой;
- нанесение маркировки на каждое устройство с указанием номера группы, для которой оно предназначено во избежание возможных ошибок;
- проверка правильности всех соединений по маркировке входных проводов и устройств защиты всех групп.



После окончания монтажа одноименные пучки проводов следует стянуть специальными стяжками и уложить в свободных местах щита.

Готовность УЗО к срабатыванию может быть проверена при помощи кнопки контроля, которой оснащается любое устройство защитного отключения. При ее нажатии создается ток утечки на землю, что должно вызывать срабатывание исправного устройства. Работоспособность УЗО рекомендуется проверять после установки в сеть (не реже одного раза в полгода).

Если сработал автоматический выключатель или УЗО, не следует сразу включать его вновь. Подачу электрического питания можно возобновить лишь после устранения причины отключения.





# Приборы освещения



*Тщательно продуманная организация освещения — одно из основных условий комфортного проживания в доме или квартире.*

*Освещение придает помещению гармоничный и законченный вид. Необычным и притягательным его можно сделать как во всей квартире или доме, так и в отдельных помещениях, расставив акценты в определенных зонах. При этом важно иметь меру и вкус.*

*Немаловажную роль в интерьере играет освещение. С помощью света можно разграничивать жилое пространство, высвечивать те или иные зоны, расставлять акценты. Это достигается использованием разных видов источников света и их многоуровневым размещением в помещении.*



*В зависимости от способа и высоты установки светильники могут быть потолочные, настенные, напольные или встроенные в мебель. Они оснащаются лампами различной конструкции и формы.*



Наряду с другими областями практического применения, электричество сегодня является и основным источником получения искусственного света, используемого для освещения нашего жилья. Эффективное освещение жилых помещений играет в жизнедеятельности человека исключительно важную роль. Если естественное освещение зависит от природных факторов и архитектурных особенностей здания, то организация искусственного освещения в значительной степени зависит от человека.

Искусственное освещение может быть как общим, так и локальным. Общее освещение помещения объединяет все жилое пространство и поэтому должно быть максимально приближено к естественному. Локальное освещение используется при освещении рабочего места или определенной функциональной зоны помещения. На сегодняшний день существует огромное разнообразие осветительных приборов (люстры, бра, настольные лампы, торшеры и др.), в которых используются различные лампы, дающие разный световой эффект.

Преобразование электрической энергии в световую может происходить несколькими способами, среди которых широкое применение получили термический, газоразрядный и люминесцентный и электролюминесцентный. Каждый из этих способов используется в лампах различного назначения.

Термический способ основан на эффекте свечения проводников, нагретых до высокой температуры при прохождении через них электрического тока. В качестве материала проводника в этом случае используется вольфрам, обладающий наивысшей среди металлов температурой плавления (3683 °К).

Принцип газового разряда основан на свойстве свечения газозообразных наполнителей под воздействием дугового разряда, возникающего между двумя электродами при подаче на них напряжения.

Люминесцентный эффект также возникает под действием электрического разряда. При этом закачанные в стеклянную трубку пары ртути начинают излучать невидимые ультрафиолетовые лучи, которые, попадая на покрытие из люминофора, нанесенное на внутреннюю поверхность колбы, вызывают его свечение.

Электролюминесценция — это способность некоторых полупроводников излучать видимый свет под воздействием пропущенного электрического тока или приложенного электрического поля. Этот эффект сегодня широко используется в светодиодах и сконструированных на их основе светодиодных лампах.



*Тепло-белый свет соответствует цветовой температуре от 2700 до 3500 °К и обеспечивает уютное и не слишком яркое освещение. Цветовая температура в 4000—5000 °К соответствует нейтрально-белому свету, создающему сильное и комфортное освещение. При температуре в 6500 °К и выше излучается холодно-белый свет, часто используемый для уличного освещения. Цветовая температура солнца равна 6000 °К, а обычной лампы накаливания — 2800—3000 °К.*



*Способы преобразования электрической энергии в световую нашли свое практическое применение в создании широкого спектра осветительных приборов различной конструкции и назначения.*



*Основными параметрами любых ламп являются световая отдача, спектральные характеристики (цветопередача), рабочее напряжение, потребляемая мощность, конструктивные особенности, срок службы и стоимость.*



*Световая отдача — отношение светового потока к потребляемой мощности — измеряется в люменах на ватт (лм/Вт). Цветовая температура — показатель, определяющий цветовую тональность источника света — измеряется в градусах по шкале Кельвина.*



## Лампы накаливания



Типичным термическим осветительным прибором является лампа накаливания. Она представляет собой герметичную стеклянную колбу (вакуумированную или заполненную инертным газом), в которой вольфрамовая спираль под действием электрического тока накаляется до высокой температуры (около 2600—3000 °К). При этом в окружающее пространство излучается тепловая и световая энергия. Большая часть этого излучения находится в инфракрасном диапазоне.



