



**А.В. Перебаскин**

**РЕАЛЬНАЯ ПОМОЩЬ  
ДОМАШНЕМУ ЭЛЕКТРИКУ**

А.В. Перебаскин

**ВЛЕЗАЙ – НЕ УБЬЁТ!  
РЕАЛЬНАЯ ПОМОЩЬ  
ДОМАШНЕМУ ЭЛЕКТРИКУ**



Москва  
Додэка-XXI  
2008

УДК 696.6(084.121)

ББК31.294.9я9

П27

**Перебаскин А.В.**

П27

Влезай — не убьёт! Реальная помощь домашнему электрику / А.В. Перебаскин. — М.: Додэка-XXI, 2008. — 176с: ил.

ISBN 978-5-94120-217-1

Книга представляет собой пособие по устройству и монтажу бытовой электропроводки. Принятие в 2002 году 7-й редакции ПУЭ (Правила Устройства Электроустановок) стало своего рода «тихой революцией» в России. Предложенный в ней новый революционный подход всколыхнул страну. Новый подход на первый взгляд отрицает старую парадигму, хотя это не так. И чтобы разобраться в путанице, требуются достаточно глубокие знания электротехники уже не только от электриков, но и от простых граждан.

В этой книге самые странные, на первый взгляд, электротехнические правила и заумные законы становятся простыми и понятными. Были проанализированы самые животрепещущие электротехнические проблемы, встающие время от времени перед каждым из нас, и на каждую из них найдены ответы с точки зрения современной электротехнической науки. Сухой материал автор постарался сделать максимально понятным и усвояемым, разбавляя его кое-где лёгким юмором. Очень широко используется иллюстративный материал, который тоже постарались сделать на базе визуальных концепций, максимально приближенных к быту современного среднего человека.

УДК 696.6(084.121)

ББК 31.294.9я9

ISBN 978-5-94120-217-1

© Издательский дом «Додэка-XXI», 2008

© Перебаскин А.В.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Причина написания этой книги .....</b>	<b>6</b>
<b>В каких случаях можно применять советы из книги .....</b>	<b>8</b>
<b>Техника безопасности .....</b>	<b>10</b>
<b>ПРОЕКТ .....</b>	<b>12</b>
1. Что нужно знать при составлении проекта .....	12
2. Как получить разрешение на пользование электроэнергией .....	13
<b>ЗАЗЕМЛЕНИЕ .....</b>	<b>14</b>
3. Системы заземления электроустановок .....	14
4. Выбор системы заземления .....	17
5. Отличие устройства электропроводки в квартире и коттедже .....	18
6. Переход с двухпроводной на трёхпроводную систему электро- проводки .....	20
7. Как выяснить, какая у вас система заземления.....	23
В квартире.....	24
В коттедже .....	23
8. Жизнь в эпоху «отгорания нуля» .....	26
9. Дополнительная система уравнивания потенциалов .....	30
10. Подключение нулевого защитного проводника РЕ к нулевому рабочему проводнику N и проводнику ДСУП .....	32
11. Исполнение заземляющего устройства в коттедже.....	33
<b>ВВОД .....</b>	<b>37</b>
12. Особенности устройства ответвления для коттеджа.....	37
13. Особенности устройства воздушного ответвления.....	40
14. Вводное устройство для коттеджа .....	43
15. Выбор кабеля для воздушного ответвления .....	44
16. Выбор кабеля для подземного ответвления .....	46

<b>ЭЛЕКТРОПРОВОДКА</b> .....	49
17. Какие бывают виды электропроводки .....	49
18. Структура электросети для коттеджа .....	50
19. Особенности установки скрытой электропроводки .....	53
20. Геометрия прокладки скрытой проводки .....	54
21. Типовые принципиальные и монтажные схемы для освещения .....	57
22. Принципы построения электросети для коттеджа .....	66
23. Принципы построения квартирной электросети .....	68
24. Особенности электросети в санузлах и ванных комнатах .....	70
<b>РЕМОНТ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ</b> .....	72
25. Алгоритм поиска неисправностей в электропроводке.....	72
26. Ремонт осветительной проводки в потолке панельного дома.....	75
<b>ПРОВОДА И КАБЕЛИ</b> .....	79
27. Типы проводов и кабелей для домашней электросети.....	79
28. Маркировка проводов для домашней электросети .....	83
29. Выбор сечения кабеля для домашней электросети .....	85
30. Способы соединения проводников .....	87
31. Приёмы работы с многопроволочными проводниками .....	94
32. Приёмы работы с плоскими проводами .....	96
33. Об использовании алюминиевых проводов .....	97
<b>ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ КОРОБКИ</b> .....	99
34. Особенности работы с ответвительными или установочными коробками .....	99
35. Монтаж коробок в бетонные или кирпичные стены .....	105
<b>РОЗЕТКИ И ВЫКЛЮЧАТЕЛИ</b> .....	107
36. Сколько штепсельных розеток должно быть в комнате .....	107
37. Как отличить качественные розеточные механизмы .....	110
38. Подключение розеточных групп домашней силовой электросети .....	112
39. Подключение защитного нулевого проводника к розеткам, соединённым шлейфом .....	114
40. Особенности установки штепсельных розеток и выключателей .....	117
41. Рекомендуемые высоты установки розеток и выключателей ....	120
42. Ориентация выключателей и розеток.....	122
43. Установка розеток в помещениях со встроенной мебелью .....	124
44. Установки розеток и выключателей в ванных комнатах .....	126
45. «Полярность» проводов в сетевых вилках и розетках .....	127

---

<b>АВТОМАТЫ И УЗО .....</b>	<b>129</b>
46. Выбор номинального тока автоматического выключателя .....	129
47. Что означает тип автомата .....	130
48. УЗО, автоматы и дифавтоматы .....	132
49. Выбор УЗО .....	135
50. Применение УЗО в различных системах электросетей .....	138
Система TN-C-S .....	140
Система TN-S .....	140
Система TN-C .....	138
Система TT .....	141
51. Типы используемых автоматов и УЗО для домашней электросети .....	143
52. Как соблюсти селективность автоматов и УЗО .....	144
Соблюдение селективности при коротком замыкании .....	146
Соблюдение селективности при перегрузке .....	145
 <b>СЧЁТЧИКИ И ЩИТКИ .....</b>	 <b>148</b>
53. Выбор электросчётчика .....	148
54. Требования к домашнему щитку .....	149
55. Особенности монтажа домашнего щитка .....	151
56. Типовые схемы домашних щитков .....	156
 <b>Глоссарий и аббревиатуры .....</b>	 <b>162</b>
 <b>Таблицы .....</b>	 <b>167</b>

## ПРИЧИНА НАПИСАНИЯ ЭТОЙ КНИГИ

Эта книга не заменяет учебных пособий, нормативных документов и ПУЭ и не призывает к отказу от создания проекта или выполнения всех работ специалистами. Её можно представить как интерпретацию некоторых сложных моментов ПУЭ и попытку обратить на них ваше внимание. Книга должна вооружить знаниями, необходимыми для грамотной постановки задачи и для контроля её выполнения.

Данная книга — это попытка ответить, хотя бы себе, на вопрос: «А как же надо делать электропроводку?». То есть в книге я старался описывать не ту ужасную ситуацию, которую мы имеем на каждом шагу, а то, как должна была бы быть сделана электропроводка согласно всем современным правилам и здравому смыслу. Насколько это вышло, судить не мне, но я надеюсь, что книга будет интересна и полезна людям.

Необходимо понимать, что любые изменения в электропроводке требуют составления и утверждения проекта в соответствующих организациях и должны выполняться аттестованными специалистами. Даже если вам надо просто перенести розетку. Более того, для замены перегоревшей лампочки по правилам тоже нужно вызвать электрика. Так указано в «Межотраслевых правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок». Очевидно, что правила в электротехнике очень сильно расходятся с реальностью. Объяснение этому есть. Никто не хочет нести ответственность за ваши действия, особенно электротехнические чиновники. Поэтому в разное время разными людьми было составлено множество документов, которые до абсурда полностью снимают ответственность с чиновников при любом вашем вмешательстве в электроустановку здания. Всё постарались учесть наши благодетели. Полностью себя обезопасили, ратуя за нашу безопасность. Следовательно, любые ваши действия, связанные с электроустановкой здания, будут незаконными. А мои действия по написанию этой книги можно считать подстрекательством. Но мы тоже неплохо при-

способились жить в стране победившей бюрократии и даже не ощущаем никаких особых неудобств. Просто держим в голове, что для решения любых электротехнических задач нужно сделать и утвердить проект, а на практике...

На практике соответствующие проектные организации берут за свои услуги совершенно несообразные деньги, да и ещё делают проекты очень формально, кроме того, безграмотно и долго. Сколько стоит утверждение проекта, лучше даже не задумываться. А уж услуги аттестованных специалистов... Да и где они, эти специалисты? Лично я ни одного воочию не видел. Хотя слышал, что бывают. Наверное, мне просто не повезло. Типичный «специалист»-электрик сразу же узнаётся по невнятной речи с использованием в каждой фразе слов «фаза» и «ноль» и остановившемся взгляду, а если же вы плохо видите — это не беда, — вы узнаете электрика по запаху, который обычно называется характерным. Так вот, этот легко узнаваемый по запаху «специалист» за небольшие, но заметно меньшие, чем стоимость проекта с утверждением, деньги делает с вашей электропроводкой что угодно. Кому угодно, вам или ему, это неважно, главное, что всё будет выполнено максимально коряво и безграмотно. Есть ещё одна заслуживающая внимания деталь. В случае чего за всё, что наделает «специалист», будете отвечать вы и только вы, причём по всей строгости закона и без всяких поблажек. В ситуации, когда из-за вашей проводки будет нанесён кому-либо материальный или физический ущерб, вы можете избежать ответственности только в том случае, если у вас есть подписанный акт о проведении работ. Естественно, «специалист» ничего подписывать не будет, хотя, наверное, умеет. Впрочем, в последнем я не убеждён.

Подобное положение может удовлетворять только чиновников и «специалистов», а не нас с вами. Совершенно очевидно, что надо что-то менять, хотя согласно классикам революционная ситуация ещё не созрела. Верхи ещё что-то могут, а низы ещё чего-то хотят. В такой ситуации единственное, что можно делать, — это вести пропаганду среди населения. Этим мы и займёмся в этой книге.



## В КАКИХ СЛУЧАЯХ МОЖНО ПРИМЕНЯТЬ СОВЕТЫ ИЗ КНИГИ

Ещё раз повторяю, что любые изменения в электропроводке требуют составления и утверждения проекта в соответствующих организациях и должны выполняться сертифицированными специалистами. Но ничего не мешает вам при строительстве коттеджа или дачи или при заселении в новую квартиру в новом доме, используя эту книгу, самому набросать основные положения, которые вам хотелось бы видеть в проекте, и с ними уже обращаться в проектную организацию. Книга также поможет грамотно разобраться в проекте и, если надо, внести коррективы.

---

*Важно! Надо помнить, что на реконструкцию проводки при ремонте квартиры в старом многоквартирном доме накладываются значительные ограничения.*

---

Если во всём здании не делалась реконструкция электропроводки, то и вам будет невозможно сделать проект электропроводки в своей квартире, отвечающий современным требованиям (7-я редакция ПУЭ). Это касается ограничения отбираемой мощности, трёхпроводной квартирной сети, размещения стиральной машины в ванной, исполнения дополнительной системы уравнивания потенциалов (ДСУП) и т. п. Не забывайте об этом при покупке квартиры в старом жилом фонде. Может оказаться, что стиральную машину вам придётся ставить в коридоре или на кухне или нельзя будет одновременно пользоваться электрочайником и той же стиральной машиной. Возможен вариант, когда предыдущий хозяин жилья сделал незаконную модернизацию электропроводки только в

своей квартире, вы её купили, не зная этого, а потом у вас начались проблемы. Хорошо ещё только с официальными организациями, занимающимися эксплуатацией проводки в доме. Хуже, если кому-то из-за вашей проводки будет нанесён ущерб. Тут уж без суда не обойтись. Книга должна вам помочь и в этой ситуации. Используя полученные из книги знания, вы при осмотре квартиры сразу сможете определить, была ли сделана в этой квартире модернизация проводки. После чего можно будет с уверенностью задать соответствующие вопросы хозяину квартиры. И послушать, что он на них ответит.

---

***Это также может повлиять на цену квартиры!***

---

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Несмотря на то что любые изменения в электропроводке требуют составления и утверждения проекта в соответствующих организациях и должны выполняться аттестованными специалистами, на практике мы все частенько грешим самостоятельным проведением электротехнических работ. При работе с электричеством необходимо всегда соблюдать правила техники безопасности.

Любые работы надо проводить, предварительно убедившись, что электричество отключено.

