

СДЕЛАЮ САМ



БОЛЬШАЯ КНИГА ЭЛЕКТРИКА

САМОЕ ПОЛНОЕ
ИЛЛЮСТРИРОВАННОЕ
РУКОВОДСТВО

НИ ОДИН ВАШ ВОПРОС НЕ ОСТАНЕТСЯ БЕЗ ОТВЕТА
БЕЗОПАСНО • ПРОСТО • НАДЕЖНО

УДК 621.3
ББК 31.2
Ж12

Жабцев, Владимир Митрофанович.

Ж12 Большая книга электрика. Самое полное иллюстрированное руководство / В. М. Жабцев. — Москва : Издательство АСТ, 2017. — 208 с. : ил. — (Мастер золотые руки).

ISBN 978-5-17-103515-0.

У настоящего мастера действительно золотые руки, если он может сделать ими всё: и розетку поменять, и проводку проложить, и даже выполнить заземление дома. На самом деле это не так сложно, если у вас есть наша книга. Ведь это настоящее руководство к действию, в котором вы найдете всё, что нужно знать об устройстве домашней электрической сети, ее монтаже и системах защиты. Имея под рукой эту книгу, вы без труда подберете необходимые для работы инструменты, соответствующие электрические приборы, изделия и материалы, сможете самостоятельно произвести необходимые монтажные и ремонтные операции, не забывая при этом о безопасности. Все рекомендации сопровождаются подробными иллюстрациями, которые помогут вам быстро освоить различные виды работ и избежать ошибок и аварийных ситуаций.

Изучите это руководство — и вы непременно станете мастером золотые руки.

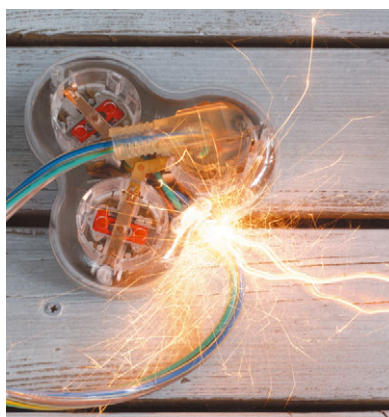
УДК 621.3
ББК 31.2

ISBN 978-5-17-103515-0

© Оформление, обложка, иллюстрации
ООО «Интеджер», 2017.
Дизайн обложки Резько И. В.
© ООО «Издательство АСТ», 2017
© В оформлении использованы материалы,
предоставленные Фотобанком Shutterstock, Inc.,
Shutterstock.com, 2017

Содержание

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО В ВАШЕМ ДОМЕ	3
Значение электричества в современной жизни	4
Общие сведения об электричестве	7
Основные характеристики электрической цепи	10
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ, ИЗДЕЛИЯ И МАТЕРИАЛЫ	13
Электротехнические изделия	14
Шнуры, провода и кабели	14
Электромонтажные изделия и материалы	21
Электроустановочные устройства	26
Осветительные приборы	33
Коды защиты IP	41
СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	43
Устройства защиты	44
Плавкие предохранители	45
Пробки автоматические	46
Выключатели автоматические	46
Устройства защитного отключения	53
Дифференциальные автоматические выключатели	56
Устройства защиты от перенапряжений	57
Стабилизаторы	60
УСТРОЙСТВО ДОМАШНЕЙ СЕТИ	61
Узлы ввода, распределительные щиты, электрическая проводка	62
Вводные устройства	63
Распределительные устройства	71



Внутренняя проводка.....	75
Организация освещения.....	79
РАСЧЕТ ДОМАШНЕЙ СЕТИ	89
Система электроснабжения жилья	90
Определение установленной мощности и тока нагрузки.....	92
Выбор типа провода и сечений жил.....	96
Выбор устройств защиты	102
МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ	115
Инструменты электрика и монтаж проводки и электроустановочных изделий.....	116
Инструменты электромонтажника	116
Контрольно-измерительные приборы	126
Монтаж проводки в доме и квартире	131
Способы соединения проводов	140
Монтаж электроустановочных изделий	149
Монтаж распределительного щита.....	152
Схемы подключения защитных устройств	159
Устройство заземления.....	165
ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ.....	169
Причины возникновения пожароопасных ситуаций и техника безопасности	170
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Правила устройства электроустановок	182
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Некоторые термины и определения	202



Электричество в вашем доме



- Значение электричества в современной жизни
- Общие сведения об электричестве
- Основные характеристики электрической цепи

