

Вячеслав Петров

ЭЛЕКТРИКА

ОТ ЛАМПОЧКИ ДО ЩИТКА



РЕАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Москва
Издательство АСТ

УДК 621.3
ББК 31.280
М52

Мерников, Андрей Геннадьевич.

М52 Электрика. От лампочки до щитка. Реальный ремонт своими руками / А. Г. Мерников. — Москва : Издательство АСТ, 2026. — 256 с. : ил. — (Реальный ремонт).

ISBN 978-5-17-187747-7.

Перед вами практическое руководство по бытовому электромонтажу и ремонту электрооборудования, созданное специально для начинающих домашних мастеров. Книга выстроена по принципу последовательного перехода от теории к повседневным практическим задачам. Издание подробно знакомит читателя с необходимым арсеналом современного электрика — от базового ручного изолированного инструмента и измерительных приборов до специализированного электроинструмента. Отдельные разделы посвящены детальному разбору кабельно-проводниковой продукции и электромонтажных изделий, методикам расчета сечения жил в зависимости от нагрузки, а также стандартам цветовой маркировки, правилам выполнения скрытой и открытой проводки, монтажа распределительных коробок, сборки и установки электрических щитков, а также подключения автоматов защиты, УЗО и дифавтоматов. Подробно рассмотрены специфика прокладки линий для мощной бытовой техники, организация систем заземления и уравнивания потенциалов, поиск и устранение скрытых неисправностей, а также современные решения для умного дома и энергосбережения. Особое внимание уделено правилам электробезопасности, использованию средств индивидуальной защиты и четким алгоритмам оказания первой помощи при электротравмах. Книга написана доступным языком, материал подкреплён наглядными таблицами, схемами и пошаговыми инструкциями, что делает издание незаменимым настольным пособием для каждого уважающего себя домашнего мастера, который способен своими руками обеспечить безопасность и исправность электросети в собственном жилище.

**УДК 621.3
ББК 31.280**

ISBN 978-5-17-187747-7

© Оформление, иллюстрации. ООО «Интеджер», 2026
© ООО «Издательство АСТ», 2026

Введение: о чем эта книга и для кого она написана

Данное издание — ваш надежный проводник в мир домашней электрики. Книга написана для всех, кто хочет самостоятельно разобраться в устройстве электросети своего дома, научиться выполнять несложный ремонт, подключать бытовую технику и обеспечивать безопасность своей семьи. Вам не потребуется специальное образование, чтобы понять материал — достаточно желания и внимательности, так как книга написана доступным языком. Она будет полезна как начинающим домашним мастерам, так и тем, кто уже имеет некоторый опыт, но хочет систематизировать свои знания. Здесь вы найдете ответы на самые распространенные вопросы: от замены розетки до сборки распределительного щитка. Особое внимание уделено современным технологиям и материалам, которые делают электромонтажные работы проще и безопаснее.

Не следует забывать о том, что взаимодействие с электричеством всегда сопряжено с риском. Неправильные действия могут привести к поражению электрическим током, короткому

замыканию, пожару и выходу из строя дорогостоящей техники. Поэтому в этой книге вопросам безопасности уделено первостепенное внимание. Вы узнаете, как правильно отключать напряжение, пользоваться измерительными приборами, выбирать средства индивидуальной защиты и оказывать первую помощь при поражении током. Книга состоит из нескольких логических частей, которые последовательно проведут вас от теории к практике. Она построена таким образом, чтобы вы могли по мере прочтения постепенно углублять свои знания и совершенствовать навыки. Издание станет вашим верным спутником и поможет сделать ваш дом светлее, уютнее и безопаснее.

Удачи в освоении мира домашней электрики!

Помните, что пренебрежение правилами безопасности недопустимо. Даже самая простая операция, такая как замена лампочки, требует внимательности и соблюдения элементарных мер предосторожности.



ОСНОВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ

Что такое электричество: просто о сложном

Электричество мы используем каждый день, не задумываясь о том, как оно работает. Мы включаем свет, заряжаем телефоны, смотрим телевизор, и все это благодаря невидимому, но мощному физическому явлению. Но что же такое электричество на самом деле? Если отбросить сложные научные термины, электричество можно представить как направленное движение мельчайших частиц, называемых электронами. Эти частицы настолько малы, что их невозможно увидеть невооруженным глазом, но их коллективное движение создает энергию, которая питает наши дома и даже целые города.