---

*Хороший электрик считает, что любой проводник находится под напряжением до тех пор, пока он лично не убедится в отсутствии напряжения на нём.*

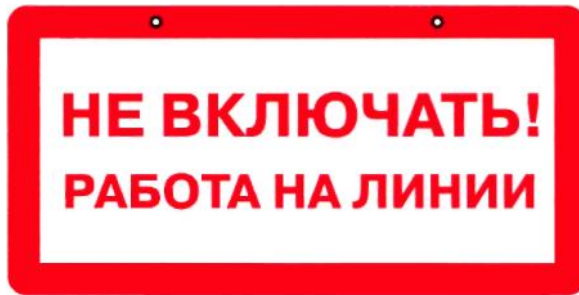
---

Для проверки наличия или отсутствия напряжения пользуются индикаторной отвёрткой:



Лучше всего пользоваться индикаторной отвёрткой перед началом любой работы, связанной с электричеством. Просто коснитесь кончиком отвёртки всех контактов и подозрительных проводящих поверхностей. Указательный палец при этом должен касаться контакта на торце рукоятки отвёртки.

Отключая электричество на домашнем щитке, не забудьте повесить на него табличку с надписью: «Не включать! Работа на линии» (см. вклейку).



Этим вы убережёте себя от неприятных сюрпризов. Если электричество отключить невозможно, работать нужно в защитных резиновых перчатках и на резиновом коврике.

---

***Никогда не дотрагивайтесь до двух контактов одновременно!***

---

Выполнять самостоятельно работы под напряжением настоятельно не рекомендуется.

Не будьте излишне самонадеянны! Если вы в чём-нибудь не уверены или предстоит работа, которую вы раньше не делали и не знаете, как с ней справиться, лучше вызовите электрика.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Если вы используете трёхфазную проводку в коттедже или квартире, будьте предельно внимательны. Напряжение между фазными проводниками 380 В (L1-L2-L3), что заметно больше привычных 220 В. Необходимо учитывать тот факт, что при воздействии межфазного напряжения на человека сдвиг между фазами не даёт возможности сердцу синхронно и эффективно работать!

---

***Удары током под межфазным напряжением 380 В, особенно когда путь поражающего тока проходит через сердце (например, из руки в руку), чрезвычайно опасны и чреваты летальным исходом!***

---

# ПРОЕКТ

## 1. Что нужно знать при составлении проекта

Для загородного дома нужен собственный проект электро-снабжения и электрооборудования, а также дополнительная документация:

- технические условия на присоединение электрической мощности коттеджа к районным электрическим сетям;
- разрешение на присоединение электрической мощности коттеджа к районным электрическим сетям;
- акты на скрытые работы;
- протоколы проверки автоматических выключателей;
- протоколы замеров сопротивления изоляции и заземления;
- лицензии проектных и электромонтажных организаций.

При суммарной установленной мощности более 10 кВт в проекте должны быть приведены:

- схема внешнего и внутреннего электроснабжения;
- схема внутренних проводок (тип проводов и способ их прокладки);
- схема вводных устройств;
- расчёт электрических нагрузок;
- выбор автоматов и плавких вставок предохранителей;
- схема и расчёт заземления;
- установка устройства защитного отключения (УЗО) на вводе (при необходимости — в точке присоединения объекта к питающей сети);
- учёт электроэнергии.

Проект электроснабжения загородного дома должен соответствовать требованиям действующих строительных норм, государственных стандартов и правил:

- правила устройства электроустановок (ПУЭ), редакция 7;
- ГОСТ Р 50571. Электроустановки зданий;
- инструкция по электроснабжению индивидуальных жилых домов и других частных сооружений.

При суммарной установленной мощности менее 10 кВт выполняется чертёж-проект, который включает:

- схему внешнего и внутриобъектового электроснабжения с указанием типов защитных аппаратов, сечений и марок проводов, расчётных токов, приборов учёта электроэнергии, присоединение к питающей сети;
- ситуационный план расположения электрооборудования, прокладки кабелей, проводов, заземляющих проводников;
- спецификацию электрооборудования, изделий и материалов;
- пояснения, указания, примечания (при необходимости).

## **2. Как получить разрешение на пользование электроэнергией**

Чтобы получить разрешение на пользование электроэнергией, необходимо подать заявку в электроснабжающую организацию, к сетям которой планируется подключить дом. Последняя выдаёт технические условия, где указываются точка присоединения, уровень напряжения и согласованная нагрузка подключаемого объекта, требования к устройству защиты, автоматике, изоляции и защите от перенапряжения, а также к расчётному учёту электроэнергии и т. п. По техническим условиям выполняется проект. Проект электроснабжения выполняется имеющей лицензию проектной фирмой, а затем согласуется с электроснабжающей организацией, выдавшей технические условия, и с местным органом Госэнергонадзора. Ознакомившись с необходимыми документами, представитель Энергонадзора проверит выполненную работу и выдаст так называемую справку на включение.

## ЗАЗЕМЛЕНИЕ

### 3. Системы заземления электроустановок

Глобализация сегодня проникает во все стороны жизни. Докатилась она и до электротехники. Международная электротехническая комиссия (МЭК) разработала единую систему, по которой классифицируются системы заземления. Новая классификация одновременно означает и новый системный подход к построению электросетей. Такая система введена в большинстве государств. Вошла она и в 7-ю редакцию нашего ПУЭ. Согласно новым требованиям ПУЭ в настоящее время применяются следующие системы заземления электроустановок:

- система TN (подсистемы TN-C, TN-S, TN-C-S);
- система TT;
- система IT.

Система TN — система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземлённой нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников.

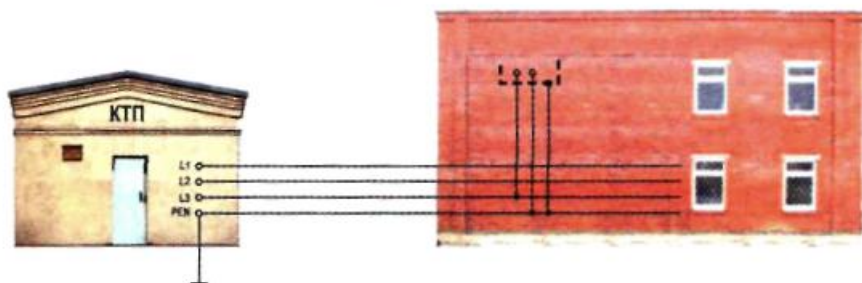
Странно звучащий термин «глухозаземлённая» означает всего лишь то, что нейтраль непосредственно присоединяется к заземляющему контуру, а не через дугогасящий реактор, резистор и т. п. Важно понимать, что глухое заземление конструктивно делается вблизи источника питания, в качестве которого чаще всего выступает местная трансформаторная подстанция.

Система заземления TN, подсистема TN-C



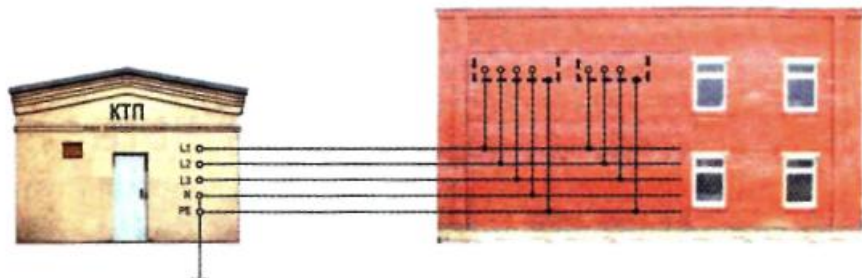
Подсистема TN-C — система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всём её протяжении.

Система заземления TN, подсистема TN-C (однофазное подключение)



Подсистема TN-S — система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всём её протяжении.

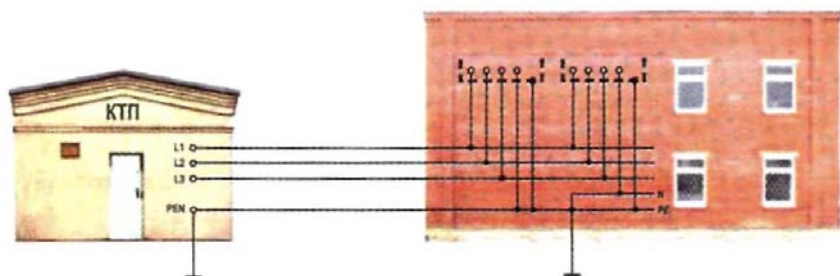
Система заземления TN, подсистема TN-S





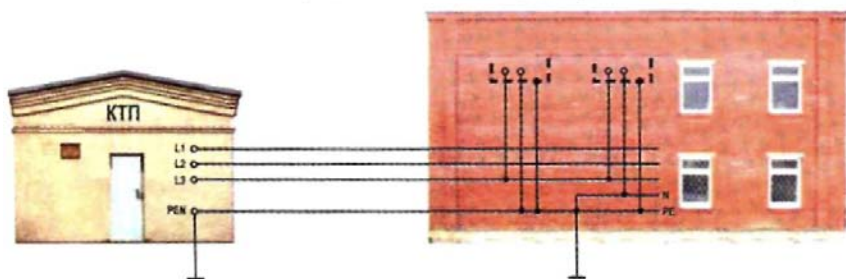
Подсистема TN-C-S — система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то её части, начиная от источника питания.

Система заземления TN, подсистема TN-C-S

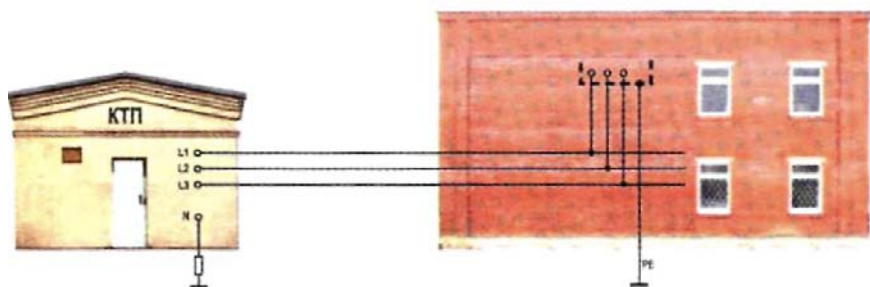


Система IT — система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части заземлены при помощи заземляющих устройств.

Система заземления TN, подсистема TN-C-S (однофазное подключение)

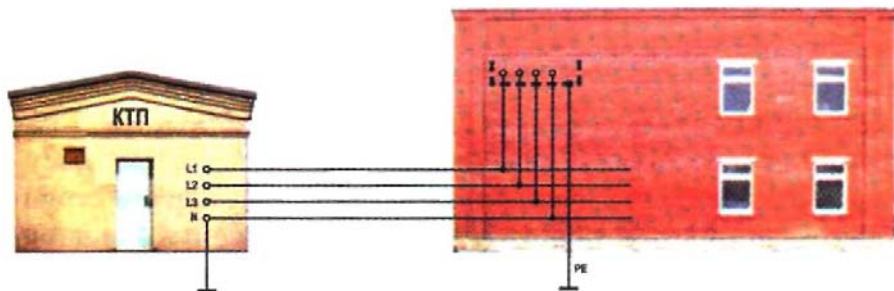


Система заземления IT

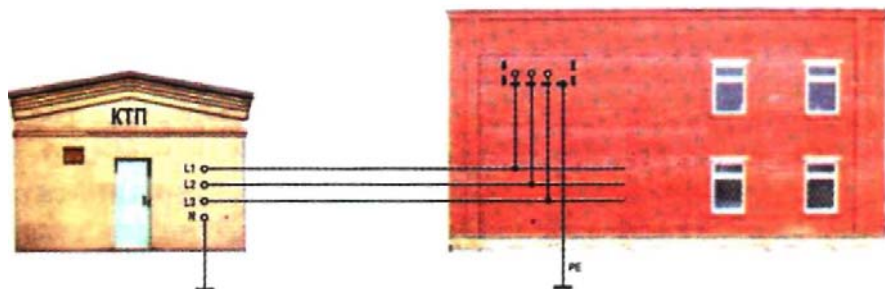


Система ТТ — система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземлённой нейтрали источника.

Система заземления ТТ (1)



Система заземления ТТ (2)



#### 4. Выбор системы заземления

В быту применяются следующие системы заземления электроустановок: TN-C, TN-S, TN-C-S и ТТ, система IT практически никогда не используется.

Система заземления, подобная TN-C, применялась в старом жилом фонде и не может быть рекомендована для нового жилья.

Система заземления TN-S всем хороша, но требует проведения дополнительной линии от комплектной трансформаторной подстанции (КТП) до потребителя, что технически очень сложно и соответственно дорого. В быту применяется пока довольно редко.

Система заземления TN-C-S рекомендуется для повсеместного применения. Технически достаточно легко выполнима. При переходе от системы TN-C требует несложной модернизации электропроводки.

Система заземления TT до недавнего времени была запрещена в нашей стране. Сегодня эта система является основной для мобильных зданий (это здания, имеющие возможность многократной передислокации с одного места на другое, например бытовки, дома-вагоны и т. п.), т. е. она удобна при питании таких зданий от вводно-распределительного устройства (ВРУ) другого здания. Учитывая интересы частных лиц, систему заземления TT можно применять только в индивидуальном строительстве. Требуется выполнения высококачественного повторного заземления с высокими требованиями к сопротивлению. Использование в этой системе автоматов по ряду причин (необходимость обеспечения большой кратности тока короткого замыкания, низкое сопротивление заземляющего устройства и др.) имеет свои особенности. Использование устройства защитного отключения (УЗО) обязательно. Для получения разрешения на применение системы заземления TT требуется формальное обоснование причин отказа от системы TN. В заявлении в качестве причины отказа по идее должно фигурировать плохое состояние воздушной линии, но организация, обязанная следить за состоянием этой самой линии, никогда такое заявление не подпишет.