Световая отдача ламп накаливания мощностью от 25 до 1000 Вт составляет примерно от 9 до 19 лм/Вт для ламп со средним сроком службы 1000 ч. Большинство ламп накаливания предназначено для светильников внутреннего и наружного освещения в сетях переменного тока с номинальным напряжением 220 В (127 В) и частотой 50 Гц.



Основными типами ламп накаливания являются лампы общего назначения, декоративные лампы и лампы с отражателем. Они отличаются мощностью, формой и окраской колбы. Лампы с прозрачной колбой излучают сочный и яркий свет, а лампы с матовым покрытием распределяют свет равномерно, исключая эффект ослепления.



Лампы накаливания обладают очень широким спектром применения. Они могут иметь самые разные мощности и напряжения, а также использоваться как при постоянном, так и переменном токе. Лампы сохраняют работоспособность даже при значительных отклонениях напряжения сети от номинального, хотя при этом они резко меняют свои характеристики. Благодаря герметичности колбы на лампу практически не влияют условия окружающей среды, в том числе и температура.



К недостаткам ламп накаливания относятся низкая световая отдача на единицу мощности, преобладание в излучении желто-красной части спектра, ограниченный срок службы, большое количество выделяемой тепловой энергии. Прямое попадание световых лучей в глаза наносит немалый вред здоровью, и это необходимо учитывать при выборе лампы накаливания.

## Галогенные лампы



Галогенные лампы накаливания по конструкции и принципу действия близки к обычным лампам накаливания. Но они содержат в газе-наполнителе незначительные добавки галогенов (бром, хлор, фтор, йод) или их соединения. С помощью этих добавок возможно в определенном температурном интервале практически полностью



устранить потемнение колбы (вызванное испарением атомов вольфрама) и обусловленное этим уменьшение светового потока. Поэтому размер колбы в галогенных лампах накаливания может быть сильно уменьшен. Это позволяет, с одной стороны, повысить давление в газе-наполнителе, а с другой — применить в качестве наполнителя дорогие инертные газы — криптон и ксенон.



По сравнению с обычными лампами накаливания, галогенные лампы обладают более высокой световой отдачей (от 25 лм/Вт до 100 лм/Вт), большей долговечностью, меньшими размерами, более богатым спектром излучения.

Особенности галогенных ламп дают возможность при одинаковых параметрах излучения снизить потребляемую мощность на 20–40%. Кроме того, их миниатюрность позволяет создавать совершенно новые светильники для так называемого акцентного освещения.



Галогенные лампы стали основой для создания многочисленного семейства точечных светильников, которые могут устанавливаться в подвесные потолки, встраиваться в мебель, пол, стены или ступени.



Сегодня производители предлагают огромный выбор галогенных ламп — на любой вкус и для разных целей. Есть лампы мощностью от 5 до 150 Вт для напряжения 12–24 В, а также лампы мощностью 25–250 Вт, рассчитанные на сетевое напряжение 220–230 В.



Точечные светильники с галогенными лампами позволяют создать уютную камерную атмосферу и воплотить в жизнь самые необычные дизайнерские решения при организации освещения в помещениях различного типа.



Галогенные лампы различной конструкции широко используются в оптических системах автомобилей.

## Люмине- сцентные лампы



Люминесцентные лампы — это газоразрядные лампы низкого давления, в которых видимый свет возникает в результате свечения люминофорного покрытия под влиянием ультрафиолетового излучения. Они представляют собой герметичную цилиндрическую стеклянную трубку с электродами, в которую закачаны пары ртути, излучающие ультрафиолетовые лучи при электрическом разряде.



Сегодня промышленность выпускает около 100 различных типов-размеров люминесцентных ламп общего назначения. Наибольшее распространение получили лампы мощностью 15, 20, 30 Вт на напряжение 127 В и 40, 80, 125 Вт на напряжение 220 В. По форме они могут быть линейными, кольцевыми, U-образными, спиральными.



Люминесцентные лампы обеспечивают мягкий равномерный свет, но его распределением в пространстве трудно управлять из-за большой поверхности излучения.

К достоинствам люминесцентных ламп относятся высокая световая отдача (75 лм/Вт), большой срок службы, достигающий до 10 000 ч, а также возможность иметь источники света различного спектрального состава с лучшей цветопередачей. Основными недостатками люминесцентных ламп являются большие размеры при данной мощности, относительная сложность включения, зависимость характеристик от температуры окружающей среды и невозможность их питания постоянным током. Максимального эффекта лампы достигают при температуре стенки колбы около 40 °С. При температуре ниже +10 °С лампа может не включиться.