Базовые электрические величины

.....

Чтобы уверенно разбираться в устройстве бытовой электрики, важно опираться на четыре фундаментальных понятия: ток, напряжение, сопротивление и мощность. Эти величины описывают разные стороны поведения электрической энергии и всегда действуют совместно — изменение одной неизбежно влияет на остальные. Они образуют базовый язык, на котором «говорит» любая электрическая

система: от розетки и удлинителя до распределительного щита. Давайте рассмотрим каждое из понятий подробнее и покажем, как они проявляются в реальных бытовых ситуациях.

Ток: поток электрических зарядов

Как мы уже упоминали, электрический ток — это направленное движение заряженных частиц, в данном случае электронов, по проводнику. Сила тока (обозначается заглавной латинской буквой I) измеряется

в амперах (А) и показывает, какой электрический заряд проходит через поперечное сечение проводника за единицу времени. Чем больше ампер, тем больше электронов движется по проводу и тем сильнее ток. Это можно сравнить с потоком воды: широкая и полноводная река переносит больше воды, чем узкий ручей. Аналогично проводник большего сечения способен безопасно проводить более сильный ток, чем тонкий провод. Например, через обычную светодиодную лампочку проходит ток порядка 0,02 А, в то время как электрический чайник потребляет ток около 10 А. Разница в сотни раз отражает различие в мощности приборов и количестве проходящего через них электрического заряда.

Напряжение: сила, толкающая электроны

Чтобы электроны начали двигаться и создали ток, нужна какая-то сила, которая будет их толкать. Эта «электрическая» сила называется напряжением, или разностью потенциалов. Напряжение (обозначается заглавной латинской буквой V) измеряется в вольтах (В). Чем выше напряжение, тем с большей силой источник энергии (например, розетка или батарейка) толкает электроны по проводам. В нашей аналогии с рекой напряжение можно сравнить с перепадом

высот между истоком и устьем. Если река течет с высокой горы, вода в ней будет двигаться быстро и с большой силой. Если же река течет по равнине с небольшим уклоном, то и течение будет медленным и спокойным. Точно так же высокое напряжение заставляет электроны двигаться с большей энергией. Например, обычная пальчиковая батарейка имеет напряжение 1,5 В, в то время как в бытовой розетке напряжение составляет 220 В. Это означает, что розетка «толкает» электроны почти в 150 раз сильнее, чем батарейка.

Сопротивление: препятствие на пути тока

На пути движения электронов всегда возникают препятствия. Атомы вещества, из которого сделан проводник, мешают электронам свободно двигаться, заставляя их сталкиваться и терять энергию. Это свойство материалов препятствовать прохождению электрического тока называется сопротивлением. Сопротивление (обозначается заглавной латинской буквой R) измеряется в омах (Ом).

Разные материалы имеют разное сопротивление. Металлы, такие как медь и алюминий, обладают низким сопротивлением, поэтому их и используют для изготовления проводов. Такие материалы называют проводниками. Материалы с очень

высоким сопротивлением, такие как резина, пластик или стекло, практически не проводят электрический ток. Их называют изоляторами и используют для защиты от поражения током. Например, ручки инструментов для электриков всегда делают из изоляционных материалов.

В аналогии с рекой сопротивление можно представить как сужение русла, пороги или завалы из камней. Все эти препятствия мешают воде свободно течь и замедляют ее движение. Чем больше препятствий, тем труднее воде их преодолевать. Точно так же, чем выше сопротивление провода, тем труднее току через него проходить. Часть электрической энергии при этом превращается в тепло. Именно поэтому электроприборы, особенно мощные, нагреваются во время работы.