Исходя из вышесказанного, разумно разбирать только два случая: системы заземления TN-C и TN-C-S. Причём первую как широко распространённую, но устаревшую, а вторую как рекомендуемую к применению в новом жилье и требующую некоторой модернизации в старом.

## **5. Отличие устройства электропроводки в квартире и коттедже**

Основной характерной особенностью устройства электропроводки в квартире является практическая невозможность организации местного повторного заземления и почти повсе-

местное отсутствие расщепления совмещённого нулевого проводника PEN. В большинстве многоквартирных домов в России и СНГ стояки в подъездах имеют четыре проводника: L1, L2, L3, PEN, что является признаком отсутствия расщепления линии PEN на ВРУ в здании.



Само понятие «заземление» в квартире неприменимо. Расщеплять PEN на квартирном (не путать с этажным) щитке запрещено. В случае проведения ремонта в квартире полностью выполнять систему уравнивания потенциалов (СУП) не рекомендуется. То есть проводку надо делать везде трёхпроводную, но третий провод ни к чему не подключать, а просто оставить на будущее. В качестве защиты от поражения электрическим током использовать УЗО.

В коттедже система заземления организуется достаточно просто, но появляется необходимость в молниезащите и защите фаз от перенапряжения. Совершенно необходимым в этом случае становится и «пожарное» селективное УЗО. Расщепление совмещённого нулевого проводника PEN в коттедже проблемой не является и должно выполняться повсеместно.

Следовательно, устройство электропроводки в коттедже более сложное, и ему будет посвящено несколько дополнительных статей.

## 6. Переход с двухпроводной на трёх-проводную систему электропроводки

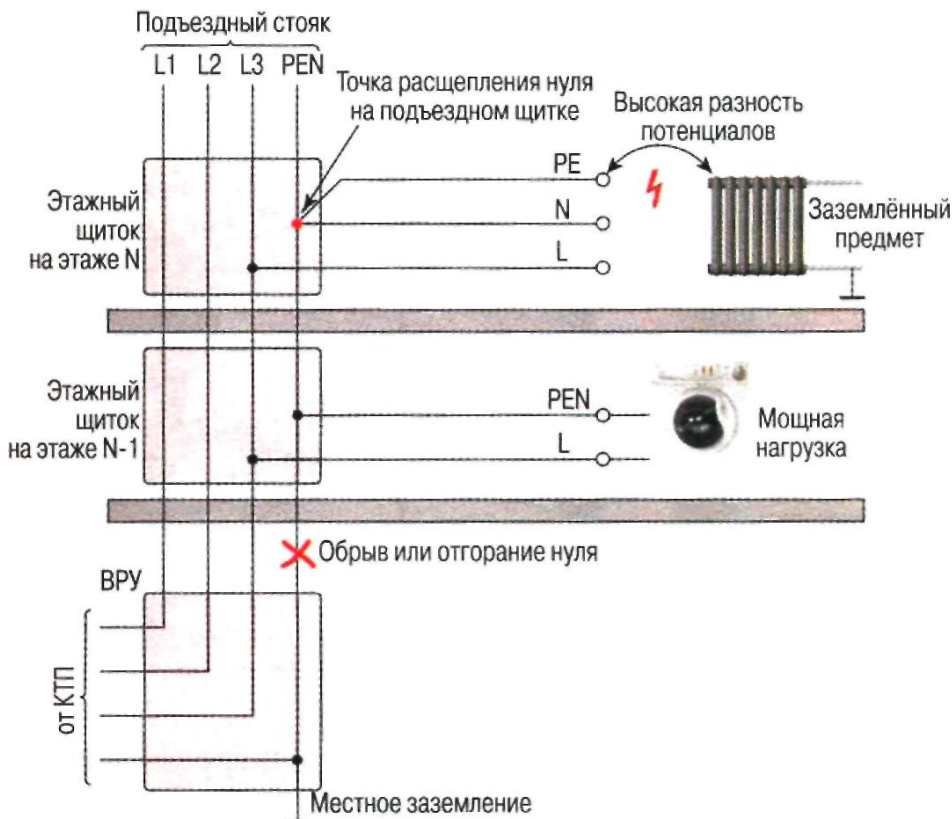
Двухпроводная система квартирной электропроводки использовалась в зданиях старой постройки с системой электроснабжения, подобной TN-C. В ПУЭ рекомендуется переходить с системы TN-C на систему TN-C-S, при которой используется трёхпроводная система квартирной электропроводки. Производить расщепление совмещённого нулевого провода PEN на квартирном щитке запрещено. Теоретически кажется возможным самостоятельно сделать его на этажном щитке, расщепив совмещённый PEN-проводник на нулевой рабочий N- и нулевой защитный PE-проводники, но на практике надо учитывать следующие три соображения.

1. Подобное действие является грубым нарушением проекта электропроводки здания. Вы не имеете права вмешиваться в не принадлежащую вам и выполненную по утверждённому проекту электропроводку. В случае причинения ущерба или создания угрозы для жизни человека или животного вы будете нести полную материальную и уголовную ответственность. Да и вообще в случае возникновения любых проблем с электропроводкой вы будете крайним, что означает скандалы, штрафы, комиссии, частое отключение электроэнергии от вашей квартиры и т. п.
2. Нельзя также забывать, что мы живём в эпоху отгорания нуля, поэтому при наступлении такого отгорания использование квартирной электропроводки из трёх проводов с локально расщеплённым на этажном щитке PEN-проводником становится опасным как для жителей вашей квартиры, так и для соседей.
3. Местные электрики, занимающиеся эксплуатацией и ремонтом электропроводки вашего здания, при обслуживании стояка не будут учитывать, что ваша квартира переведена на трёхпроводку, т. к. весь стояк рассчитан на двухпроводное подключение. Это дополнительный неустрашимый источник создания аварийных ситуаций.

Если вам наплевать на все доводы против и очень уж хочется сделать расщепление совмещённого нулевого провода PEN на этажном щитке, то имеет смысл производить его только:

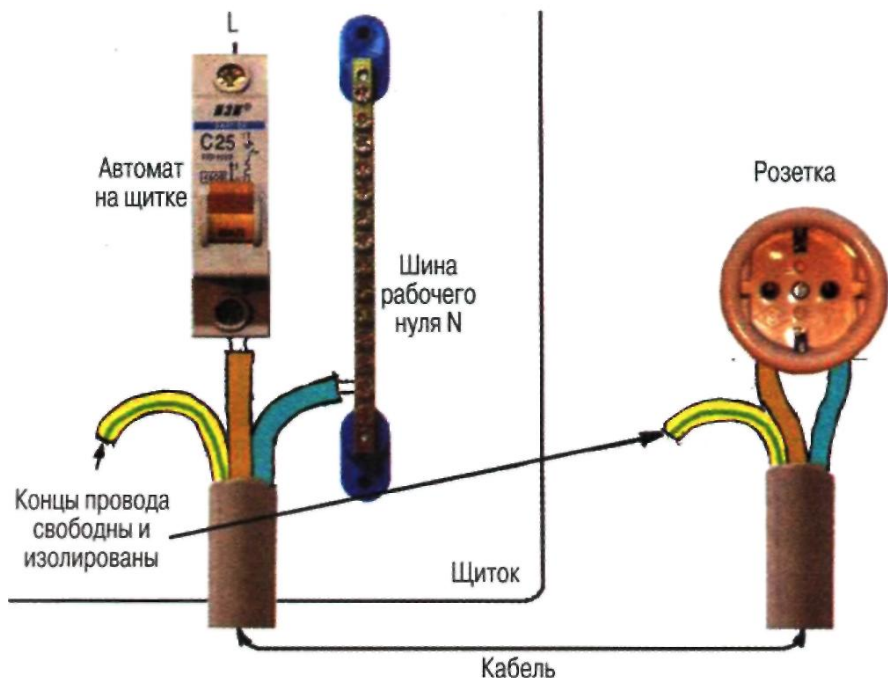
- при достаточном сечении совмещённого нулевого проводника PEN на стояке (не менее  $10 \text{ мм}^2$  по меди или  $16 \text{ мм}^2$  по алюминию);
- при 100%-й уверенности, что это сечение на всём протяжении стояка нигде не уменьшается (необходимо лично это проверить).

**Благоприятным обстоятельством является и наличие в вашем здании электролит.**



В этой ситуации становится обязательным применение УЗО для всех цепей вашей электроустановки.

Учитывая вышесказанное, используйте в домах с четырёхпроводным стояком квартирную электропроводку из двух проводов (L, PEN), а для повышения безопасности пользования устанавливайте УЗО. Если же вы делаете ремонт электропроводки у себя в квартире именно в таком старом доме, закладывайте всю проводку трёхжильными проводами, но не подключайте третий защитный проводник до лучших времён. Причём обратите внимание, третий проводник нельзя подключать ни с какой стороны. То есть оба конца защитного проводника каждого трёхжильного провода должны быть свободны. Рано или поздно этажный стояк будет переведён на систему TN-C-S, к



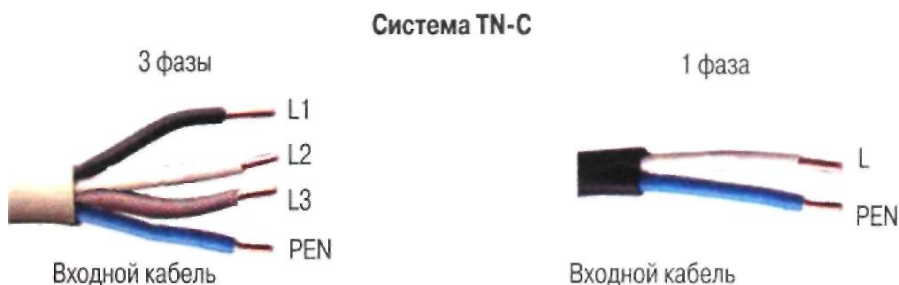
чему ваша квартира уже будет подготовлена.

Напротив, расщепление совмещённого нулевого провода PEN на вводе в коттедж имеет смысл производить всегда, прямо на вводе или на ближайшей опоре, тем самым осуществляя переход на более безопасную систему TN-C-S.

## 7. Как выяснить, какая у вас система заземления

### В коттедже

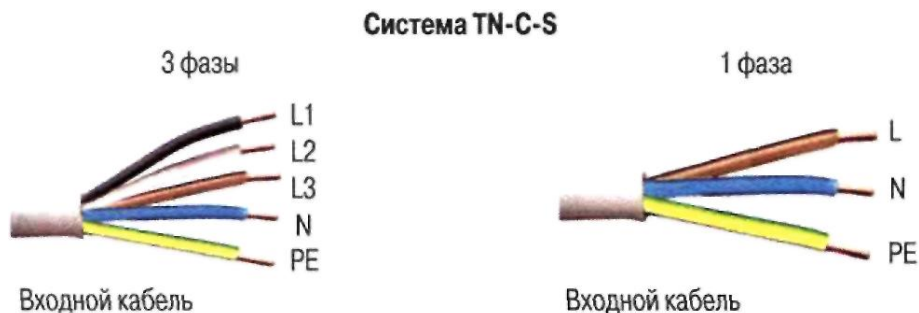
Все линии электропередачи между трансформаторными подстанциями (ТП) и зданиями — четырёхпроводные (L1, L2, L3, PEN). Это значит, что если на вводе в здание на ВУ совмещённый нулевой проводник PEN не расщеплён, то во всём здании автоматически получится система TN-C, а если расщеплён — система TN-C-S. В любом случае система TN-C-S может иметь место только после точки расщепления, где бы она ни была, считая со стороны источника питания, т. е. от трансформаторной подстанции. Поэтому к ВУ коттеджа подводится при трёхфазном подключении четырёхжильный входной кабель, а при однофазном подключении — двухжильный. Если на вводном устройстве (ВУ) нет расщепления совмещённого нулевого проводника, то во всём коттедже мы имеем систему заземления TN-C. При отсутствии расщепления при однофазном подключении от ВУ выходят два проводника (L, PEN), а при трёхфазном — четыре (L1, L2, L3, PEN). Следовательно, с точки зрения потребителя, ***признаком системы TN-C в коттедже является выходящий из ВУ при трёхфазном подключении четырёхжильный входной кабель, а при однофазном подключении — двухжильный.***



Переход на систему TN-C-S на вводе в коттедж на ВУ можно рекомендовать делать во всех случаях, как при однофазном, так и при трёхфазном подключении, прямо на вводе в здание или ближайшей опоре, подведя туда шину от вашего повторного



заземления, которое в коттедже в принципе не сложно организовать. Мы уже знаем, что к ВУ коттеджа всегда подводится при трёхфазном подключении четырёхжильный, а при однофазном подключении — двухжильный входной кабель. Если на ВУ сделано расщепление совмещенного нулевого проводника, то во всем коттедже мы будем иметь систему заземления TN-C-S. После расщепления при однофазном подключении из ВУ выходят три проводника (L, N, PE), а при трёхфазном — пять (L1, L2, L3, N, PE). Таким образом, *признаком системы TN-C-S в коттедже является выходящий из ВУ при трёхфазном подключении пятижильный, а при однофазном подключении — трёхжильный входной кабель.*



## **В квартире**

В многоквартирном доме всё немного проще. Повторное заземление подводится только к ВРУ, следовательно, там и должно выполняться расщепление совмещённого нулевого проводника PEN. Если дом сравнительно новый или недавно подвергался капитальному ремонту, то такое расщепление наверняка было сделано, признаком чего является пятипроводный стояк на этажном щитке (L1, L2, L3, N, PE). Это значит, что вы можете использовать все преимущества более продвинутой системы TN-C-S. При таком типе проводки при однофазном подключении от этажного щитка в квартиру приходит три проводника (L, N, PE). То есть признаком системы TN-C-S в квартире является пятипроводный стояк на этажном щитке и трёхжильный ввод в квартиру.