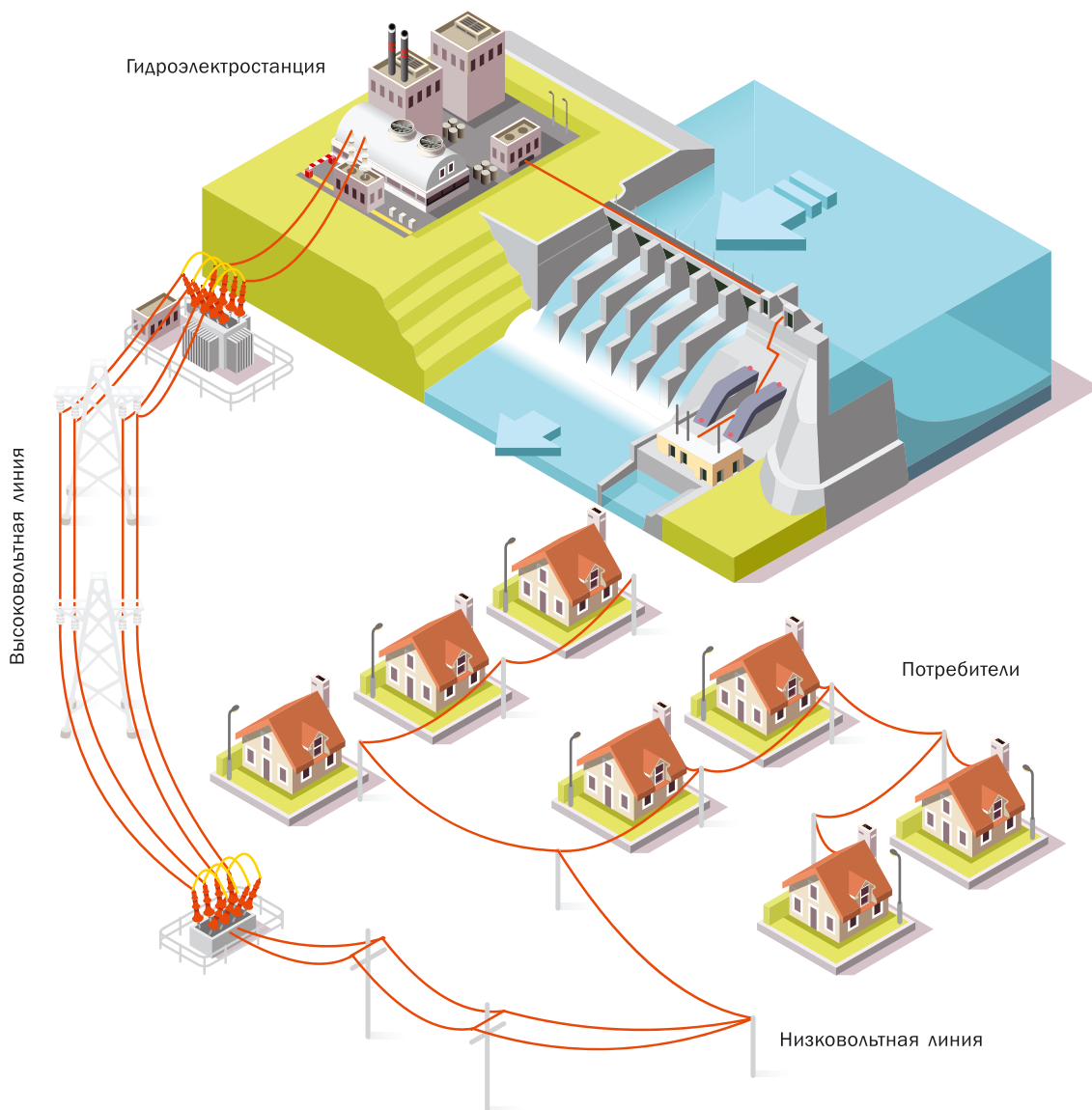
Значение электричества в современной жизни



Практическое использование электричества человеком началось сравнительно недавно — в конце XIX в., хотя люди были знакомы с ним еще в глубокой древности. Надо сказать, широкое применение электрической энергии в

корне изменило всю человеческую цивилизацию и стало играть исключительно важную роль в жизни каждого человека. Электричество позволило механизировать и автоматизировать технологические процессы в промышленности,

на транспорте, в сельском хозяйстве и быту. Освещение, связь, теле- и радиовещание, информационные технологии — это все также электричество. С ним же так или иначе связано обеспечение человека водой, теплом, пищей.





Электричество, хотя мы об этом практически не задумываемся, очень прочно вошло в нашу повседневную жизнь. Многочисленные устройства в нашем доме приводят в действие электричество, оно же дает нам свет, позволяет пользоваться различными современными электронными приборами. Но электричество в наш дом попадает не сразу. Оно, прежде чем выполнить полезную работу, по линиям электропередач преодолевает многокилометровый путь от электростан-



ции до понижающей трансформаторной подстанции. А уже от этой подстанции

электричество подается на самое разное оборудование и бытовые приборы.

Понятно, что в современном мире элементарные знания об электричестве и его правильном использовании являются насущной необходимостью. Конечно, мы хорошо знаем, что электроприбор, включенный в розетку, заработает, а лампочка, вкрученная в патрон, загорится. Но дело в том, что в быту часто приходится не просто использовать электричество, но и решать проблемы, которые напрямую связаны с устройством домашней электрической сети и монтажом различных электрических изделий.



Представлять общие принципы устройства домашней электрической сети и ее защитных приборов просто необходимо. Кроме того, не помешают и практические навыки выполнения простейших ремонтных или монтажных работ. Ведь многие из нас зачастую сталкиваются с необходимостью установки или ремонта розетки, монтажа светильника, устройства линии для подключения нового прибора и т. д. Кроме того, некоторые познания нужны и для правильной эксплуатации бытового электрооборудования.





Следует знать, что наряду со своей исключительной пользой электричество представляет и серьезную опасность — как для взрослых, так и для детей. Поэтому монтаж и эксплуатация электроприборов требуют не только определенных знаний, но и строгого соблюдения основных правил электробезопасности. Также, кроме всего прочего, необходимо иметь если не знание, то хотя бы представление о правовых взаимоотношениях с энергоснабжающей организацией.

Общие сведения об электричестве

Чтобы любой электрический прибор был способен совершить полезную работу (утюг нагревался, а вентилятор вращался), через него должен протекать электрический ток. Еще из физики, изучаемой в школе, нам хорошо известно, что электрический ток — это упо-

рядоченное движение электрически заряженных частиц в каком-либо проводнике. Но чтобы такое движение возникло, в одной точке проводника должно быть заряженных частиц больше, чем в другой. Другими словами, в проводнике должна создаться разность потенци-



алов. Разность потенциалов двух точек проводника еще называется напряжением между ними.