Мощность: темп преобразования энергии

Электрическая мощность (обозначается заглавной латинской буквой P) — это количество энергии, которое устройство преобразует или потребляет за единицу времени. Она показывает, насколько интенсивно электрическая энергия превращается в свет, тепло, движение или другой вид энергии. Мощность измеряется в ваттах (Вт). Чем выше мощность прибора, тем больше электрической энергии он потребляет за единицу времени и тем

больше работы выполняет. Электрическая мощность определяется током и напряжением и пропорциональна их произведению. В простейшем случае, характерном для большинства бытовых приборов, мощность вычисляют по формуле $P = U \times I$.

Например, 100-ваттная лампочка светит ярче, чем 40-ваттная, потому что она преобразует в 2,5 раза больше электрической энергии в световую за ту же единицу времени. Поэтому электрический чайник мощностью 2200 Вт (2,2 кВт) вскипятит воду гораздо быстрее, чем чайник мощностью 1000 Вт (1 кВт), ведь он с большей скоростью превращает электрическую энергию в тепловую.

Закон Ома для домашнего мастера

.....

Теперь, когда мы познакомились с базовыми электрическими величинами, мы можем перейти к одному из фундаментальных законов электротехники — закону Ома. Этот закон устанавливает простую, но чрезвычайно важную взаимосвязь между силой тока, напряжением и сопротивлением. Для любого домашнего мастера понимание этого закона является ключом к безопасной и грамотной работе с электричеством.

Закон Ома гласит: сила тока в участке цепи прямо пропорциональна на-

пряжению на этом участке и обратно пропорциональна его сопротивлению. Звучит немного научно, но на самом деле все очень просто. Давайте разберем эту формулировку по частям.

«Прямо пропорциональна напряжению» означает, что если мы увеличим напряжение (силу, толкающую электроны), то и сила тока (поток электронов) тоже увеличится. Если напряжение уменьшить, то и ток станет слабее. Это логично: чем сильнее мы толкаем, тем быстрее движется то, что мы толкаем.

«Обратно пропорциональна сопротивлению» означает, что если

мы увеличим сопротивление (препятствия на пути электронов), то сила тока уменьшится. А если сопротивление уменьшить, то сила тока возрастет. Это тоже интуитивно понятно: чем больше препятствий на пути, тем сложнее двигаться.

Математически закон Ома выражается формулой:

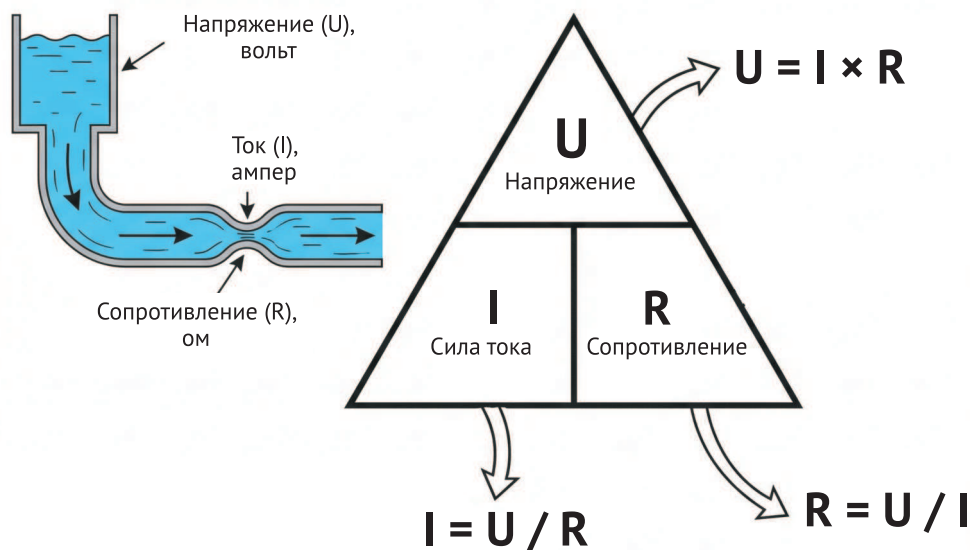
$$I = U / R$$

где:

I — сила тока в амперах (А)

U — напряжение в вольтах (В)

R — сопротивление в омах (Ом)



Закон Ома

Когда известна основная зависимость между током, напряжением и сопротивлением, из нее легко получить и другие формы записи закона Ома. Если требуется определить напряжение, выражаем его из той же формулы:

$$U = I \times R$$

А если нужно найти сопротивление, то, наоборот, делим напряжение на силу тока:

$$R = U / I$$

Таким образом, одна и та же физическая связь может быть записана в разных видах — в зависимости от того, какая величина является искомой.