## Система TN-C-S



Если здание старое и в нём давно не делался капитальный ремонт, то подключение квартир было сделано по системе, подобной TN-C. Характерным признаком такой системы является четырёхпроводный стояк на этажном щитке (L1, L2, L3, PEN). При таком типе проводки при однофазном подключении от этажного щитка в квартиру приходит только два провода (L, PEN). Так как повторное заземление на этажном щитке отсутствует (иногда PEN-проводник соединяется с корпусом щитка, но этот факт не должен вводить вас в заблуждение), делать на таком щитке расщепление совмещённого нулевого проводника (PEN) не рекомендуется. То есть ***признаком системы TN-C в квартире является четырёхпроводный стояк на этажном щитке и двухжильный ввод в квартиру.***

## Система TN-C



Переход на более безопасную систему TN-C-S в таких домах придётся отложить до тех времён, пока расщепление совмещённого нулевого проводника (PEN) не будет сделано на ВРУ. Это

можно было бы сделать в любое время, сговорившись с соседями по подъезду и оплатив проект и работы по модернизации. Найти на это не такие уж и большие деньги возможно, но вот сговор с соседями по подъезду представляется достаточно проблематичным.

Если же стояк в подъезде четырёхпроводный (L1, L2, L3, PEN), а в квартиру приходит три провода и один из них защитный ноль (PE), значит, было сделано локальное расщепление нуля на этажном щитке, и скорее всего незаконное. Такая ситуация может возникнуть при въезде в новую квартиру или при покупке квартиры в старом жилом фонде.

---

***Будьте внимательны! Четырёхпроводный стояк на этажном щитке и трёхжильный ввод в квартиру являются признаком локального расщепления нуля на этажном щитке.***

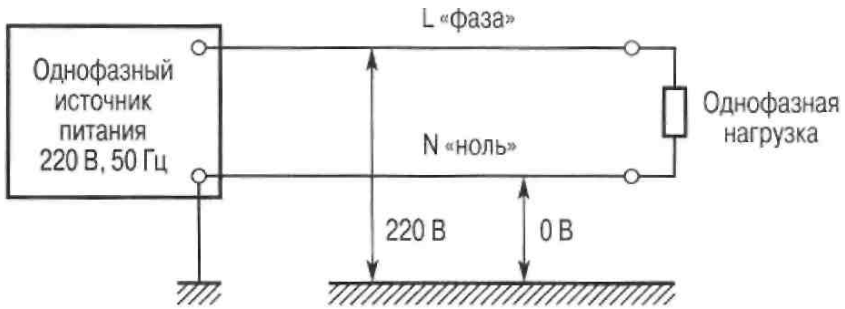
---

## **8. Жизнь в эпоху «отгорания нуля»**

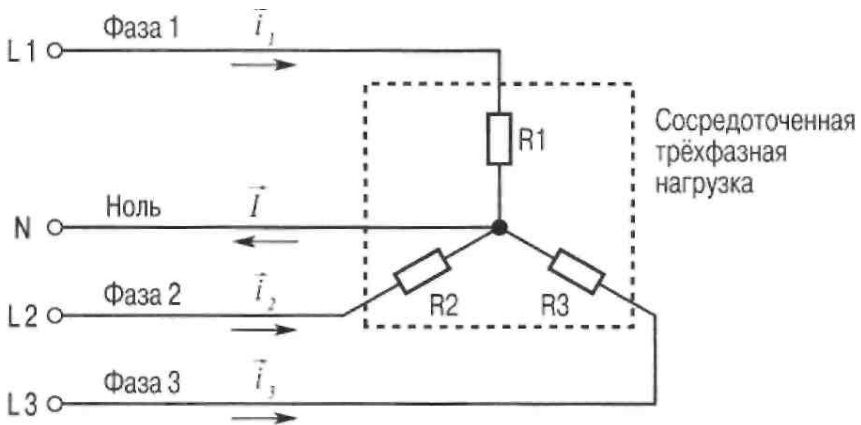
Эта книга не монография по электротехнике. Рассказать о проблемах, происходящих в трёхфазных цепях переменного тока, не используя весь аппарат современной электротехнической науки и не впасть при этом в ошибку, наверное, невозможно. Но некое достаточно грубое описание проблемы, из которого можно будет усвоить хотя бы главный ход мысли, сделать можно. Так что воспринимайте эту статью про «отгорание нуля» просто как своеобразное «либретто».

Фразу об «отгорании нуля» слышал, наверное, каждый из нас. Почему же таинственный ноль имеет тенденцию всё время отгорать? Для того чтобы внести некоторую ясность в этот вопрос, необходимо вспомнить кое-что из курса физики средней школы.

Для однофазной цепи «ноль» — это просто название для проводника, не находящегося под высоким потенциалом относительно земли. Второй проводник в однофазной цепи называется «фазой» и имеет относительно земли высокий потенциал переменного напряжения (в нашей стране чаще всего 220 В). Никакой тенденции к отгоранию однофазный ноль не проявляет.



Беда в том, что все электрические коммуникации (т. е. линии электропередачи) являются трёхфазными. Рассмотрим схему «звезда», в которой появляется понятие «нулевой провод».

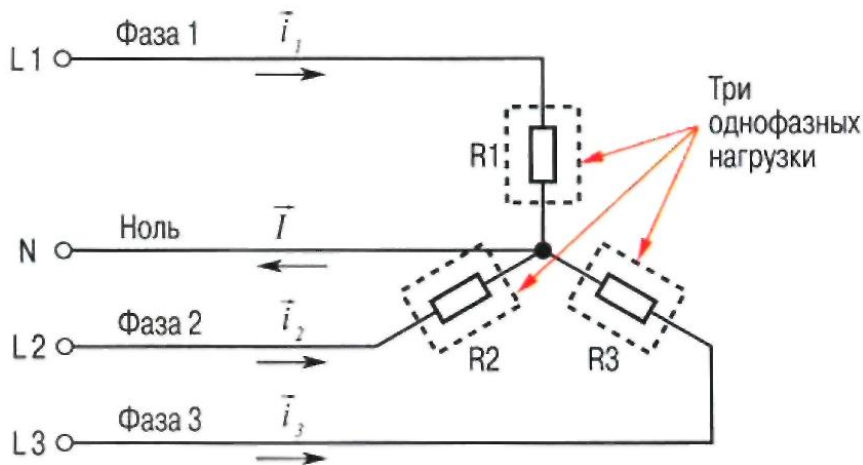


Переменные токи каждой фазы в трёх одинаковых нагрузках сдвинуты по фазе ровно на одну треть и в идеале компенсируют друг друга, поэтому нагрузка в такой схеме обычно называется трёхфазной сосредоточенной нагрузкой. При такой нагрузке векторная сумма токов в средней точке равна нулю. Нулевой провод, подключённый к средней точке, практически не нужен, т. к. ток через него не течёт. Незначительный ток появляется только тогда, когда нагрузки на каждой фазе не полностью одинаковые и не полностью компенсируют друг друга. И действительно, на практике многие виды трёхфазных четырёхжильных кабелей имеют нулевую жилу вдвое меньшего сечения. Нет смысла тратить дефицитную медь на проводник, по которому ток практически не течёт. Никакой тенденции к отгоранию трёхфазный ноль при трёхфазной сосредоточенной нагрузке тоже не проявляет.

Условие:  $R_1 = R_2 = R_3$  $\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$ 

$$I = i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

Чудеса начинаются тогда, когда к трёхфазным цепям подключаются однофазные нагрузки. На первый взгляд это тот же самый случай, но есть одно маленькое отличие. Каждая однофазная нагрузка представляет собой совершенно случайно выбранное устройство, т. е. однофазные нагрузки не одинаковые. Глупо думать, что различные однофазные потребители всегда будут потреблять одинаковый ток. Однофазные нагрузки в трёхфазных цепях всегда стараются максимально приблизить к трёхфазным нагрузкам. Это означает, что при подключении однофазных потребителей в трёхфазную сеть их стараются так распределить по мощности по разным фазам, чтобы на каждую фазу приходилась примерно одинаковая нагрузка. Но полного равенства никогда не достигается и понятно почему. Потребители случайным образом включают и выключают своё электрооборудование, тем самым постоянно меняя нагрузку на свою фазу.



В результате полной компенсации фазных токов в средней точке практически никогда не происходит, но ток в нулевом проводе обычно не достигает своего максимального значения, равного самому большому току по одной из фаз. То есть ситуация неприятная, но предсказуемая. Вся проводка рассчитана на неё, и отгорания нуля обычно не происходит, а если и происходит, то крайне редко.

Условие:  $R1 \neq R2 \neq R3$

$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$

$$I = i_1 + i_2 + i_3 \neq 0$$

$$I_{max} \leq i_{nmax}$$

Такая ситуация сложилась к 90-м годам XX века. Что же изменилось к этому времени? В обиход широко вошли импульсные источники питания. Такой источник питания практически у всей современной бытовой аппаратуры (телевизоров, компьютеров, радиоприёмников и т. п.). Весь ток такого источника протекает в течение только одной трети полупериода, т. е. характер потребления тока очень сильно отличается от характера потребления тока классическими нагрузками. В результате в трёхфазной сети возникают дополнительные импульсные токи, не компенсирующиеся в средней точке. Не забудьте прибавить к этому некомпенсированные токи, вызванные наличием однофазных нагрузок в трёхфазной сети. В такой ситуации по нулевому проводу часто течёт ток, близкий или превышающий самый большой ток одной из фаз. Это и есть условия, благоприятные для «отгорания нуля».

Проводники в трёхфазных кабелях имеют одинаковое сечение, рассчитываемое согласно максимальной мощности нагрузки, следовательно, нулевой проводник имеет такое же сечение, как и любой из фазных проводников, а ток через него сегодня может течь больший, чем через любой фазный проводник. Получается, что нулевой проводник работает в условиях перегрузки, и вероятность его отгорания возрастает.

Условие:  $R1 \neq R2 \neq R3$

$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$

$$I = i_1 + i_2 + i_3 \neq 0$$

$$I_{max} > i_{nmax}$$

Так в 90-х годах прошлого века мы незаметно для самих себя вступили в эпоху «отгорания нуля». С каждым днём ситуация всё ухудшается. Высокую вероятность «отгорания нуля» необходимо учитывать и при построении домашней электропроводки.

## 9. Дополнительная система уравнивания потенциалов

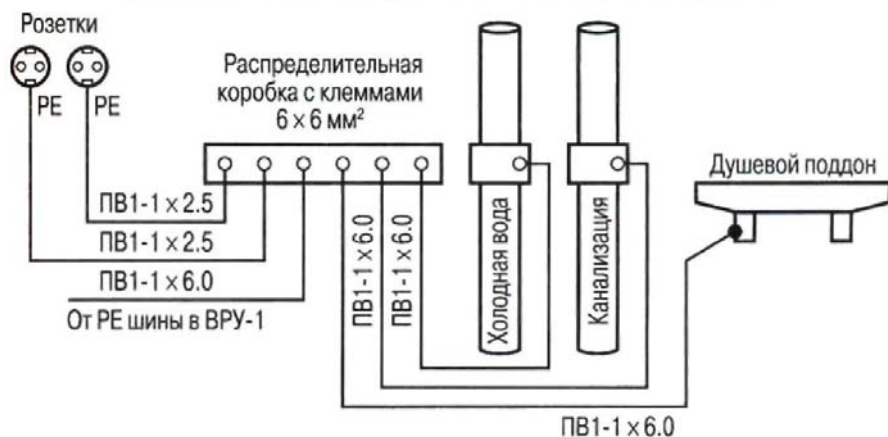
Раньше почти все предметы сантехники в ванной и санузле были из металла и механически соединялись металлическими трубами, что одновременно обеспечивало электрическое соединение и пути для стекания электрических зарядов. Сегодня большая часть сантехнического оборудования и труб выполнена из пластика. А пластик является изолятором, и мало того, что не проводит электрический ток, он может ещё и накапливать статический заряд. Также сильно увеличилось количество электрических приборов, используемых в ванной и санузле — в помещениях, как мы знаем, с повышенной влажностью. Поэтому и появилась нужда в дополнительной системе уравнивания потенциалов (ДСУП), которая должна повышать безопасность пользования электрическими приборами и обеспечивать стекание электрических зарядов. Согласно ПУЭ это «система уравнивания потенциалов всех доступных прикосновению открытых проводящих частей стационарных электроустановок и сторонних проводящих частей, не только расположенных внутри, но и выходящих за пределы помещения (например, стояки водопровода и отопления), и нулевых защитных проводников всего электрооборудования в данном помещении (в том числе и штепсельных розеток) и самой ванной, смесителей, полотенце-сушителей (через их крепёж). Нагревательные элементы, замоноличенные в пол, должны быть также покрыты металлической сеткой, присоединённой к ДСУП». ДСУП является ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ для всех ванных и душевых помещений.