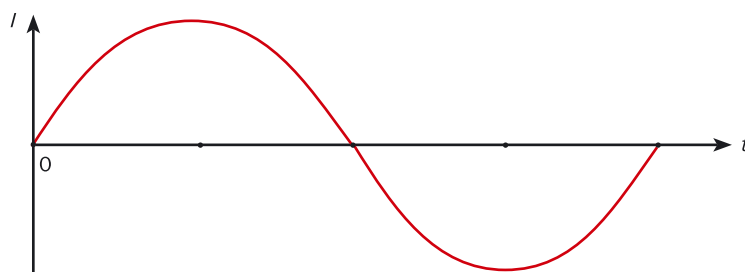
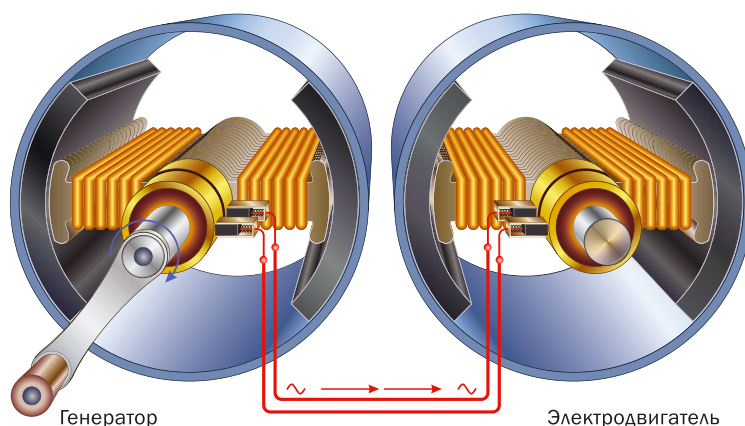


Электрический ток бывает постоянным или переменным. Постоянный ток не изменяется ни по величине, ни по направлению. Обычно именно он ис-

пользуется на промышленных предприятиях, на электрифицированном транспорте и в электросвязи. Его получают из переменного тока при помощи

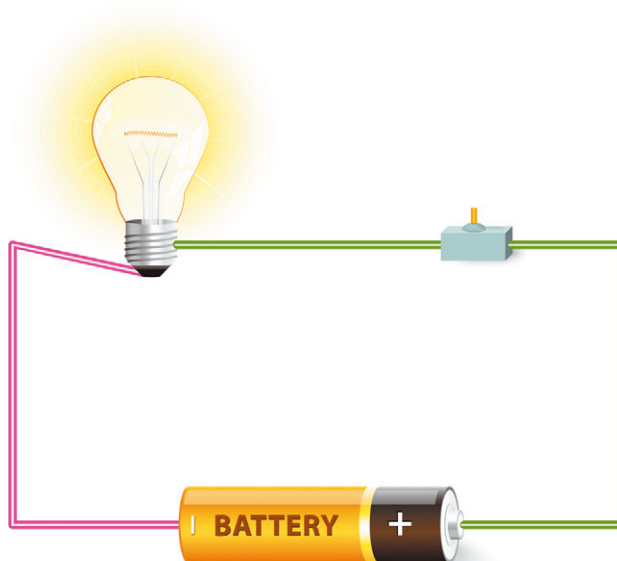
специальных устройств, называемых выпрямителями. А в быту постоянный ток потребитель получает от аккумулятора или простой батарейки.





Переменный ток через равные промежутки времени изменяется как по величине, так и по направлению. 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 большие расстояния, более простое устройство генераторов переменного тока, а также более надежные в эксплуатации электродвигатели переменного тока. В домашней сети мы имеем дело с переменным током с напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

Электрическая цепь — это совокупность соединенных между собой источников электрической энергии, приемников и соединяющих их проводов. Простейшую электрическую цепь можно представить в виде батареи, лампочки и выключателя, соединенных проводами. Электрический ток может протекать только по замкнутой электрической цепи. Разрыв цепи в любом месте приводит к прекращению электрического тока.



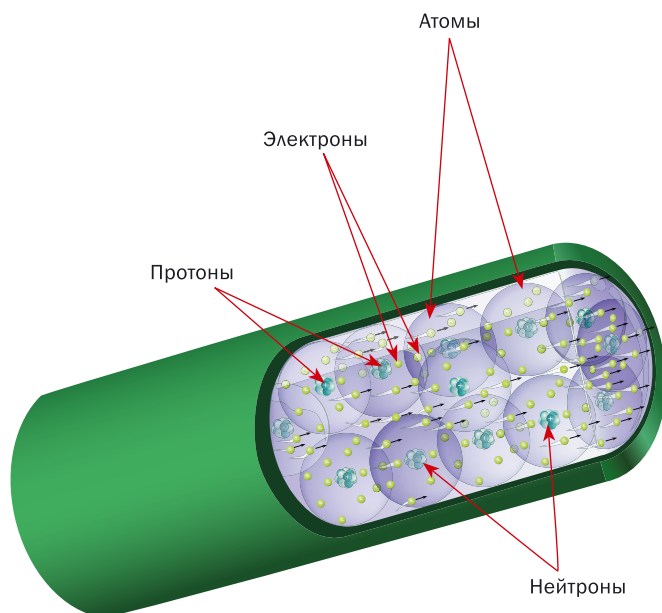
Материалы, в которых заряженные частицы свободно перемещаются между его частями, называются проводниками электрического тока. К проводникам относят металлы, вода и некоторые другие материалы. Если же свободное перемещение заряженных частиц в каком-либо материале

вообще невозможно, то его называют диэлектриком. Это пластмасса, резина и т. д. Существуют также материалы, в которых движение заряженных частиц возможно лишь при определенных условиях, т. е. иногда они являются проводниками, а иногда диэлектриками. Такие матери-

алы называют полупроводниками. К их числу относятся селен, германий, кремний.



Движение заряженных частиц в проводнике



В замкнутой электрической цепи с включенным в нее источником питания проводники оказывают определенное сопротивление движению электронов, что приводит к его нагреву. Сопротивление проводника зависит от его длины, поперечного сечения, а также от материала самого проводника и его собственной температуры. С повышением температуры сопротивление металлов увеличивается. Это всегда необходимо учитывать при выборе материала проводов. Так, среди распространенных металлов наименьшим сопротивлением обладают серебро и медь, сопротивление же алюминия почти в полтора раза выше, чем меди.