Давайте вернемся к нашей аналогии с рекой. Представьте, что вы хотите, чтобы через определенный участок русла (сопротивление) проходило больше воды (ток). Что вы можете сделать? Согласно закону Ома, у вас есть два пути: либо увеличить уклон, то есть перепад высот (напряжение), либо расчистить русло от камней и сужений (уменьшить сопротивление).

Практическое применение закона Ома

Зачем домашнему мастеру нужно знать этот закон? Дело в том, что он позволяет рассчитывать параметры электрической цепи и правильно

подбирать материалы и комплектующие. Например, вы хотите подключить светодиод к источнику питания. Светодиоды очень чувствительны к силе тока: если она будет слишком большой, они мгновенно сгорят.

Допустим, у вас есть светодиод с рабочим напряжением 2 В и максимальным током 0,02 А. А источник питания у вас — это батарейка на 9 В. Если вы подключите светодиод напрямую, он сгорит, так как напряжение слишком велико. Чтобы ограничить ток, нужно добавить в цепь дополнительное сопротивление — резистор. Какого номинала должен быть этот резистор? Здесь нам и поможет закон Ома.

Шаг 1. Сначала найдем, какое напряжение должен «погасить» на себе резистор. От напряжения источника питания отнимем рабочее напряжение светодиода: $9 \text{ В} - 2 \text{ В} = 7 \text{ В}$.

Шаг 2. Теперь мы знаем «лишнее» напряжение, которое должно быть «потеряно» на резисторе (7 В) и знаем, какой ток должен протекать через всю цепь (0,02 А). Значит мы можем найти требуемое сопротивление резистора по формуле $R = U / I$. И оно равно $7 \text{ В} / 0,02 \text{ А} = 350 \text{ Ом}$.

Таким образом, чтобы светодиод работал в нормальном режиме и не сгорел, нам нужен резистор с сопротивлением 350 Ом. На практике выбирают ближайший стандартный номинал, например, 360 Ом.

Этот простой пример показывает, как закон Ома помогает от абстрактной теории перейти к реальной практике. Он также помогает понять, почему нельзя включать в одну розетку слишком много мощных приборов. Каждый подключенный прибор уменьшает общее сопротивление цепи. Согласно закону Ома, при неизменном напряжении (220 В в розетке) уменьшение сопротивления ведет к увеличению общей силы тока. Если ток превысит допустимое значение для вашей проводки, провода начнут сильно нагреваться, что может привести к оплавлению изоляции и пожару. К счастью, для защиты от таких ситуаций существуют автоматические выключатели, которые разрывают цепь при перегрузке.

Уже известную нам формулу мощности ($P = U \times I$) можно связать с законом Ома. Если подставить в нее выражение для напряжения ($U = I \times R$), то получим:

$$P = (I \times R) \times I = I^2 \times R$$

Эта формула особенно важна для понимания принципа нагрева проводников. Она показывает, что выделяемая в проводнике тепловая мощность пропорциональна квадрату тока. Поэтому даже небольшое превышение допустимого тока приводит к резкому росту нагрева — именно это делает электрические перегрузки опасными.

Переменный и постоянный ток: в чем разница

.....

В мире электричества существуют два основных «языка», на которых оно «говорит» — это постоянный и переменный ток. Хотя оба представляют собой движение электронов, способ их движения кардинально отличается. Понимание этой разницы очень важно, так как от типа тока зависит, как работают электроприборы и как передается энергия на большие расстояния.

Постоянный ток

Это электрический ток, который всегда течет только в одном направлении. Электроны в проводнике с постоянным током движутся упорядоченно, подобно автомобилям на односторонней дороге — от отрицательного полюса источника питания к положительному. Напряжение в цепи постоянного тока также постоянно и не меняет своей полярности.