Ещё один важный момент, связанный с ДСУП. В домах старого жилого фонда, не переведённых на систему заземления TN-C-S, выполнение ДСУП в одной, отдельно взятой, квартире может быть опасно для жизни и категорически запрещается.

Делается ДСУП с помощью специального медного проводника в жёлто-зелёной изоляции сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>. Всё оборудование параллельно соединяется этим проводником (каждый проводник на отдельную клемму) на клеммной колодке в Коробке Уравнивания Потенциалов (КУП). Надо

заметить, что нулевые защитные проводники от электрооборудования и розеток в помещениях, охваченных ДСУП, подключаются именно к ДСУП проводом не менее  $2.5 \text{ мм}^2$  (ПВ1-1х2.5). Поэтому к розеткам в таких помещениях не требуется тянуть трёхпроводный кабель (с нулевым защитным проводником). От щитка тянется двухпроводный кабель к розеткам (для однофазной сети) и отдельный проводник ДСУП (ПВ1-1х6). Подключать третий защитный контакт розетки одновременно к ДСУП и проводнику РЕ, идущему от щитка вместе с фазным проводником и проводником рабочего нуля, категорически запрещено.

#### Дополнительная система уравнивания потенциалов в душевой



Провода системы уравнивания потенциалов проложить скрыто по стенам в слое штукатурки и открыто для присоединения ванны.

Реально для ДСУП используются однопроволочные провода в жёлто-зелёной изоляции типа ПВ1-1х6.0 и ПВ1-1х2.5. Первый — для подключения проводящих частей оборудования и подключения к главному щитку, второй — для соединения с клеммами защитных проводников (РЕ) электрооборудования.



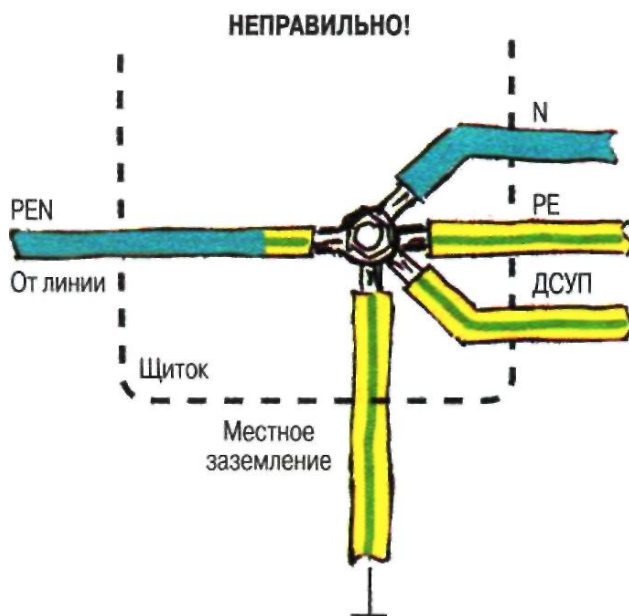


Можно использовать уже готовую специализированную коробку КУП с шиной или любую брызгозащищённую подходящих размеров. К коробке для проверки и обслуживания (для подтяжки винтов) должен быть обеспечен доступ.

Проводник сечением не менее  $4 \text{ мм}^2$  (ПВ1-1х6.0) от каждой КУП отдельно ведётся на главный щиток на этаже или в котедже на отдельную клемму, соединённую с шиной РЕ.

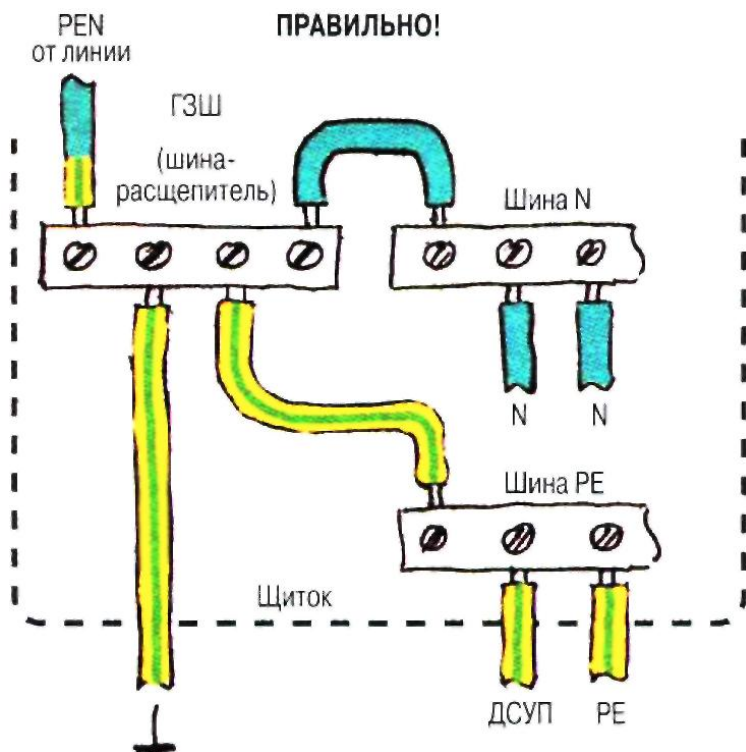
## 10. Подключение нулевого защитного проводника РЕ к нулевому рабочему проводнику N и проводнику ДСУП

ПУЭ: «В месте разделения PEN-проводника на нулевой защитный РЕ- и нулевой рабочий N-проводники необходимо предусмотреть отдельные зажимы или шины для проводников, соединённые между собой. PEN-проводник питающей линии должен быть подключён к зажиму или шине нулевого защитного РЕ-проводника».



Нулевой защитный, нулевой рабочий и проводник ДСУП в месте их соединения на щитке часто ошибочно подключают под один контактный зажим. Конструктивно зажимов должно

быть несколько, либо они должны соединяться перемычками. либо это должна быть специальная шина, тогда в случае «подгорания» (при коротком замыкании) одного из соединений остальные обеспечивают сохранность линий защиты.



Правило подключения каждого из защитных нулевых проводников на свою клемму является общим для всех случаев подключения защитных нулевых проводников на щитке или клеммной колодке.

## 11. Исполнение заземляющего устройства в коттедже

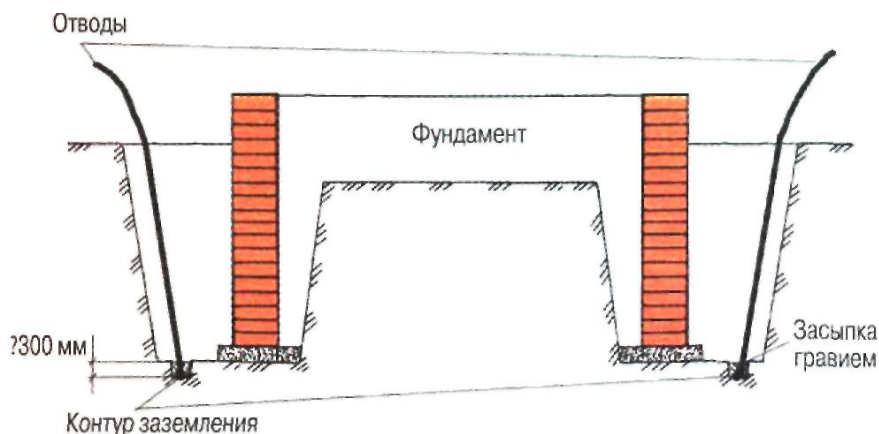
Заземляющее устройство в коттедже выполняют множеством способов. Одним из главных недостатков многих заземляющих устройств является нестабильность свойств заземления во времени. Помимо сезонных изменений свойств заземления, постоянно происходит коррозия проводников заземления. С сезонными изменениями борются, закладывая проводники заземления на глубину ниже уровня грунтовых вод и, есте-

ственно, глубже глубины промерзания для данной местности. Наиболее распространённый метод решения этой проблемы — забивание металлических стержней длиной примерно 2...3 м в грунт, часто из специальной траншеи глубиной 0.3...0.8 м. Верхние концы стержней соединяются в контур размером не более 16x16 м металлической полосой с помощью сварки и закапываются. Естественно, наружу делаются выводы из той же полосы. А с коррозией проводников борются, выполняя эти проводники из нержавеющей стали.

Очень удобно и экономично делать контур заземления на этапе строительства фундамента или дренажной системы, естественно учитывая все сказанное выше относительно размеров и глубин. Как правило, контур удобно размещать немного глубже расположения нижних частей фундамента или труб дренажной системы и закладывать его в канавку (шириной с лопату и примерно 0.3 м глубиной), вырытую по периметру дна котлована или вдоль дна траншеи дренажной системы. Для снижения сопротивления заземления канавку рекомендуется засыпать щебнем, предварительно заложив на дно металлический проводник. Забивание металлических стержней в дно канавки и приваривание их к контуру тоже не возбраняется, но при достаточной глубине заложения контура число стержней может быть небольшим. Не забудьте, что контур заземления должен быть замкнутым и охватывать большую площадь. Желательно, чтобы в плане контур приближался к квадрату. Идеальным материалом для проводников заземляющего устройства является нержавеющая сталь. Это потому, что заземляющее устройство из нержавеющей стали, в отличие от других материалов, практически не меняет своих свойств со временем. Все соединения надо выполнять сваркой или нержавеющей клёпкой. Сечение проводника из нержавеющей или оцинкованной стали для заземляющего устройства не должно быть менее 75 мм<sup>2</sup>. В продаже есть специальные стержни и шины из нержавеющей или оцинкованной стали размером 30x3.5 мм. Вместо стержней можно использовать нержавеющие трубы с подходящим сечением по металлу. Часто для шин используется нержавеющая проволока диаметром 6 мм, сложенная втрое или вчетверо и проваренная через каждый метр, или нержавеющая полоса не меньшего сечения (можно про-

сто нарубить на металлобазе лист нержавеющей стали толщиной 3,5...4 мм на полосы шириной 30 мм, которые потом свариваются торцами). Иногда горизонтальные части контура выполняют из протяжённых кусков нержавеющей металлолом, сваренных друг с другом, и т. п. Не забудьте вывести от контура вертикальные отводы такого же сечения в нужных местах для подключения к главной заземляющей шине (ГЗШ) и системе молниезащиты.

На рисунке показано в разрезе исполнение контура заземления в котловане для фундамента.



Если расщепление совмещённого нулевого провода будет производиться на опоре, то от контура заземления до опоры необходимо протянуть линию повторного заземления. Линия повторного заземления выполняется из того же материала и того же сечения, что и сам контур. Эта линия прокладывается прямо в земле (рекомендуемая глубина 1 м, но не менее 0,3 м) и со стороны коттеджа подключается к контуру заземления в уличном шкафу на ГЗШ.

***Так как заземляющее устройство используется и для системы молниезащиты, необходимо избегать прокладки трассы этой линии под пешеходными дорожками и местами, где могут часто находиться люди!***

Рекомендуется прокладывать трассу под заборами, изгородями и т. п. Это позволит избежать поражения людей пошаговым напряжением в случае прохождения большого тока через заземляющее устройство.



С противоположного конца линия повторного заземления выходит прямо на опору и поднимается по ней до места подключения к нулевому проводу. Все соединения на линии выполняются сваркой или нержавеющей клёпкой. Крепить линию заземления к опоре можно хомутами или скобами из нержавеющей ленты или проволоки.

**Внимание!** Монтаж на линии и опоре нельзя выполнять самостоятельно. Его можно делать только по проекту, и работу должна выполнять только местная обслуживающая организация ВЛ.

### **12. Особенности устройства ответвления для коттеджа**

Линия, от которой будет делаться ответвление, чаще всего бывает воздушной (ВЛ). Воздушные линии в большинстве случаев в нормальных климатических условиях более надёжны, так как они в случае повреждений восстанавливаются гораздо быстрее подземных (ПЛ).

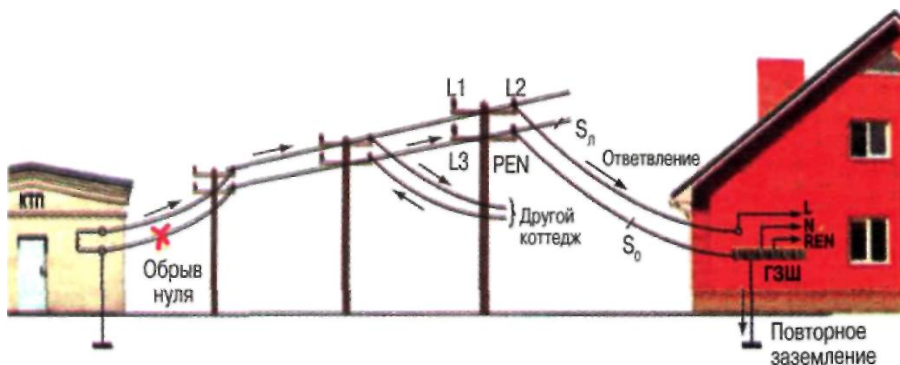
Участок линии от опоры ВЛ до ввода в здание называется ответвлением от ВЛ к вводу. Ответвление от ВЛ может быть как воздушным, так и подземным.