Широко распространенные сегодня энергосберегающие лампы также относятся к люминесцентным газоразрядным приборам. В отличие от ламп дневного света, они при включении не мерцают и дают мягкий рассеянный свет. Как следует из названия, эти лампы действительно позволяют экономить на освещении до 80 % электроэнергии.

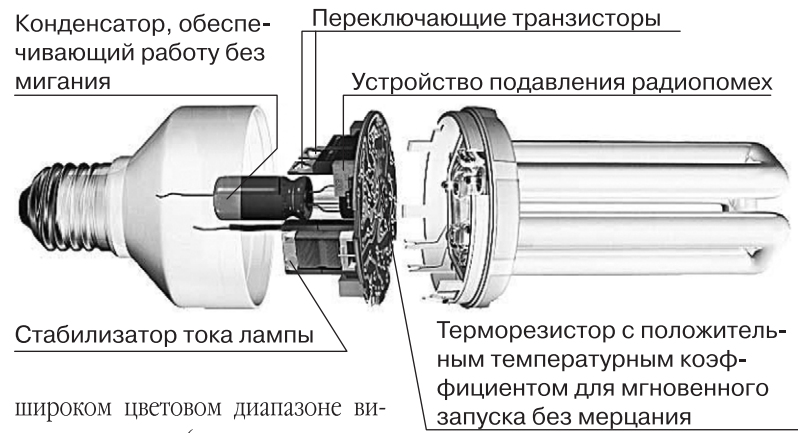


## Газоразрядные лампы



Газоразрядная лампа представляет собой герметичную стеклянную колбу, наполненную смесью инертных газов — неона, гелия, аргона, криптона. Внутри колбы расположены два металлических электрода, находящихся на некотором расстоянии друг от друга. При подаче на электроды определенного напряжения в колбе образуется тлеющий электрический разряд, который и вызывает свечение газа. Цвет свечения зависит от используемого инертного газа и может варьироваться в самом

Конструктивно энергосберегающие лампы изготавливаются для установки в обычные патроны и включают в себя корпус с цоколем, блок питания и люминесцентные трубки различной формы. Срок службы энергосберегающих ламп составляет 8000 ч, что приблизительно в 5–6 раз больше, чем ламп накаливания. При относительно высокой световой отдаче (до 50 лм/Вт) они слабо нагреваются, что существенно увеличивает срок службы осветительных приборов. При всех очевидных плюсах недостатком компактных люминесцентных ламп является их высокая стоимость.



широком цветовом диапазоне видимого спектра (от темно-красного до ярко-синего). Те самые лампы, которые мы привыкли называть неоновыми, испускают красный свет. Для получения другого света используют другие газы, например аргон или криптон.

Газоразрядные лампы сегодня широко используются при ночном освещении городских улиц и автомагистралей, в световой наружной рекламе, в художественной подсветке зданий и т. д.



Неоновые лампы можно применять и для организации многоуровневого освещения в жилых помещениях при создании напольных или потолочных подсветок.



Эффект свечения инертных газов используется в декоративных лампах, которые могут применяться для создания дополнительных акцентов в интерьере комнаты.



Неоновая лампа светится и в том случае, когда к ней не подключен источник электрической энергии. Если поместить неоновую лампу в сравнительно сильное электрическое поле, то в ней начинается процесс ионизации, возникает электрический разряд и она начинает светиться. Этот эффект используется в индикаторах напряжения.



Ксеноновые лампы — это газоразрядные лампы, которые получили свое название от используемой в них смеси инертных газов с преобладанием ксенона. Световая отдача таких ламп может достигать 120 лм/Вт, что позволяет в значительной степени снизить их энергопотребление и увеличить срок службы до 5000 ч. Однако для запуска такой лампы требуется электрический разряд напряжением до нескольких десятков киловольт.



Ксеноновая лампа по сравнению с обычной выделяет значительно меньше тепла, поскольку большая часть энергии преобразуется в световую. Такая лампа имеет цветовую температуру от 4000 до 12000 °К. Благодаря высокой интенсивности излучения в коротковолновой части спектра (вплоть до УФ) эти лампы широко используются для фотовспышек.



Ксеноновые лампы широко используются в оптических системах автомобилей, так как их яркий свет улучшает видимость при неблагоприятных погодных условиях. Он максимально приближен к естественному солнечному свету и не вызывает усталости глаз.



Кварцевые лампы имеют колбу из кварцевого стекла. Основной областью их применения является медицина. Такие лампы широко используются для дезинфекции воздуха и для выполнения лечебно-профилактических процедур. Использование кварцевых ламп в домашних условиях рекомендуется при частых простудных заболеваниях.



## Светодиодные лампы



Светодиодные лампы — это устройства, в которых источником света являются светоизлучающие диоды. Светодиод — это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение. В переводе на английский язык слово «светодиод» звучит как «light emitting diode», или LED. Поэтому светодиодные лампы часто называют просто LED-лампами. В каждой такой лампе насчитывается до нескольких десятков светодиодов, которые в сумме могут давать свет, сопоставимый по световому потоку с обычными лампами накаливания.