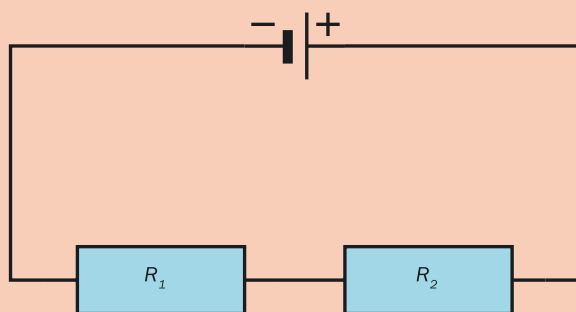
Для наглядности можно сравнить движение заряженных частиц в проводнике с течением воды в трубе: вода точно так же течет оттуда, где ее энергия больше, в сторону уменьшения энергии. С другой стороны,

если с двух концов водопроводной трубы будет одинаковое давление, то течения воды внутри трубы не будет. К тому же вода вовсе не будет течь, пока закрыт кран, т. е. давление есть, а течения нет. Таким

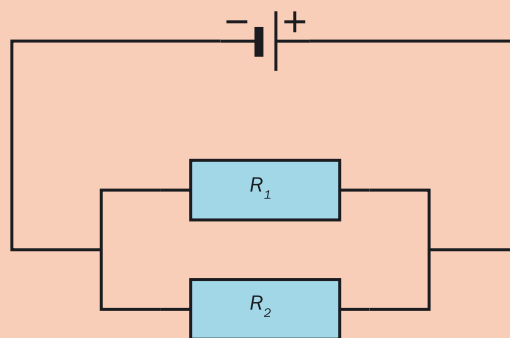
образом, напор воды можно сравнить с напряжением между двумя точками проводника. В проводнике заряженные частицы не могут преодолеть окружающую среду, которая препятствует их прохождению.

Основные характеристики электрической цепи

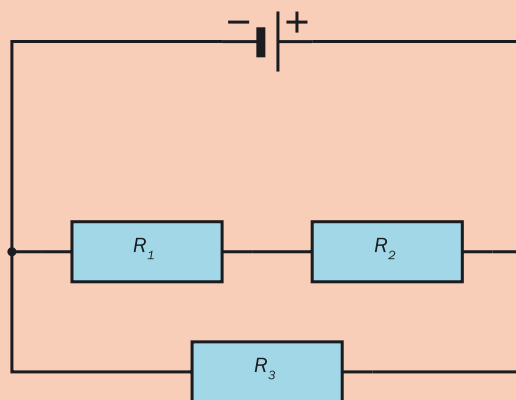
В любой электрической цепи основными характеристиками являются сила тока, напряжение и сопротивление. Сила тока, или просто ток, измеряется в амперах и обозначается буквой I . Напряжение, образовавшееся в источнике питания, измеряется в вольтах и обозначается буквой U . Сопротивление же измеряется в омах и обозначается символом R . По закону Ома эти показатели — ток I , напряжение U и сопротивление R — связаны соотношением: $I = U/R$.



Последовательное соединение



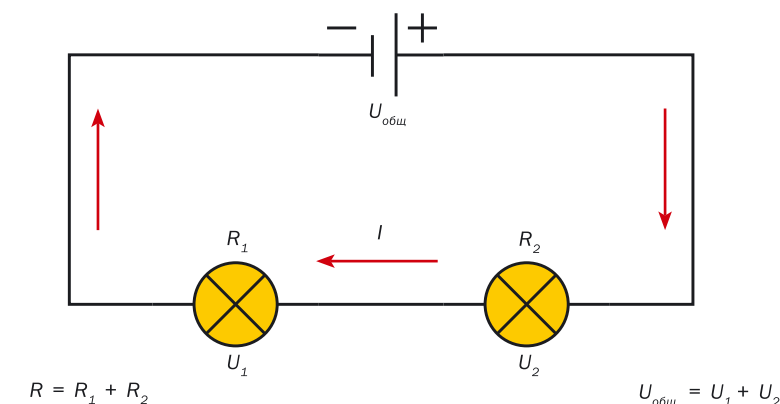
Параллельное соединение



Смешанное соединение

Закономерности, следующие из различных способов соединения элементов в электрической цепи, были сформулированы Омом и Кихгофом, они часто используются для расчета этих цепей. Так, все потребители в цепи могут быть соединены друг с другом последовательно, параллельно и комбинированно.

Если потребители соединены последовательно, то увеличение их числа повышает общее сопротивление цепи. Следова-



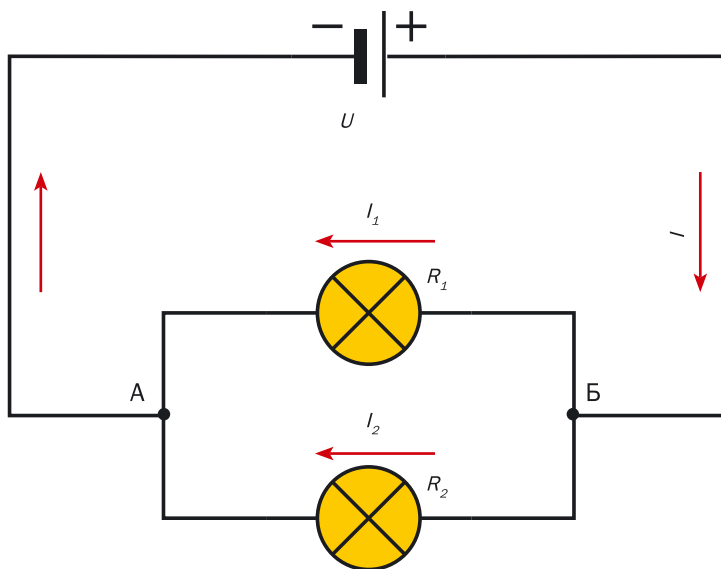
тельно, общее сопротивление в такой цепи будет равно сумме сопротивлений каждого потребителя. Однако по любому

участку цепи проходит один и тот же ток, значит, на каждый из них приходится лишь часть общего напряжения.

Важно знать, что при последовательном соединении отказ одного прибора приводит к разрыву цепи. Если, например, несколько лампочек соединить последовательно, то при выходе из строя одной из них цепь разорвется и все оставшиеся лампочки не будут работать. Обычно так случается в елочных гирляндах, где лампочки чаще всего соединены последовательно. Зато в последовательную цепь можно включить много лампочек, каждая из которых рассчитана на гораздо меньшее напряжение в сети.