По существующим нормам как воздушное, так и подземное ответвление считаются частью ВЛ. Владелец электросети обслуживает и несёт ответственность за исполнение и состояние ответвления. Чтобы все работы по сооружению ответвления, выполненные своими силами, были приняты владельцем сети без замечаний, заблаговременно пригласите его представителя и ознакомьте со своими решениями и материалами или заключите с ним договор о сооружении ответвления для вас, естественно оплатив по нему все издержки.

Согласно старым правилам однофазное ответвление выполняли двумя отдельными проводниками — фазным (L) и совмещённым нулевым (PEN). Трёхфазное ответвление, необходимость в котором возникает при использовании трёхфазного электроприёмника, выполняли четырьмя отдельными проводниками — тремя фазными (L1, L2, L3) и совмещённым нулевым (PEN).

При трёхфазном вводе требуется устройство повторного заземления совмещённого нулевого проводника PEN, необходимость которого для однофазного ввода определяется проектом (в частности, оно необходимо при воздушной ЛЭП).

По современным правилам при вводе в здание необходимо сделать расщепление совмещённого нулевого проводника (PEN) на рабочий нулевой проводник (N) и защитный нулевой проводник (PE). В коттедже, в отличие от многоквартирных домов, имеются условия для создания повторного заземления с помощью искусственного заземлителя. Соединение нулевого рабочего проводника (N) и защитного нулевого проводника (PE) с повторным заземлением повышает безопасность сети и не противоречит ПУЭ. Если в коттедже его сделать на своей стороне ответвления, то при отгорании нуля на линии через нулевой провод вашего вводного кабеля будут запитаны все остальные потребители на этой линии, а это приведёт к перегреву кабеля и его возможному разрушению. Следовательно, расщепление совмещённого нулевого проводника (PEN) и соединение с повторным заземлением удобно делать на опоре, от которой у вас сделан ввод. Помните, что опора — это не ваша собственность, и обязательно согласуйте свои действия с хозяином ВЛ. Есть ещё один приемлемый вариант решения этой проблемы: использовать для ответвления кабель с сечением жил, не меньшим, чем сечение жил самой ВЛ, и делать расщепление на вводном устройстве. Именно этот случай показан на рисунке.  $S_{\text{л}} = S_0$ , т. е. сечение проводов линии и ответвления одинаковое.



### Соединение с повторным заземлением на опоре



На рисунке стрелками показан ток, текущий от соседнего коттеджа через ваше ответвление и ваше повторное заземление при обрыве нулевого провода где-то на линии.

В случае соединения с повторным заземлением на опоре однофазное ответвление надо будет выполнить тремя проводами: фазным (L), рабочим нулевым (N) и защитным нулевым (PE); трёхфазное ответвление — пятью проводами: тремя фазными (L1, L2, L3), рабочим нулевым (N) и защитным нулевым (PE).

В случае использования для ответвления кабеля с таким же сечением жил, как у ВЛ, однофазное ответвление будет выполняться двумя проводами: фазным (L) и совмещённым нулевым (PEN); трёхфазное ответвление — четырьмя проводами: тремя фазными (L1, L2, L3) и совмещённым нулевым (PEN). А переход на систему TN-C-S в этом случае следует делать на вводном устройстве (ВУ) коттеджа.

### Ответвление с помощью кабеля с большим сечением жил





Ответвление от подземных линий делается в специальном шкафу, устанавливаемом на пьедестале поблизости от трассы подземной линии. Основное требование к таким шкафам — вандалоустойчивость, и экономить на этом не рекомендуется.

На опоре, где делается ответвление от воздушной линии, также часто устанавливают шкафы, хотя и несколько меньших размеров, выполняющие функцию вводного устройства. Из соображений безопасности и вандалоустойчивости рекомендуется устанавливать их на высоте более 2 м.

---

***Внимание! Монтаж на линии и опоре нельзя выполнять самостоятельно. Его можно делать только по проекту, и работу должна выполнять только местная обслуживающая организация ВЛ.***

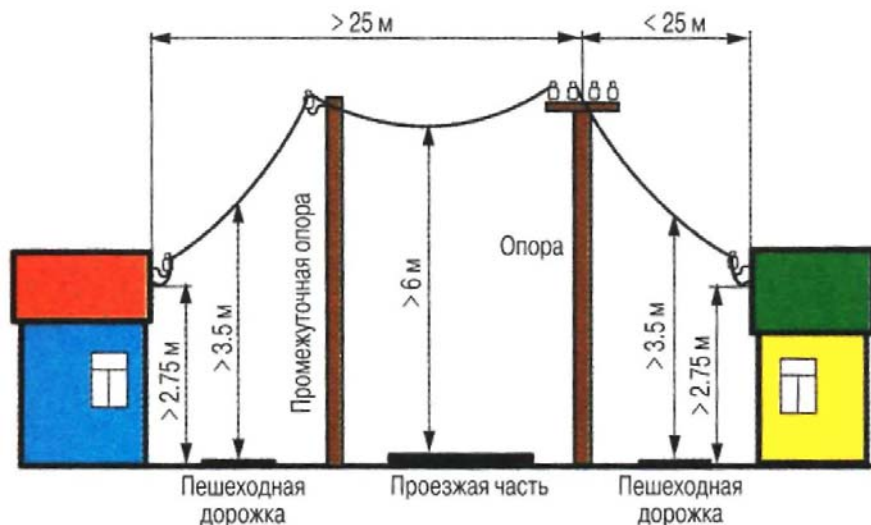
---

### **13. Особенности устройства воздушного ответвления**

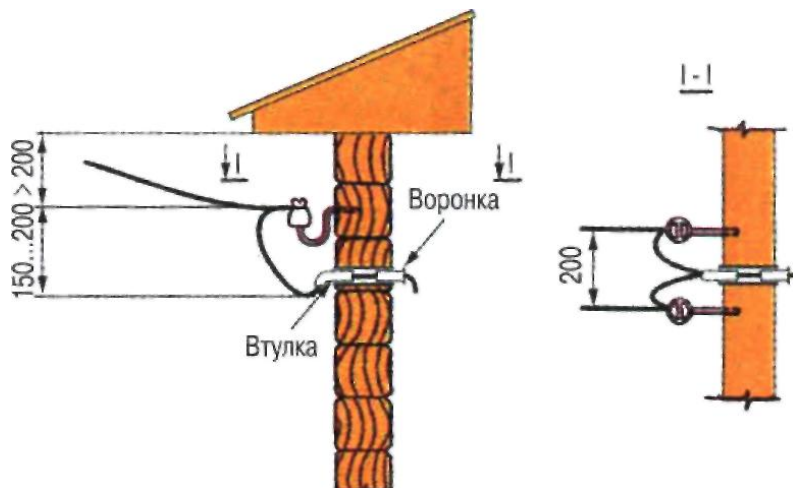
Для крепления отдельных проводов и несамонесущих кабелей ответвления применяют изоляторы, которые могут быть фарфоровыми, стеклянными или полимерными. Самонесущие кабели типа СИП крепятся с помощью специальных аксессуаров, продающихся там же, где и кабели.

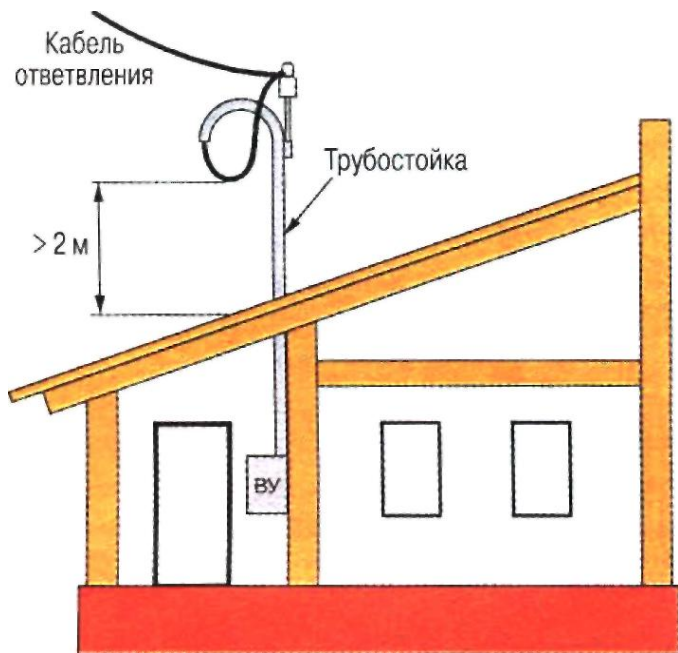
Максимально допустимое расстояние от вводного устройства до столба воздушной линии составляет 25 м. Если оно больше, то необходима установка промежуточной опоры. Кроме того, высота ответвления над проездом для автотранспорта не может быть менее 6 м в самом низком месте, а высота кабеля над пешеходными дорожками и проходами — менее 3.5 м. Провода к изоляторам на здании крепят так, чтобы самая нижняя точка проводников находилась не ниже 2.75 м от земли. Под линией воздушного ответвления не должно быть деревьев и высоких кустарников.

Независимо от типа стен здания и способа крепления изоляторов или аксессуаров необходимо соблюдать расстояние от токонесущих жил до выступающих сверху частей здания (балкон, свес крыши). Оно должно быть не менее 0.2 м. Изолированные алюминиевые проводники ответвления соединяют на опоре с линейными проводами скруткой или специальными зажимами.

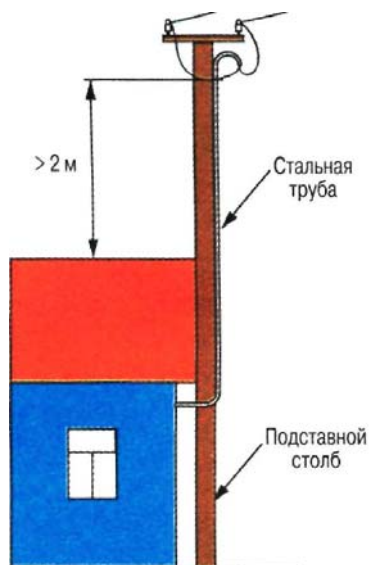


Сегодня наилучшим выбором является кабель, но до недавнего времени ответвления от ВЛ выполнялись только отдельными проводами. В этом случае вводы в здание выполнялись изолированными проводниками, которые прокладывали в полутвёрдой (полиэтиленовой или резиновой) трубке и оконцовывали воронкой снаружи и втулкой внутри помещения. Вблизи отвода в помещение устанавливали изоляторы для каждого проводника со столба. Отверстие для проводников ввода может быть общим, но прокладывают их в отдельных трубах.





Вводы в низкие строения выполняют трубостойкой через крышу. Расстояние от проводников до крыши должно быть не менее 2 м. Стальную трубостойку соединяют с контуром заземления.

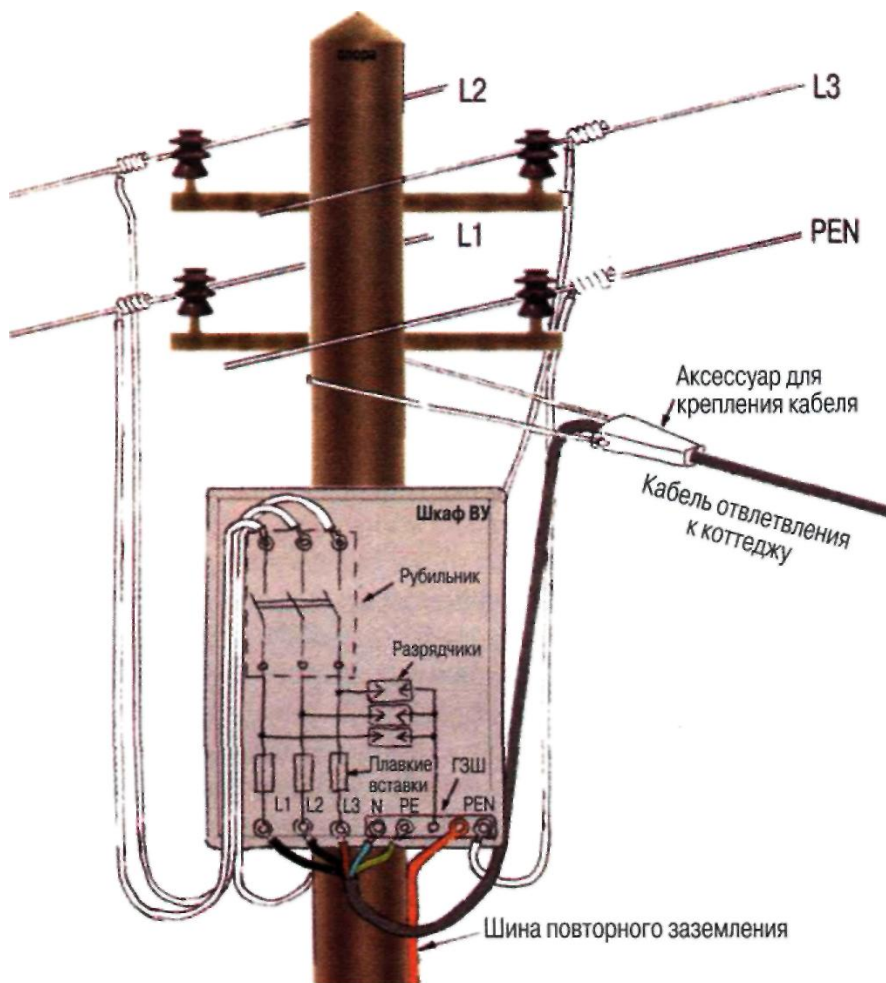


В ряде случаев вводы в низкие строения целесообразно делать с подставного столба. Спуск по столбу в этом случае желательно делать в стальной трубе.