Рассеиватель. Светорассеивающая полусфера из стекла марки SL-95

Чипы. Epistar LED 5630SMD 62-227B/LK2C-N3030N4P3S2Z6/2T

Алюминиевая печатная плата на теплопроводимой пасте. Обеспечивает эффективный отвод тепла от чипов к радиатору, что гарантирует оптимальный температурный режим работы чипов

Радиатор. Анодированный сплав алюминия марки 1070 — более эффективный отвод тепла от компонентов лампы (по сравнению с использованием обычного алюминия)

Драйвер. Построен по схеме гальванически развязанного широтно-импульсного модулятора стабилизатора тока — стабильная работа при перепадах напряжения

Полимерное основание цокольной части. Полиэтилентерефталат — высокая степень защиты корпуса от пробивания электрическим током

Цоколь. Латунь с никелевым покрытием — надежный контакт с патроном и предотвращение возникновения коррозии

*Светодиодная лампа состоит из цоколя, встроенного блока питания постоянного тока и специальной мощной платы из полупроводников. Блок питания обеспечивает непрерывную подачу постоянного электрического тока, который, проходя через полупроводник, вызывает его яркое свечение. Основными условиями длительной работы светодиодной лампы являются надежность блока питания и эффективное охлаждение.*



LED-лампы могут быть как со стандартным цоколем (E14, E27 — для замены ламп накаливания), так и встраиваемыми (MR11, MR16 и GU10 — для замены обычных галогенных ламп).





У светодиодных ламп достаточно высокая световая отдача — 40–50 лм/Вт, в то время как у стандартных ламп она составляет 7–12 лм/Вт. Именно эта характеристика и обуславливает их высокую энергоэффективность. Так, обычная лампа накаливания в 75 Вт по сравнению с равноценной (по световому потоку) светодиодной потребляет энергии в 7–8 раз больше. При этом срок службы LED-ламп может составлять от 25 000 ч и выше. Мощность современных светодиодных ламп может иметь величину от 1 Вт до 20 Вт.



Светодиодные лампы отличаются высокой надежностью при любых условиях эксплуатации и температурных режимах и сохраняют работоспособность в течение длительного времени. В зависимости от типа полупроводника они могут излучать свет различного цвета — от белого до темно-синего. LED-лампы экологичны, безопасны (не содержат ртути) и практически не нагреваются. Однако стоимость светодиодных ламп гораздо выше и в значительной степени зависит от мощности.



Светодиодные лампы имеют сравнительно высокую стоимость, поэтому при их выборе следует обратить внимание на производителя и на следующие основные характеристики:

- потребляемая мощность;
- величина светового потока;
- характер распределения светового потока;
- цветовая температура;
- коэффициент цветопередачи;
- гарантированный срок службы.



# Электробезопасность



Электрический ток обладает рядом особенностей, которые определяют его опасность. Его невозможно увидеть и услышать. Он не имеет ни запаха, ни цвета, а его присутствие обнаруживается лишь при непосредственном прикосновении к токоведущему проводнику или с помощью специальных приборов. В то же время влияние электрического тока на организм человека является чрезвычайно вредным, а иногда и смертельным — он поражает ткани не только в месте своего входа и выхода, но и на всем пути прохождения через тело человека. Под воздействием электрического тока нарушается работа нервной системы, затрудняется деятельность органов дыхания, поражается сердечно-сосудистая система. Кроме того, электрический ток, проходя через тело человека, вызывает судорожное сокращение мышц, которое «приковывает» пострадавшего к источнику тока, что препятствует возможности самостоятельного освобождения от соприкосновения с токоведущим элементом и в значительной степени увеличивает время его воздействия.

Неслучайно опытные электрики стараются прикасаться к оголенным проводникам тыльной стороной кисти руки, чтобы при

воздействии тока мышцы руки, непроизвольно сократившись, не смогли обхватить проводник.

Степень негативного влияния электрического тока на человека зависит от множества факторов, и зачастую даже случайное кратковременное точечное прикосновение к токоведущей части электрической установки может вызвать тяжелые последствия.