Где мы встречаемся с постоянным током? В первую очередь это всевозможные батарейки, аккумуляторы, блоки питания для ноутбуков и зарядные устройства для телефонов. Вся портативная электроника — смартфоны, планшеты, ноутбуки, фонарики — работает на постоянном токе.

Электросистема автомобиля также использует постоянный ток напряжением 12 В или 24 В.

Основное преимущество постоянного тока — его предсказуемость и стабильность. Он идеально подходит для питания чувствительной электроники, такой как микросхемы и процессоры, которые требуют стабильного напряжения для корректной работы. Однако у постоянного тока есть существенный недостаток: его очень трудно и неэффективно передавать на большие расстояния. Передача постоянного тока по длинным проводам сопровождается заметными тепловыми потерями в этих проводах. Сократить их можно лишь за счет использования очень толстых и дорогих кабелей.

Переменный ток

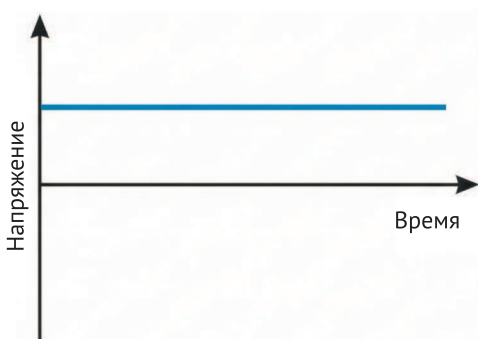
Это электрический ток, который периодически меняет свое направление и величину. Электроны в проводнике с переменным током не движутся постоянно в одну сторону, а совершают колебательные движения взад-вперед. Они как бы «раскачиваются» на одном месте, передавая энергию друг другу. В бытовых электросетях Российской Федерации и многих стран Европы ток меняет свое направление 50 раз в секунду. Эта величина называется частотой и измеряется в герцах (Гц). Таким образом, в наших розетках течет переменный ток с частотой 50 Гц.

Напряжение в цепи переменного тока также постоянно меняется, следуя синусоидальному закону: оно плавно нарастает до своего максимального значения (например, +220 В), затем падает до нуля, уходит в отрицательную область (до -220 В) и снова возвращается к нулю. И так 50 раз в секунду. Те 220 В, о которых мы говорим, — это не максимальное, а действующее, или эффективное, значение напряжения. Это такое напряжение постоянного тока, которое произвело бы ту же работу (например, выделило бы то же количество тепла), что и данный переменный ток.

Именно переменный ток течет в наших розетках и питает большинство бытовых приборов: холодильники, стиральные машины, телевизоры, лампы накаливания. Почему же для электроснабжения домов и предприятий был выбран именно он? Главная причина — его можно легко трансформировать. С помощью устройства под названием трансформатор можно с минимальными потерями повышать или понижать напряжение переменного тока. Это свойство имеет решающее значение для передачи электроэнергии на большие расстояния (см. Таблицу 1.1). На электростанциях вырабатывается ток с относительно низким напряжением. Затем с помощью повышающих трансформаторов напряжение увеличивают до сотен тысяч вольт. При таком высоком напряжении,

Таблица 1.1.
Сравнительные характеристики постоянного и переменного тока

Характеристика	Постоянный ток	Переменный ток
Направление потока электронов	Всегда в одном направлении	Постоянно меняется (колеблется)
Источник	Батарейки, аккумуляторы, солнечные панели	Электродвигатели на электростанциях, бытовая розетка
Применение	Портативная электроника, автомобили	Бытовые приборы, промышленность, передача энергии
Передача на расстояние	Неэффективна, большие потери	Эффективна благодаря трансформации
Трансформация напряжения	Сложная и неэффективная	Легкая и эффективная с помощью трансформаторов



Батарейка Автомобильный аккумулятор Солнечная панель

Постоянный ток



220 V Передача на большие расстояния

Переменный ток

согласно закону Ома, для передачи той же мощности требуется гораздо меньший ток. А как мы помним, потери на нагрев проводов пропорциональны квадрату силы тока. Таким образом, передача энергии при высоком напряжении позволяет минимизировать потери. Перед подачей потребителю (в наши дома) напряжение с помощью понижающих трансформаторов снова опускают до 220 В.