Проводники ввода от изоляторов до щитка должны быть цельными, не иметь соединений и подключаться непосредственно к зажимам электросчётчика, главного автомата или рубильника.

## 14. Вводное устройство для коттеджа

Вводные устройства удобно устанавливать в том месте, где делается расщепление совмещённого нулевого проводника PEN. Так как расщепление должно делаться на вводе в здание, то в современном коттедже оно делается либо на опоре, от которой сделано ответвление, либо на стене коттеджа поблизости от того места, куда подходит ответвление от ВЛ или ПЛ. ВУ представляет собой небольшой атмосферостойкий шкаф с надёжным замком. Этот шкаф ВУ в любом варианте из соображений безопасности и вандалоустойчивости устанавливается на высоте более 2 м. Из соображений пожаробезопасности не рекомендуется совмещать ВУ с главным щитком и размещать его внутри коттеджа. В шкафу ВУ устанавливают рубильник или автомат (как правило, достаточно рубильника типа РБ-31), мощные плавкие вставки, защитные разрядники, систему расщепления совмещённого нулевого проводника PEN и подключения к повторному заземлению (ГЗШ). Мощные плавкие вставки обычно используют на токи не менее 130 А, при выборе меньших значений придётся часто лазить в шкаф для замены вставок. Защитные разрядники являются важным элементом системы молниезащиты. Так как в коттедже выполняется система повторного заземления, то установка системы молниезащиты становится обязательной. (Подробное рассмотрение системы молниезащиты выходит за рамки этой книги.) Система расщепления совмещённого нулевого проводника PEN представляет собой обязательно медную неизолированную шину сечением примерно 100 мм<sup>2</sup> с несколькими точками подключения (не менее 6). К одной из этих точек и подключается повторное заземление.



На рисунке показано ВУ, установленное на опоре. Вводное устройство, устанавливаемое на стене коттеджа, не имеет никаких принципиальных отличий от показанного на рисунке.

**Внимание!** Монтаж на линии и опоре нельзя выполнять самостоятельно. Его можно делать только по проекту, и работу должна выполнять только местная обслуживающая организация ИЛ.

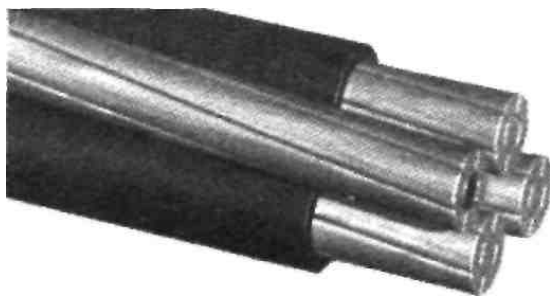
## 15. Выбор кабеля для воздушного ответвления

Обрыв или замыкание на участке воздушного ответвления от ВЛ являются одним из наиболее частых видов аварий. Поэтому решающее значение для воздушного ответвления имеют:

- прочность токонесущих жил;
- наличие наружной изоляции;
- материал наружной изоляции проводников и кабеля.

Для воздушного ответвления от ВЛ рекомендуется использовать изолированные алюминиевые кабели, лучше всего самонесущие. Алюминий в данном случае предпочтительнее, т. к. он имеет более низкую плотность, чем медь, и, следовательно, масса провода или кабеля будет меньше. Сечение каждого проводника для ответвления из соображений механической прочности ни в каких случаях не рекомендуется выбирать менее  $16 \text{ мм}^2$ . Это означает, что такой проводник может пропускать через себя долговременный ток не менее 63 А, что соответствует при однофазном вводе максимальной мощности 14 кВт, при трёхфазном — 42 кВт. Если вам этого недостаточно, можно выбрать следующее стандартное значение сечения проводников для ответвления —  $25 \text{ мм}^2$ , что соответствует току не менее 80 А, максимальной мощности при однофазном вводе 18 кВт, при трёхфазном — 53 кВт. Получить разрешение на потребление такой мощности уже практически невозможно, поэтому выбор сечения алюминиевого проводника для воздушного ответвления имеет смысл делать лишь из двух перечисленных значений: 16 и  $25 \text{ мм}^2$ . Сечение самой ВЛ, от которой делается ответвление, обычно не менее  $25 \text{ мм}^2$ , но если сечение линии больше этой величины и вы не хотите тащить заземление на опору, делайте ответвление такого же сечения, как и линия.

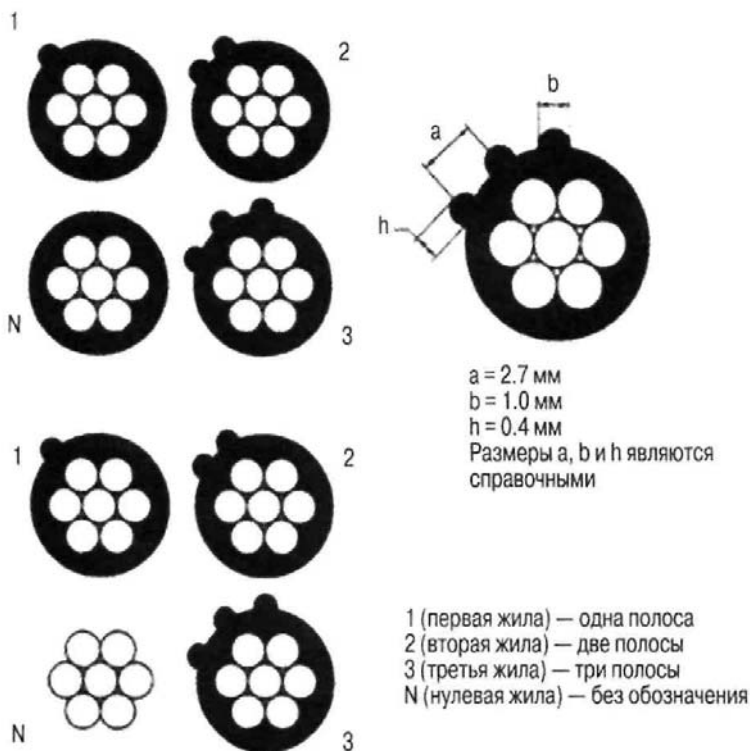
Изоляция из обычных ПВХ или полиэтилена, например у ранее широко используемых для воздушного ответвления кабелей марок АВВГ и АВТ, сильно подвержена фотодеструкции и поэтому быстро становится хрупкой. В последние годы разработаны специальные самонесущие кабели типа СИП-2А, СИП-3, СИП-4,



покрытые снаружи светостабилизированным атмосферостойким полиэтиленом, очень долго не разрушающимся на открытом воздухе.

Проводящие жилы кабелей типа СИП-2А, СИП-3, СИП-4 либо выполнены из специального упрочнённого алюминиевого сплава, либо сталеалюминиевые и могут выдержать большую механическую нагрузку. Такие кабели на сегодня являются единственным правильным выбором для воздушного ответвления от ВЛ. На рисунке показаны способы маркировки проводников самонесущих кабелей.

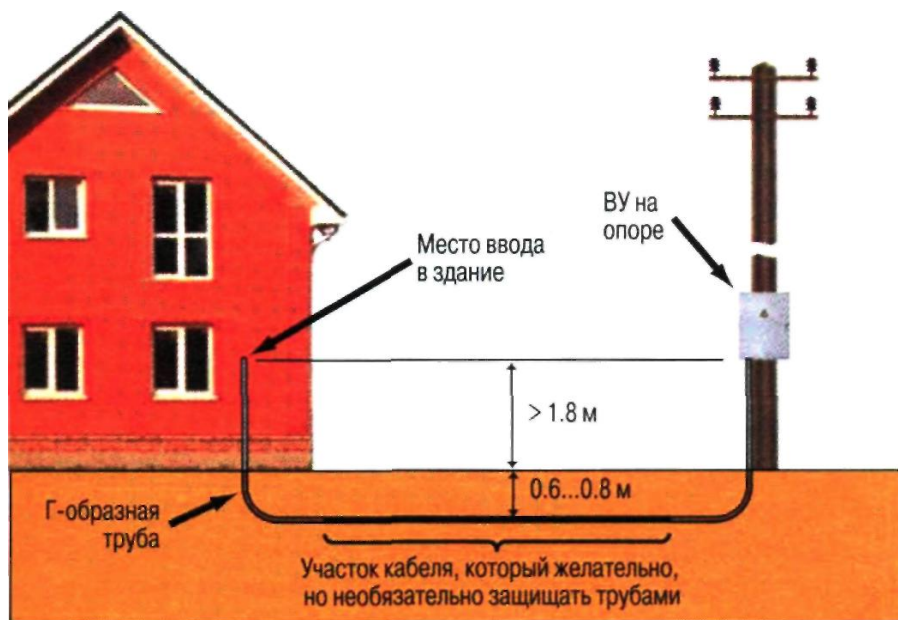
#### Маркировка жил СИП кабелей продольно выпрессованными рельефными полосами



## 16. Выбор кабеля для подземного ответвления

Теоретически подземное ответвление кажется более стабильным и безопасным видом ответвления, которое не подвержено ветровым нагрузкам, обрывам при обледенении, прикосновении длинных предметов или проезде негабаритного транспортного средства. Но всё это так, только если подземное ответвление целиком проходит по вашему участку. Представьте, что какая-то часть вашего подземного ответвления проходит по улице или, не дай Бог, по соседнему участку, а ваш сосед решил подключиться к водопроводу и нанял гастарбайтеров, чтобы копать канаву как раз через то место, где проходит ваша линия подземного ответвления...

Начало и конец подземного ответвления от ВЛ обязательно прокладываются в защитной металлической трубе, которая выходит из земли на опору и на стену здания на высоту не менее 1.8 м. Часть подземного ответвления между начальной и конечной трубой целиком находится в грунте и может не защищаться трубой. Идеально, если на опоре или на стене здания труба будет доходить до шкафа ВУ. В грунте начальная и конечная трубы





должны доходить до глубины прокладки линии 0.6...0.8 м и иметь горизонтальный участок, длина которого не оговаривается. То есть обе трубы должны иметь Г-образную форму. Очень полезно защитить трубами и участок подземной линии между начальной и конечной трубой. Трубы не следует соединять встык. Между ними лучше оставить зазор в несколько сантиметров или сделать так, чтобы отрезки труб входили один в другой.

Подземные линии никогда не выполняются из отдельных проводников, для этого нужен кабель. После прокладки подземного ответвления траншея засыпается песком, а затем сеяным фунтом без твердых вкраплений и посторонних предметов. Решающее значение для кабеля подземного ответвления имеет прочность наружной изоляции. В качестве материала проводящих жил кабеля рекомендуется медь. Ограничений на минимальную величину сечения жил, исходящих из прочностных соображений, как у воздушных кабелей, для подземных кабелей нет. Наиболее часто используемые сечения — 6 и 10 мм<sup>2</sup>. В данном случае запас не помешает, поэтому рекомендуется использовать медный кабель с сечением жил не менее 10 мм<sup>2</sup>. Промышленностью выпускается специальный бронированный кабель типа ВБбШв (обёрнут стальной лентой под слоем ПВХ-изоляции), который бывает с тремя, четырьмя и пятью проводящими жилами. Стальные защитные трубы выбираются такого диаметра, чтобы кабель занимал не более 50% их внутреннего сечения.



# ЭЛЕКТРОПРОВОДКА

## 17. Какие бывают виды электропроводки

Электропроводка в жилых домах бывает:

- открытая (по поверхности стен и потолков);
- скрытая (под слоем штукатурки или внутри конструктивных элементов домов).

Электропроводка в кабель-каналах, открыто проложенных трубах или гофрошлангах тоже считается открытой. Открытая проводка является универсальной для всех видов помещений. Её можно устанавливать как на кирпичные и бетонные, так и на деревянные стены. Такую электропроводку рекомендуется делать в деревянных и особенно в бревенчатых домах, а также в хозяйственных и служебных постройках, таких, как сараи, гаражи, технические помещения. Открытая электропроводка более наглядна и легче подвергается ремонту и модернизации. Выполняется на высоте не менее 2 м от пола (не считая спусков к выключателям и штепсельным розеткам).