Если же несколько потребителей в электрической цепи присоединены к двум узлам А и Б, такое соединение называют параллельным. При этом соединении напряжение на каждом участке равно напряжению U , которое приложено к узловым точкам цепи. Из рисунка хорошо видно, что при таком соединении проводников для прохождения тока имеется несколько путей. Ток, притекая к точке разветвления А, далее направляется к двум сопротивлениям и равен сумме токов, отходящих от этой точки. Таким образом, при параллельном соединении общее сопротивление цепи уменьшается, но увеличивается ее общая проводимость, которая равна сумме проводимостей двух ветвей.



$$I_1 + I_2 = I$$

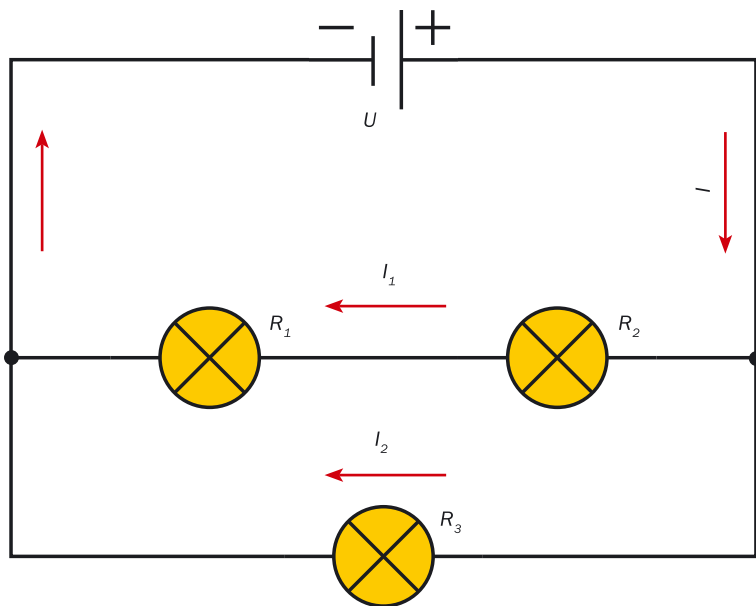
$$U = U_1 = U_2$$

$$1/R_1 + 1/R_2 = 1/R_{\text{общ}}$$

При данном соединении потребители могут работать независимо друг от друга, и если один из них выходит из строя, то это

никак не сказывается на работе другого. Например, если одна лампочка перегорит, то другая будет работать, т. е. цепь не разрывается.

На практике мы имеем дело с приборами, включенными в цепь как параллельно, так и последовательно. Эти электрические цепи называются комбинированными или смешанными. Например, лампочки или розетки включаются в цепь всегда параллельно, чтобы не влиять друг на друга. А выключатели или приборы защиты всегда подсоединяются последовательно, т. к. они служат именно для разрыва цепи. Бытовые электрические приборы, которые включаются в нашу домашнюю сеть, потребляют токи от десятых ампера до нескольких ампер. При постоянном напряжении сила тока обратно пропорциональна величине сопротивления цепи. А сопротивления отдельных потребителей сильно отличаются друг от друга. Например, сопротивление электрических нагревательных приборов, микроволновок, холодильников, стиральных машин составляет всего несколько десятков ом,



$$R_{1,2} = R_1 + R_2$$

$$R_{\text{общ.}} = R_{1,2} \times R_3 / R_{1,2} + R_3$$

$$I = I_1 = I_2$$

а осветительных ламп накаливания в бытовых целях — несколько сотен ом.

Когда по цепи течет ток, за некоторое время по ней пройдет некоторое количество электричества и выполнится определенная работа. Эта работа, произведенная за единицу времени, называется мощностью. Она измеряется в ваттах и обозначается буквой P . Кроме ватта,

применяются и более крупные единицы мощности — киловатты и мегаватты. Электрическая мощность измеряется специальным прибором — ваттметром. А определить мощность можно, умножив ток на напряжение. Соотношение между током, напряжением и мощностью можно представить в виде формулы: $P = IU$.

Так, например, мощность, потребляемая в цепи с током в 3 А и напряжением в 120 В, будет равна:

$$3 \times 120 = 360 \text{ Вт.}$$

А если мощность умножить на время, то получим работу, т. е. количество затраченной энергии. Например, энергия, расходуемая электрическим миксером мощностью 600 Вт в течение 2 ч, будет равна:

$$A = P \times t = 600 \times 2 = 1\,200 \text{ Втч} = 1,2 \text{ кВтч.}$$

Характеристики электрического тока измеряют при помощи различных приборов. Так, для измерения силы тока используются амперметры, напряжения — вольтметры, электрического сопротивления — омметры, мощности — ваттметры. Количество потребляемой электрической энергии измеряется специальным счетчиком.

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



Электрические приборы, изделия и материалы

- **Электротехнические изделия**
- **Шнуры, провода и кабели**
- **Электромонтажные изделия и материалы**
- **Электроустановочные устройства**
- **Осветительные приборы**
- **Коды защиты IP**