Стоит отметить, что многие современные приборы, хотя и включают-ся в розетку с переменным током, внутри себя содержат блок питания, который преобразует переменный ток в постоянный. Например, ваш компьютер, телевизор или зарядное устройство для телефона — все они для работы своих внутренних схем нуждаются в постоянном токе низкого напряжения. Блок питания как раз и выполняет эту задачу: он понижает напряжение с 220 В и «выпрямляет» переменный ток, превращая его в постоянный.

Однофазная и трехфазная сеть

.....

Когда мы говорим о переменном токе в быту, мы чаще всего имеем дело с однофазной сетью. Однако вы наверняка слышали и о трехфазной сети, особенно в контексте промышленных предприятий, частных домов

или мощного оборудования. Давайте разберемся, что это такое и в чем их принципиальное отличие.

Однофазная сеть

Это самый распространенный тип подключения для квартир и небольших офисов. В такой сети к потребителю подходят два провода. Один из них называется фазным, или просто «фаза» (обозначается заглавной латинской буквой L), а второй — нулевым, или «ноль» (обозначается заглавной латинской буквой N). Чаще всего есть еще и третий провод — защитное заземление (обозначается заглавными латинскими буквами PE), который служит для обеспечения безопасности, но в передаче энергии не участвует.

Между фазным и нулевым проводом создается то самое напряжение переменного тока в 220 В, которое подается в электрические розетки наших домов и квартир. По фазному проводу ток как бы «приходит» к электроприбору, а по нулевому — «уходит» обратно к источнику. Поскольку ток переменный, слова «приходит» и «уходит» условны, так как направление движения постоянно меняется. Нулевой провод, как правило, на подстанции заземляется, поэтому напряжение на нем близко к нулю относительно земли.

Мощности однофазной сети вполне достаточно для питания большинства бытовых приборов: освещения, теле-

визора, компьютера, холодильника, микроволновой печи. Как правило, на одну квартиру выделяется мощность от 3 до 15 кВт, чего в большинстве случаев хватает для комфортной жизни. Однако при одновременном включении нескольких мощных потребителей (например, электрической плиты, бойлера и стиральной машины) однофазная сеть может испытывать перегрузки.

Трехфазная сеть

Это система передачи переменного тока, в которой используются три фазных провода (L1, L2, L3) и один общий нулевой провод (N). Особенность этой системы в том, что переменный ток в каждом из трех фазных проводов сдвинут относительно других на одну треть периода. Представьте себе три одинаковые синусоиды, которые следуют друг за другом с небольшим отставанием.

Такая система имеет несколько важных преимуществ перед однофазной, что и обусловило ее широкое применение в промышленности и для электроснабжения крупных объектов (см. Таблицу 1.2).

Во-первых, при той же суммарной мощности трехфазная линия требует проводов меньшего сечения, чем три отдельные однофазные линии, что экономит медь или алюминий.

Во-вторых, трехфазный ток позволяет очень просто создавать вращающееся магнитное поле, что необходимо для работы асинхронных электродвигателей — самых распространенных и надежных двигателей, используемых в промышленности. Они приводят в движение станки, конвейеры, насосы, вентиляторы и многое другое. Трехфазный двигатель имеет более простую конструкцию, он надежнее и эффективнее однофазного двигателя той же мощности.

Таблица 1.2.
Параметры однофазной и трехфазной сети

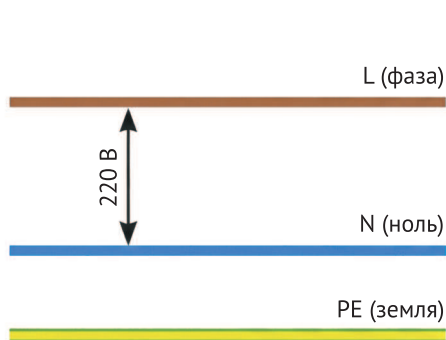
Параметр	Однофазная сеть	Трехфазная сеть
Количество проводов	2 (фаза L, ноль N) + опционально заземление PE	4 (фазы L1, L2, L3, ноль N) + опционально заземление PE
Напряжение	220 В (между фазой и нулем)	220 В (фазное) и 380 В (линейное)
Применение	Квартиры, офисы, небольшие частные дома	Промышленность, крупные здания, частные дома с мощным оборудованием
Основное преимущество	Простота и дешевизна для малых мощностей	Экономичность, возможность подключения мощных двигателей, два уровня напряжения

ВНИМАНИЕ!