*Поражающее воздействие электрического тока возникает, если человек замыкает своим телом цепь от токоведущего проводника на землю или нулевой проводник. В первом случае ток проходит через руку, тело и ноги на землю, во втором случае — как правило, через обе руки. Зачастую от пути прохождения тока зависит и степень тяжести последствий поражения.*



*Для человека опасным считается ток напряжением от 25 В. Поражающее воздействие зависит от силы тока и пути его прохождения в теле. Прохождение тока с силой 30—50 мА от одной руки к другой затрагивает жизненно важные органы и при определенных условиях может вызвать рефлекторную остановку сердца или паралич дыхательных органов. Под воздействием электрического тока изменяются электролитические свойства тканевой жидкости, крови, лимфы, что также чрезвычайно серьезными последствиями.*

**При контакте токопроводящих частей с телом человека по нему начинает протекать ток, который представляет серьезную опасность. Ток силой в 10 мА вызывает у людей болевые ощущения. Ток около 20 мА приводит к судорожному сокращению мышц и непроизвольному захвату провода, а электроток силой 30 мА — к параличу дыхания. Необратимые процессы, связанные с кровотечениями и сердечной аритмией, начинаются в организме человека при токе силой 50 мА, а воздействие тока в 100 мА на протяжении одной-двух секунд с большой вероятностью приводит к смертельному исходу.**



При определенных условиях электрический ток может оказывать поражающее действие не только при непосредственном соприкосновении с проводом, но и через токопроводящие предметы (например, инструмент). Источником поражения может стать даже сам человек, находящийся под воздействием электрического тока. Такое часто случается при попытках оказать помощь пострадавшему.



Результатом поражения может стать электрический ожог, возникающий при нахождении человека в зоне короткого замыкания, которое, как правило, сопровождается мощной электрической дугой. При яркой вспышке электрической дуги возможно также поражение глаз. Жесткое излучение способно серьезно повредить сетчатку глаза, вызвав кратковременную или постоянную слепоту, инверсию цветовосприятия и т. д.



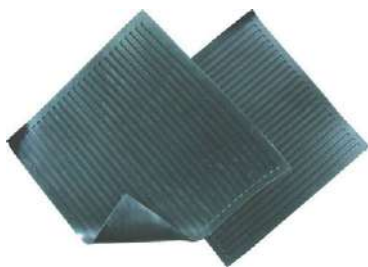
Конечно, влияние электрического тока на организм не всегда приводит к летальному исходу и гораздо чаще имеют место разные по степени тяжести травмы. Однако это вовсе не повод небрежно относиться к электричеству.

**Наиболее частыми причинами поражения электрическим током являются:**

- неисправность электропроводки, электроприборов и установочных изделий;
- неосторожность, неопытность или небрежность при выполнении ремонта проводки или оборудования;
- прикосновение или приближение на недопустимое расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- отсутствие многоуровневой защиты домашней сети от различных аварийных ситуаций;
- прикосновение к металлическому корпусу электроприбора, оказавшегося под напряжением вследствие повреждения изоляции;
- ошибки, допущенные при монтаже электрической сети;
- свободный доступ детей к элементам сети.



Причинами возникновения короткого замыкания могут стать поврежденная изоляция, неправильный монтаж проводки, плохие контакты в электроприборах. При этом величина электрического тока достигает существенных значений, что приводит к разрушению розеток и включенных в них приборов.



*В качестве изолятора, защищающего человека от контакта с землей, часто используются резиновые диэлектрические коврики. Они применяются как дополнительные элементы защиты.*



*Эффективным средством защиты от воздействия электрического тока являются диэлектрические боты. Они надежно изолируют человека от контакта с землей и препятствуют возникновению электрической цепи, частью которой может стать человек.*



*Резиновые диэлектрические перчатки повсеместно применяются во время работы с электрическими установками. Они эффективно защищают человека от поражения электрическим током. Однако нельзя забывать о том, что перчатки являются лишь одним из многих элементов индивидуальной защиты.*



*Перчатки диэлектрические используются в качестве основного изолирующего средства при работе с электроустановками, находящимися под напряжением до 1000 В. При более высоких напряжениях они могут применяться лишь в качестве дополнительного средства электрической защиты.*



Боты диэлектрические



Коврики диэлектрические



Перчатки диэлектрические



Ножницы диэлектрические

*Поражения электрическим током можно избежать, используя индивидуальные средства защиты, изготовленные из диэлектриков. К ним относятся диэлектрические боты, перчатки, спецодежда, резиновые коврики. Такие изделия, как правило, изготовлены из резины, имеющей специальный состав, что позволяет повысить их диэлектрические свойства. Однако следует помнить, что этот материал также подвержен разрушающему воздействию тепла и различных химически активных веществ.*



Различные неисправности домашней электрической сети являются основной причиной возникновения пожароопасных ситуаций. Механические повреждения проводки могут вызвать короткое замыкание и возгорание в жилом помещении. Пожарную опасность представляют старые провода, так как с течением времени их изоляция теряет эластичность и становится хрупкой.



Причиной возгорания изоляции проводов может быть перегрузка участка сети, вызывающая сильный нагрев проводника и приводящая к возгоранию легко воспламеняющихся материалов. Такое часто происходит при включении нескольких мощных потребителей в одну розетку.