Электротехнические изделия

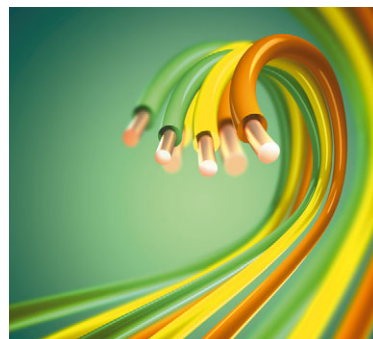
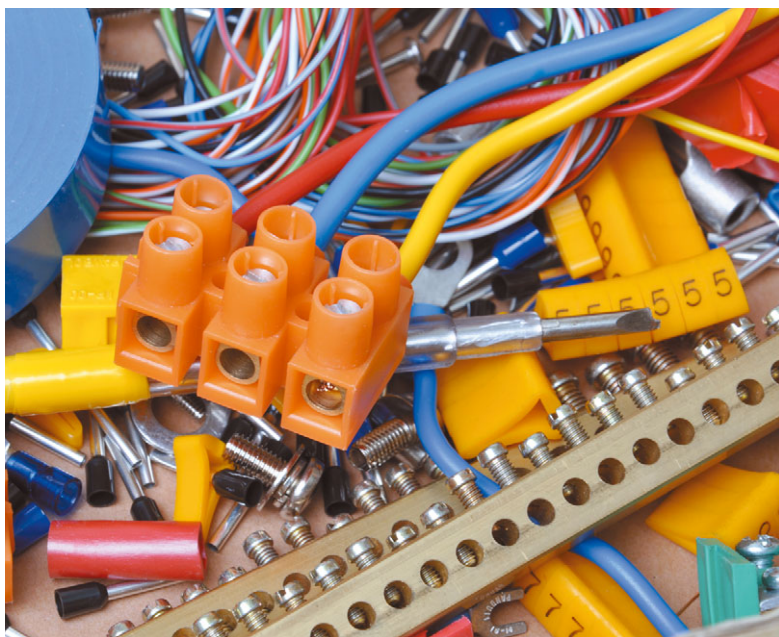
Для устройства надежной и долговечной домашней сети требуется множество различных электротехнических изделий и материалов. Важнейшие элементы каждой электрической сети — кабели и провода разного типа и сечения, которые передают электрическую энергию из одной точки в другую. Провода, нуждающиеся в дополнительной надежной защите, помещаются в металлические и пластиковые рукава. Кроме того, для монтажа проводки требуются крепежные изделия, коробки различного назначения и многое другое. Для подключения к электрической сети различных приборов и управления ими используется широкая

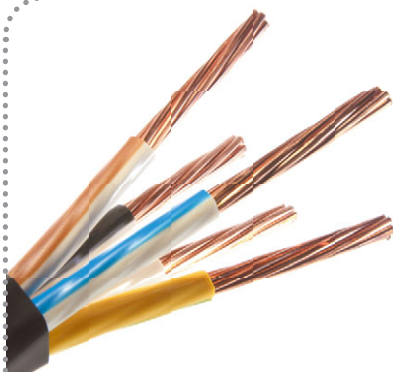


группа электроустановочных изделий: выключатели, розетки, регуляторы, датчики и т. д. А для защиты домашней сети от «плохого» электричества применяется специальные устройства, которые отключают подачу электричества при аварийных ситуациях, тем самым обеспечивая безопасность людей.

Шнуры, провода и кабели

Обязательная часть любой электрической цепи — шнуры, провода и кабели. Они соединяют между собой все необходимые устройства и приборы. Промышленностью изготавливаются десятки тысяч видов изделий, которые имеют общее название — кабельные изделия. Шнуры, провода и кабели — очень важная часть электрической цепи, они имеют свои конструктивные особенности, которые определены Правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

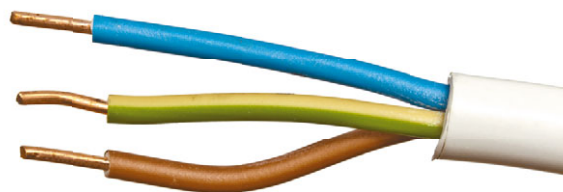




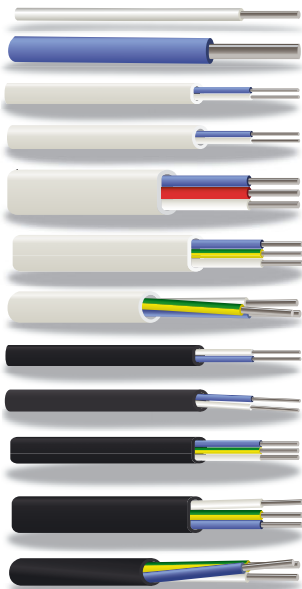
Металлический проводник, или жила, по которому протекает ток, — основа любого кабельного изделия. Для обычной проводки изготавливаются жилы из меди или алюминия. Жилы могут быть как

однопроволочными, так и многопроволочными — скрученными в жгут. От качества проволок в жиле зависит гибкость кабеля или провода.

Жесткий кабель с однопроволочными жилами чаще всего используется для стационарной проводки, а гибкий — для подключения «подвижных» механизмов или электроприборов. По эксплуатационным характеристикам они практически равнозначны. Однако следует учитывать, что гибкий кабель стоит дороже,



причем его соединительные концы при монтаже требуют обязательной пропайки или обжатия специальными наконечниками. Такой кабель предпочтительнее для подключения осветительного оборудования, поскольку осветительные приборы меняются достаточно часто.



Алюминий — легкий, химически стойкий и относительно дешевый материал, который обладает хорошей электропроводимостью и теплопередачей. Но следует учитывать, что жила из алюминия обладает недостаточной гибкостью и механической прочностью. Кроме того, алюминий быстро окисляется на воздухе, образуя оксид алюминия — тугоплавкую пленку темно-серого цвета, которая является диэлектриком. Использо-

вание проводов из алюминия приводит к значительному увеличению электрического сопротивления в соединениях и, как следствие, их перегреву. А вот медная жила обладает хорошей гибкостью и механической прочностью, к тому же ее проводимость почти в полтора раза выше, чем у алюминия. Поэтому, несмотря на больший вес и высокую стоимость, предпочтение все же следует отдавать медным проводам.

Главным параметром жилы является площадь ее сечения. Именно она определяет способность проводника передавать определенное количество электрической энергии в течение длительного времени. Площадь

сечения жилы проводника является основной характеристикой, которая используется при расчете электрической сети. Она измеряется в миллиметрах квадратных и всегда указывается в маркировке провода.





Площадь сечения жилы всегда можно определить самостоятельно. Для этого штангенциркулем следует измерить диаметр жилы, а затем вычислить ее площадь по формуле:

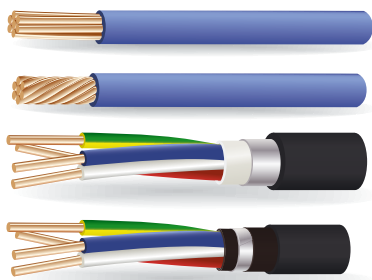
$$S = 0,785d^2,$$

где d — диаметр жилы.

А для определения диаметра многопроволочной жилы нужно намотать 10–15 витков очищенной от изоляции жилы, например на карандаш, плотно их сжать и измерить длину спирали обычной линейкой. Диаметр данной жилы будет равен этой длине, разделенной на количество витков.