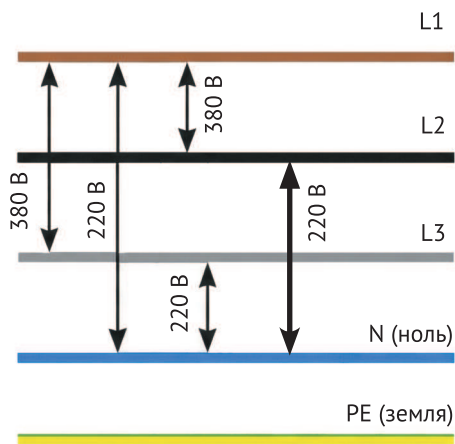
В современном частном домостроении все чаще используется именно трехфазный ввод. Это позволяет равномерно распределить нагрузку по фазам (например, розетки кухни на одной фазе, комнаты на другой, а гараж на третьей) и без проблем подключать мощное оборудование, такое как электрический котел отопления, электропечь сауны или мощный деревообрабатывающий станок.

В-третьих, трехфазная сеть позволяет получить два разных уровня напряжения. Напряжение между любым из фазных проводов и нулевым проводом называется фазным напряжением и составляет привычные нам 220 В. А вот напряжение между двумя любыми фазными проводами (например, между L1 и L2) называется линейным напряжением, и его величина составляет 380 В.

Это очень удобно. К такой сети можно подключать как обычные бытовые приборы, рассчитанные на 220 В (включая их между одной из фаз и нулем), так и мощное промышленное или бытовое оборудование (электроплиты, котлы, станки), рассчитанное на 380 В (включая его между фазами), создавая универсальную и сбалансированную систему энергоснабжения для дома и производства.



Однофазная сеть 220 В



Трехфазная сеть 380 В

Правила электробезопасности

Несмотря на все преимущества, электрический ток представляет собой серьезную, хотя и невидимую, опасность для здоровья и жизни человека. Поэтому несоблюдение элементарных правил безопасности при обращении с электроприборами и проводкой может привести к трагическим последствиям. Данная глава посвящена ключевым аспектам электробезопасности, которые должен знать каждый, кто имеет дело с электричеством в быту.

Воздействие электрического тока на человека

.....

Понимание механизмов воздействия электрического тока на человеческий организм является основой для осознанного соблюдения правил безопасности. Тяжесть поражения зависит от множества факторов, включая силу тока, напряжение, путь прохождения тока через тело, продолжительность воздействия и индивидуальные особенности организма.

ВНИМАНИЕ!

Даже бытовое напряжение 220 В при определенных условиях (мокрые руки, влажное помещение) способно создать в теле человека ток, достаточный для вызова фибрилляции сердца. Сопротивление человеческого тела не является постоянной величиной и может варьироваться от нескольких сотен Ом до десятков кОм в зависимости от состояния кожи, влажности и площади контакта.

Термическое действие тока проявляется в виде ожогов. При прохождении через ткани тела электрическая энергия преобразуется в тепловую, вызывая нагрев и повреждение. Электрические ожоги могут быть как поверхностными, затрагивающими только кожу, так и внутренними, повреждающими глубоко лежащие ткани, вплоть до костей. Характерной особенностью являются «знаки тока» — четко очерченные пятна серого или желтого цвета в местах входа и выхода тока.

Электролитическое (химическое) действие связано с разложением органических жидкостей, в том числе крови и лимфы. Этот процесс нарушает физико-химический состав тканей, что приводит к их дисфункции и некрозу.

Биологическое действие является наиболее опасным. Оно проявляется в нарушении нормального функционирования живых тканей. Проходя через нервную систему, ток вызывает непроизвольные, судорожные сокращения мышц. Особенно опасно сокращение