Особую опасность представляют розетки с обгоревшими контактами — они могут стать причиной пожара и объектом повышенной опасности для человека.



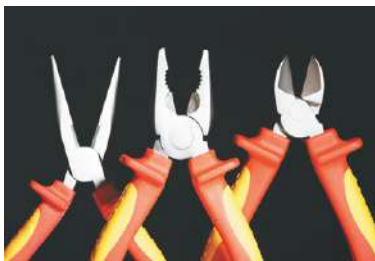
Пожароопасная ситуация может возникнуть при использовании вместо плавких предохранителей так называемых жучков.



*При нарушении целостности изоляции возможна утечка тока, когда оголенная жила вступает в контакт с увлажненным облицовочным материалом стен. Так, штукатурка, являясь диэлектриком, при увлажнении прекрасно проводит электрический ток и может стать источником повышенной опасности.*



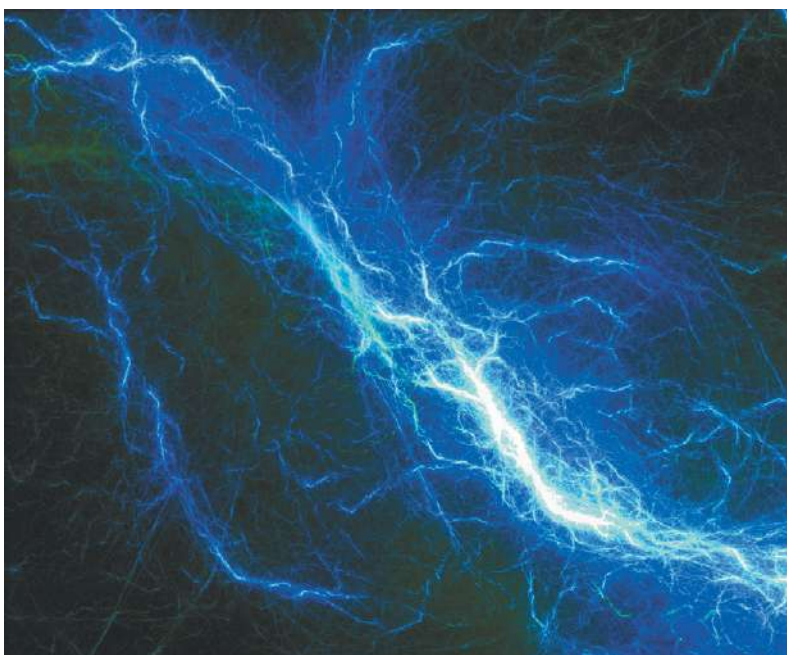
*В любой ситуации следует не только полагаться на защиту, но и опираться на опыт работы и соответствующие навыки. При соблюдении всех условий техники безопасности всегда можно избежать возникновения опасных ситуаций.*



*При обслуживании и ремонте домашней проводки всегда следует пользоваться инструментами с изолированными ручками.*



*Особую опасность электричество представляет для детей, поэтому необходимо предусмотреть все меры, препятствующие их доступу к розеткам и другим токоведущим элементам.*

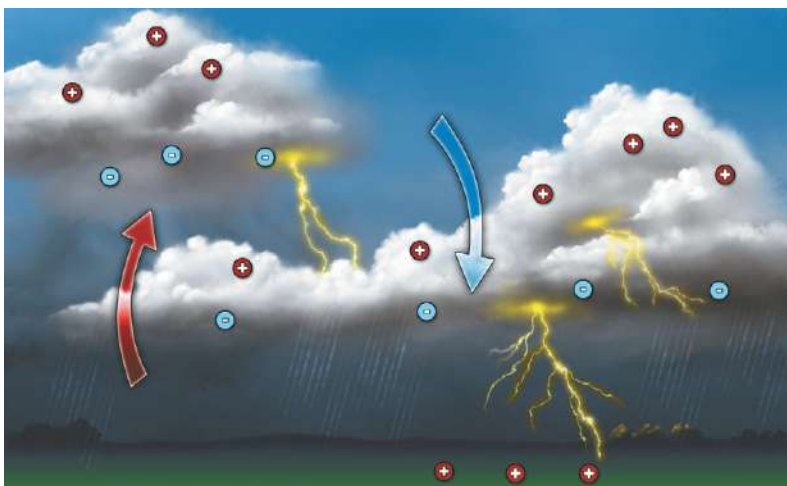


*Поражение электрическим током может произойти не только в результате нарушения элементарных требований предосторожности при эксплуатации электрической сети, но и во время грозы.*



*Повышенная опасность электрического тока требует строгого соблюдения техники безопасности как при эксплуатации домашней сети, так и во время ее ремонта. Чтобы исключить возникновение многочисленных аварийных ситуаций, нужно придерживаться следующих правил:*

- не допускать к эксплуатации провода с устаревшей изоляцией и маленьким сечением;
- ремонтные работы, связанные с реконструкцией стен, следует проводить с повышенными мерами предосторожности;
- не проводить работы, связанные с ремонтом элементов сети, под напряжением;
- во время ремонтных работ следует пользоваться исправным инструментом с защитной изоляцией, а также индивидуальными средствами защиты.
- обеспечить домашнюю электрическую сеть многоуровневой системой защиты и заземления;
- производить своевременную замену старых розеток и выключателей с некачественными контактными элементами;
- исключить доступ детей к электрической сети и различным устройствам;
- не использовать в качестве контура заземления различные металлические коммуникации (водопровод, канализацию, газ, отопление).