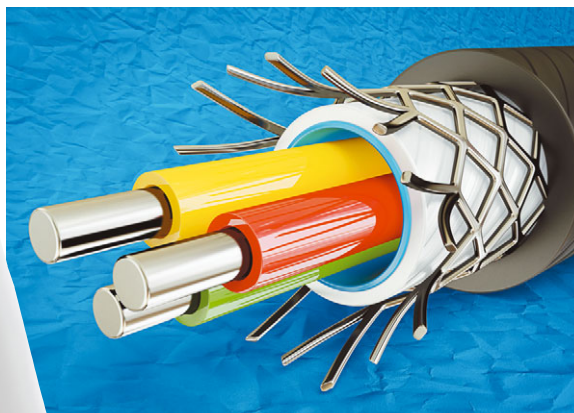
Шнур — это две или более изолированные многопроволочные гибкие жилы сечением до $1,5 \text{ мм}^2$, которые могут быть скручены или уложенные параллельно. В зависимости от условий эксплуатации жилы могут быть защищены неметаллическими оболочками. Шнуры используются в основном для подключения к сети электрических приборов, изготовления переносных устройств.

Провод — это одна неизолированная или одна или несколько изолированных жил, заключенных в общую неметаллическую оболочку.



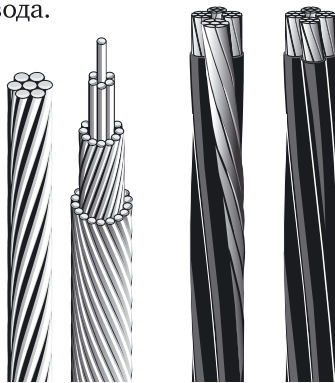
Кабель — одна или несколько изолированных жил или проводников, заключенных чаще всего в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в за-

висимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься еще и соответствующий защитный покров, в который может входить броня.

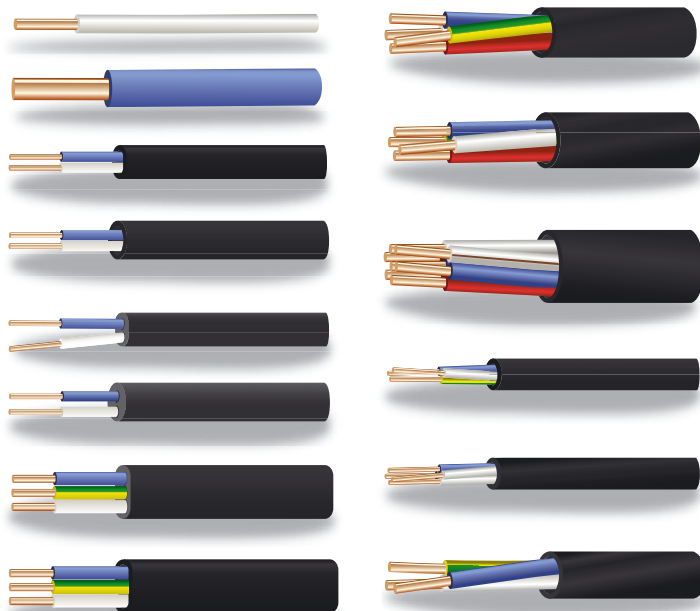


Между терминами «провод» и «кабель» нет четкого разграничения. На практике определение «провод» или «кабель» изделию присваивается ГОСТом или ТУ на выпуск конкретной марки. Поэтому далее для всех этих изделий будет использоваться термин «провод», если не предусмотрены какие-то особые условия их применения с указанием конкретного типа проводника.

При устройстве наружных линий электропередач используются как неизолированные, так и изолированные многожильные алюминиевые провода.



Когда же монтируют внутреннюю проводку, то применяют провода с разными типами изоляции. Такие провода могут иметь пластмассовую или резиновую изоляцию, а также защитную оболочку. Изготавливают их с одной или несколькими алюминиевыми или медными жилами. Токосоводящие жилы проводов имеют стандартные сечения (мм²):

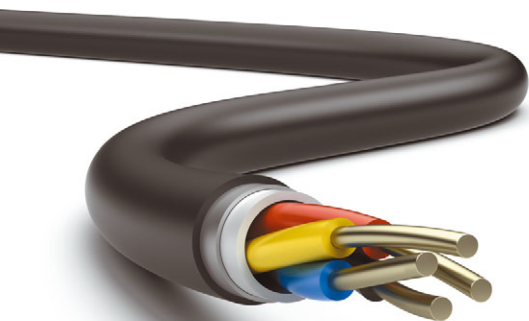


0,35; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16,0. Номинальное рабочее напряжение для проводов устанавливается от 12 до 3000 В.

Для межприборных соединений, например в распределительном щите, применяют одножильные монтажные провода с изоляцией из поливинилхлорида или полиэтилена. Такие провода имеют многопроволочные жилы с повышенной гибкостью. Луженные жилы при монтаже проводов легко соединяются пайкой.

Для межприборных соединений, например в распределительном щите, применяют одножильные монтажные провода с изоляцией из поливинилхлорида или полиэтилена. Такие провода имеют многопроволочные жилы с повышенной гибкостью. Луженные жилы при монтаже проводов легко соединяются пайкой.



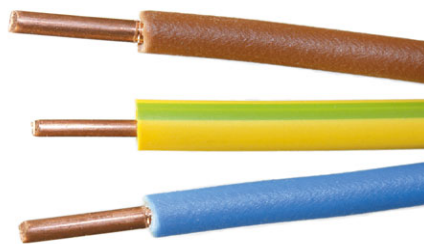


Следует учитывать, что в проводах с тремя и более изолированными жилами часто жилу защитного заземления,

которая имеет желто-зеленую изоляцию, делают несколько меньшего сечения, а все потому, что она испытывает меньшую нагрузку и работает лишь в исключительных случаях. Именно по этой причине желто-зеленую жилу всегда нужно использовать лишь для защитного заземления.