*Электрическая природа молнии изучена уже достаточно хорошо. Она представляет собой электрический разряд огромной мощности, который возникает между грозовыми облаками и землей, имеющими отрицательный и положительный заряды.*



*По статистике в течение одной секунды на нашей планете возникает около ста разрядов. Объектами их поражения чаще всего бывают высоко расположенные предметы, столбы линий электропередач, а иногда и человек.*

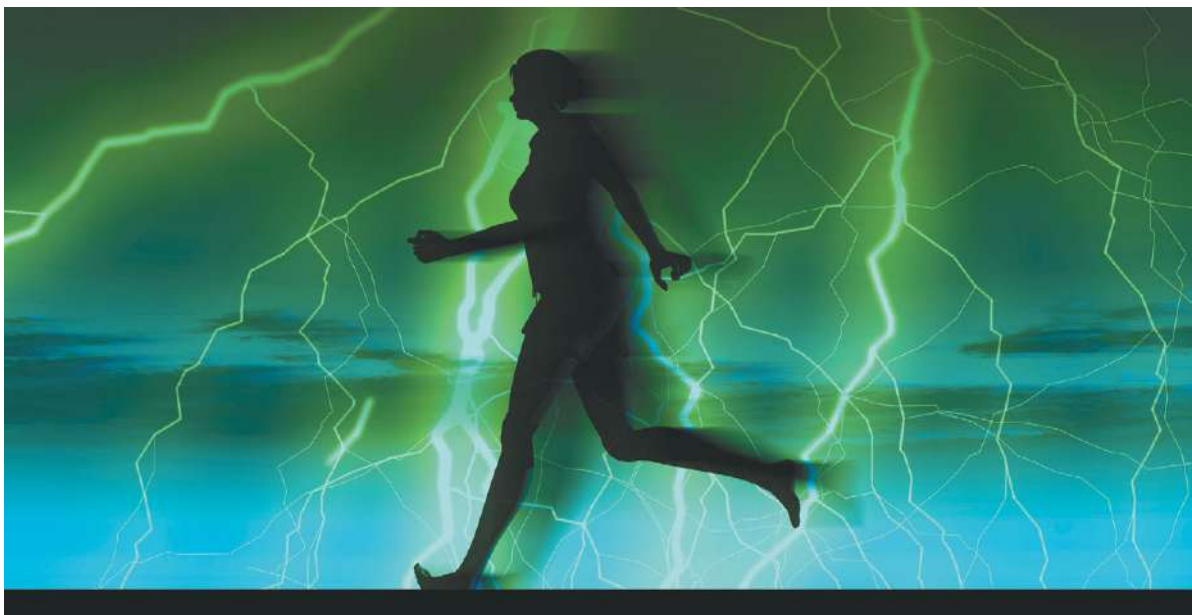


*Во время грозы особую опасность представляет включенный сотовый телефон, так как излучаемые им радиоволны создают особую зону хорошей проводимости и «притягивают» молнию.*



*Во время грозы следует максимально обезопасить себя от удара молнии. Очень часто она попадает в высокие деревья и в воду, поэтому во время грозы нельзя кутаться или прятаться от дождя под деревьями, лучше выйти из леса, остановиться на одном месте, укрыться накидкой и просто переждать стихию.*





*При ударе молнией у человека поражаются головной и костный мозг, центральная нервная и сердечно-сосудистая системы. При этом могут наступить потеря сознания, понижение артериального давления, сердечная аритмия, судороги. Зачастую это приводит к остановке сердца и клинической смерти.*

## **Первая помощь**

При возникновении опасной ситуации человека в первую очередь необходимо освободить от соприкосновения с токоведущим проводником или его обесточить. Оказывающий помощь при этом должен обеспечить и собственную безопасность, помня, что и сам пострадавший является проводником тока и прикосновение к нему так же опасно, как и к источнику тока.