У изолированного провода каждая токопроводящая жила заключена в оболочку из резины, полиэтилена или

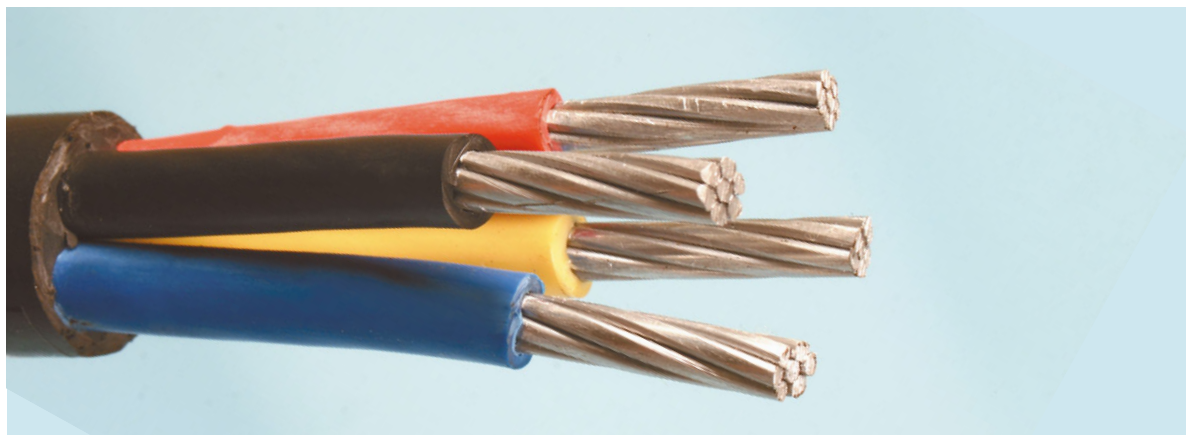
поливинилхлорида. Изоляция выполняет здесь важнейшую функцию — она препятствует соприкосновению жил друг с другом и защищает человека от поражения электрическим током.



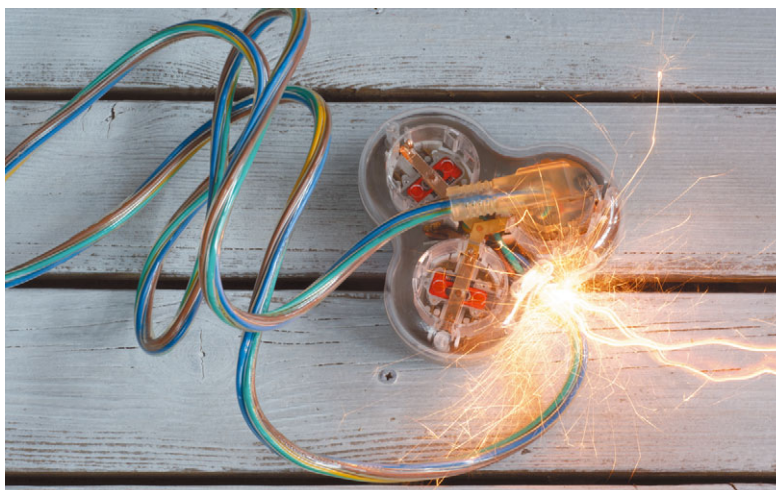
Важными характеристиками изоляции являются термостойкость, морозостойкость, механическая прочность и пожаробезопасность. Но основная характеристика материала изоляции — его электрическая прочность.

Защищенные провода поверх изолированных жил покрывают дополнительно еще одной защитной оболочкой из полимерных материалов, резины или металла.

Электрическая прочность изоляции кабелей — это способность изоляции выдерживать рабочее напряжение в течение определенного времени. Рабочим напряжением называют наибольшее напряжение сети, при котором провод, кабель, шнур могут эксплуатироваться длительное время. Значение рабочего напряжения провода обязательно должно быть отражено в его маркировке. Изоляция кабеля должна иметь такую электрическую прочность, которая исключает возможность электрического пробоя при напряжении, на которое рассчитан кабель. 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.



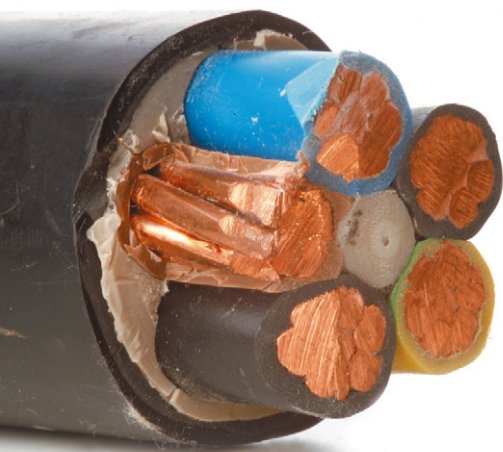
Существует два основных вида пробоя: электрический и тепловой. Электрическим пробоем называют пробой изоляции в наиболее ослабленном месте. Он происходит практически мгновенно и обычно связан со скачком напряжения в сети или местным разрушением изоляции кабелей.



Тепловой пробой изоляции проводов происходит в случае перегрева проводника, вызванного перегрузкой в сети, что приводит к оплавлению и разрушению изоляции. Этот вид пробоя развивается постепенно

и происходит, как правило, на участках с повышенным сопротивлением — в местах соединений. Кроме того, развитию теплового пробоя может способствовать повышенная температура окружающей среды.

Иногда в проводе пространство между изоляцией и защитной оболочкой заполняют негорючей массой. Делается это для того, чтобы обеспечить дополнительную защиту от возгорания.



Резиновая изоляция изготавливается на основе натуральных или синтетических каучуков. Резиновые оболочки не позволяют распространяться горению, обладают высокой стойкостью к ударным, крутящим и растягивающим нагрузкам. В зависимости от химического состава резиновая изоляция может обладать различными электрофизическими свойствами: например,

длительной устойчивостью к воздействию температур в достаточно широком диапазоне (от -60°C до $+200^{\circ}\text{C}$). Однако следует учитывать, что в процессе эксплуатации с течением времени свойства резин ухудшаются, т. е. происходит ее старение.