Если невозможно отключить напряжение при помощи рубильника или выключателя, нужно перерезать провод инструментом (топором) с непроводящей ток сухой деревянной ручкой или кусачками с защитной изоляцией на рукоятке, став на сухую доску, сверток сухой одежды и т. д. При отсутствии подходящих инструментов можно попытаться изолировать пострадавшего от земли (не касаясь

обнаженных частей его тела), подложив под него сухую доску или непроводящую ток ткань. Если на пострадавшего упал конец оборвавшегося провода, надо его отбросить или оттянуть пострадавшего от проводника.

Устранив источник опасности, пострадавшему следует сразу же оказать первую медицинскую помощь. При обмороке и наличии дыхания и пульса необходимо привести его в чувство при помощи нашатырного спирта или побрызгав водой. При отсутствии дыхания следует немедленно приступить к искусственному дыханию «рот в рот» или «рот в рот», а при отсутствии пульса — к непрямому массажу сердца. Также необходимо позвать других людей и организовать вызов скорой помощи.

Прежде чем начать процедуру искусственного дыхания, надо уложить пострадавшего на спину, чтобы его дыхательные пути были свободны для прохождения воз-

духа. Для этого его голову максимально запрокидывают назад. В результате корень языка отодвигается от задней стенки гортани и не препятствует движению воздуха. После того как пострадавший придет в себя, его следует оставить в лежачем положении на мягкой подстилке, уберечь от охлаждения, укрыв одеялом, обеспечить максимальный покой, достаточный доступ воздуха, по возможности дать крепкий чай, немного вина или коньяка. При наличии ожогов — наложить асептические повязки. В любом случае после поражения электричеством пострадавшему необходимо медицинское обследование, поскольку даже при отсутствии видимых повреждений некоторые последствия могут проявиться через несколько часов или даже суток.

Подробные сведения об оказании первой помощи при поражении током можно получить в специальной литературе.



*Грозовые разряды нередко становятся источниками мощных импульсных перенапряжений в домашней сети, которые приводят к выходу из строя электрооборудования и проводки.*





# Содержание

<b>Введение</b> .....	3
<b>Основные понятия</b> .....	4
<b>Инструменты электромонтажника</b> .....	9
Ручные инструменты.....	10
Электрические инструменты.....	14
Контрольно-измерительные приборы.....	25
<b>Шнуры, провода и кабели</b> .....	28
Жила.....	33
Изоляция.....	36
Маркировка кабельных изделий.....	43
Выбор проводов.....	44
<b>Электромонтажные изделия и материалы</b> .....	52
<b>Электроустановочные изделия</b> .....	74
Розетки.....	82
Выключатели.....	93
Многофункциональные устройства.....	97
<b>Защитные устройства</b> .....	100
Плавкие предохранители.....	101
Автоматические пробки.....	102
Выключатели автоматические.....	104
Устройства защитного отключения.....	110
Дифференциальные автоматические выключатели.....	116
Устройства защиты от перенапряжений.....	118
Стабилизаторы.....	128
<b>Вводные и распределительные устройства</b> .....	133
Ввод в частный дом.....	134
Ввод в квартиру.....	141
<b>Расчет домашней сети</b> .....	144
Разделение всех потребителей на группы.....	144
Определение установленной мощности и тока нагрузки.....	145
Выбор сечений жил и типа провода.....	147
Выбор устройств защиты.....	148
Схемы вводно-распределительных устройств.....	154
Примеры оформления схем электропроводки.....	159
<b>Монтаж проводки в доме и квартире</b> .....	160
Прокладка проводов.....	166
Установка монтажных коробок.....	169
Способы соединения проводов.....	171
Монтаж электроустановочных изделий.....	182
Монтаж распределительного щита.....	185
<b>Приборы освещения</b> .....	190
Лампы накаливания.....	192
Галогенные лампы.....	192
Люминесцентные лампы.....	194
Газоразрядные лампы.....	195
Светодиодные лампы.....	197
<b>Электробезопасность</b> .....	199
Первая помощь.....	206

**СДЕЛАЮ САМ**

# ГЛАВНАЯ КНИГА ЭЛЕКТРИКА

- **Ремонт и монтаж электропроводки в доме или квартире**
- **Примеры ввода электричества в частный дом и квартиру — способы, проверенные временем, и новейшие разработки**
- **Как рассчитать домашнюю электрическую сеть — рекомендации специалистов со стажем**
- **Пошаговые инструкции, детальные схемы, наглядные таблицы и поэтапные рисунки**
- **Устройства защитного отключения, или Как защитить дом от пожара, — советы профессионалов**
- **Грамотный выбор проводки, электромонтажных изделий и материалов по оптимальным ценам — гарантия безопасности и экономия бюджета**
- **Инструменты для электромонтажника — универсальные и специализированные**
- **Как обезопасить себя от удара током — это важно**

**Изучив эту книгу и применив свои знания на деле, вы сможете смело заявить: комфорт и безопасность жилья — заслуга моя**

www.ast.ru

ISBN 978-5-17-083092-3



9 785170 830923