На кухнях открытую электропроводку рекомендуется делать в специальных кабель-каналах, используемых вместо плинтусов.

По противопожарным соображениям электропроводку в каменных, бетонных и кирпичных жилых помещениях в домах и на дачах лучше делать скрытой.

Согласно ГОСТ: «Изолированные провода допускается прокладывать только в трубах, коробах и на изоляторах. Не допускается прокладывать изолированные провода скрыто под штукатуркой, в бетоне, в кирпичной кладке, в пустотах строительных конструкций, а также открыто по поверхности стен и

потолков, на лотках, на тросах и других конструкциях. В этом случае должны применяться изолированные провода с защитной оболочкой или кабели».

Это означает кроме всего прочего, что прокладывать без труб и коробов можно только кабели, а не провода. Различие между кабелями и проводами иногда трудно уловить.

Согласно ГОСТ:

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КАБЕЛЬ — кабельное изделие, содержащее одну или более изолированных жил (проводников), заключённых в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров, в который может входить броня, и пригодное, в частности, для прокладки в земле и под водой.

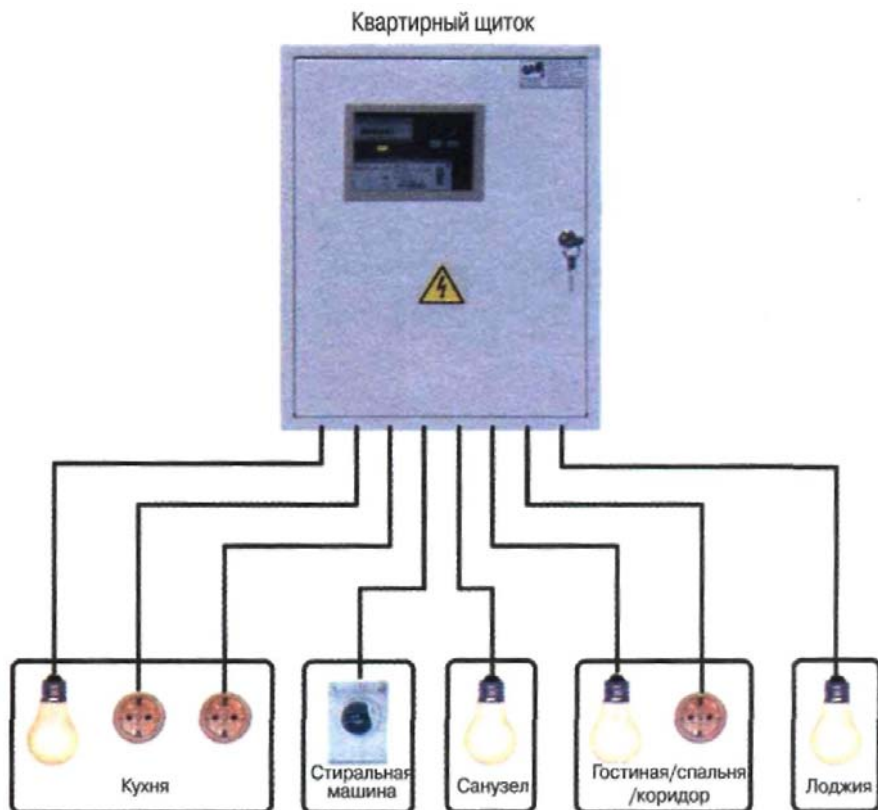
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРОВОД — кабельное изделие, содержащее одну или несколько скрученных проволок или одну или более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься легкая неметаллическая оболочка, обмотка и (или) оплётка из волокнистых материалов или проволоки, и не предназначенное, как правило, для прокладки в земле».

То есть кабель отличается от провода только оболочкой. У кабеля оболочка рассчитана на неблагоприятные условия окружающей среды, а у провода — нет. По внешнему виду отличить одно от другого довольно трудно. Наверняка отличить можно только по паспорту или этикетке.

## 18. Структура электросети для коттеджа

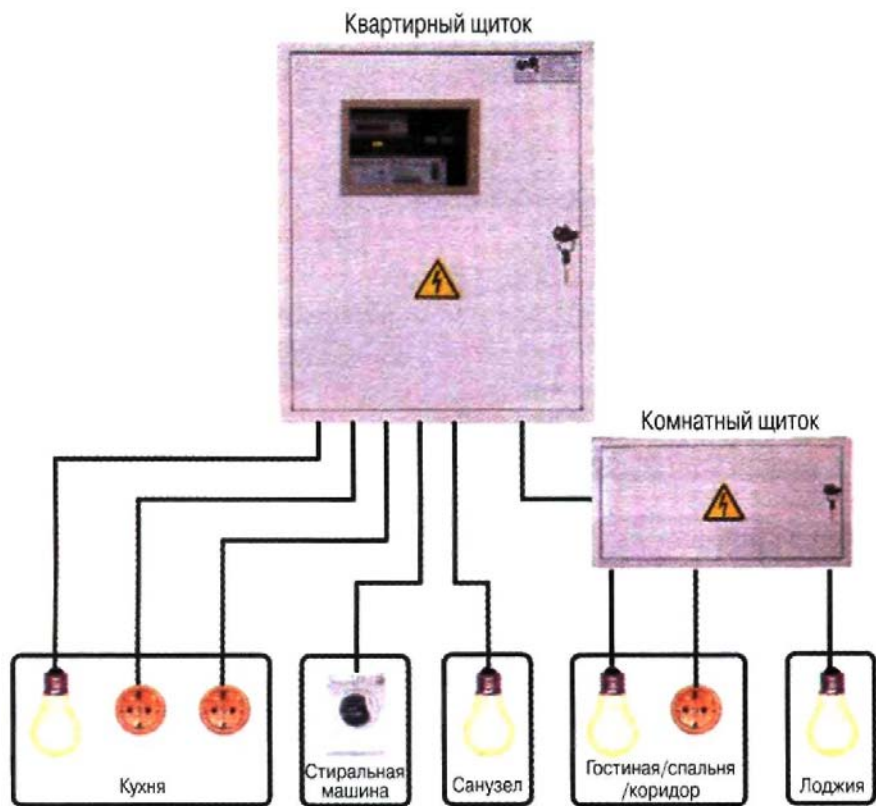
Существует много мнений на этот счёт. Согласно официальному мнению, по возможности должна применяться радиальная структура построения электропроводки от одного щитка. Безусловно, это наиболее правильно с точки зрения электротехники, но часто очень сложно и дорого.

Хорошим компромиссом является древовидная структура проводки. То есть от вводного щитка отходят радиальные линии к основным силовым потребителям, как то: бойлеры,



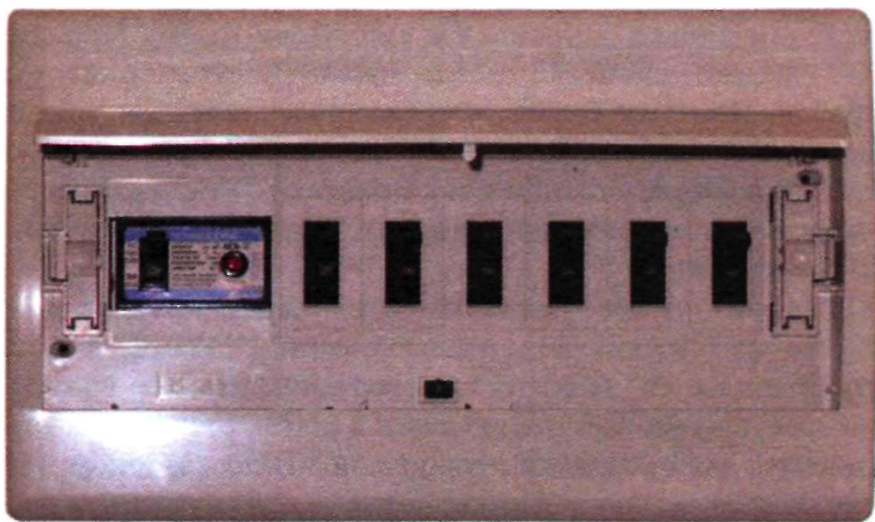
варочные панели, духовые шкафы, насосы и т. п. (не показаны на рисунке), и к малым «комнатным» щиткам. Термин «комнатный» здесь не надо понимать буквально, щиток может обслуживать в зависимости от размеров и планировки как одну комнату, так и целую группу комнат или целый этаж. На комнатных щитках проводка расщепляется на осветительную и силовую и может разводиться по комнатным потребителям (осветительным приборам и розеткам) как шлейфом, так и радиально.

Особенно удобно использовать комнатные щитки в случае применения схемы управления освещением из нескольких мест при помощи импульсных (бистабильных) реле, устанавливаемых в этих щитках на DIN-рейку. Это позволяет не тянуть к главному щитку управляющие линии от кнопок, расположенных в наиболее подходящих местах поблизости от источника освещения, и, следовательно, сократить и оптимизировать



длину проводки. Комнатные щитки устанавливаются в удобных для подхода и обслуживания местах на высоте не менее 1800 мм от пола. Нельзя устанавливать такие щитки во влажных и сырых помещениях типа ванных комнат, бань, подвалов и т. п. Существуют достаточно симпатичные «фирменные» щитки «комнатного» типа, например от компании ANAM, на разное количество потребителей — от 4 (АНВ NS) до 10 (АНВ NL), уже полностью укомплектованные УЗО и защитными автоматами.

*Обратите серьезное внимание на правильную маркировку комнатных щитков и автоматов. На каждом щитке и автомате необходимо указывать назначение типа: «розетки на кухне», «освещение на кухне», «розетки в спальне», «свет в спальне» и т. п.*



## 19. Особенности установки скрытой электропроводки

Вся скрытая электропроводка в помещениях прокладывается прямо под штукатуркой кабелем в двойной или тройной изоляции либо проводом в пластиковых или металлических гофрошлангах. Если слой штукатурки уже нанесён, в нём делается штраба, часто неправильно называемая «штробой», в которую укладывается кабель. Необходимо различать термины: штраб — выпуск из стены при кладке по четверти кирпича через кирпич для прикладки со временем другой стены или продолжения прежней (на вид просто зубчатый край стены), и штраба — канавка в бетоне, кирпиче или штукатурке для прокладки проводки или труб. Кстати, термин «штраб» — мужского рода, но, как назло, каменщики часто произносят этот термин как слово женского рода — «штраба», имея в виду именно зубчатый край стены, видимо для того, чтобы усилить путаницу. Слова «штраба» и «штраб» пришли к нам из немецкого языка, где слово *Schraffe* означает одновременно «штрих» и «растрескавшаяся скала». А слово «штроборез» — неологизм. Словообразование в русском языке происходит по собственным законам, т.е. оттого, что слышится, а так как малограмотное большинство произно-

сит «штраба», то появился «штроборез». Увы, до написания этой книги я тоже относился к «малограмотному большинству». Видимо, слово «штраба» милее русскому слуху, чем «штраба». Поэтому, боюсь, что слово «штраба» для обозначения канавки в бетоне, кирпиче или штукатурке не приживется и со временем отомрёт, но, пока этого не случилось, мы должны бороться за правильность произношения и использования терминов.

Кабель в штрабе прихватывается через каждый метр-полметра алебастром или пластиковыми скобами, а потом заштукатуривается. Пластиковые гофрошланги используются также для укладки электропроводки в бетон, стяжку или грунт и, конечно, для прокладки проводов под гипсокартоном. Пластиковые гофрошланги бывают: серые — для внутренних работ и синие — для наружных. Для укладки в деревянных конструкциях и в местах, посещаемых грызунами, требуется металлическая гофротруба или просто металлическая труба.

Кстати, положено так выбирать диаметр гофротрубы или трубы, чтобы провода и кабели занимали не более 40% площади её сечения. Если электропроводку в гофротрубах предполагается впоследствии менять, внутри должен быть оставлен зонд (специальная проволока или верёвка), отрезки гофротруб должны быть как можно более прямые от коробки до коробки, изгибы недопустимы. Иначе при попытке вытащить провод из стены вывернет всю гофротрубу. Но это скорее умозрительная ситуация, т. к. проводку меняют чрезвычайно редко, и усложнять для этого монтаж гофротрубами чаще всего нецелесообразно.

Укладка проводов и кабелей в температурные швы панельных домов недопустима. При сезонном смещении панелей они могут быть оборваны.

## **20. Геометрия прокладки скрытой проводки**

При «классической» прокладке в штрабу под потолком штраба ведётся горизонтально на расстоянии 150...400 мм от потолка с ответвлениями вертикально вниз от коробок до розеток и выключателей.



Сегодня стало «модно» осветительную ветку протягивать под потолком, как и при классической схеме, а силовую прокладывать или под полом, или по стене над полом на высоте розеток (300...400 мм от пола).





Прокладка скрытой проводки на стенах должна быть минимизирована и иметь понятную геометрию. Ориентирами поворотов и ответвлений служат щитки, коробки, розетки, выключатели, светильники и т. п. Проводка между ними должна идти по прямым линиям, параллельным или перпендикулярным полу.

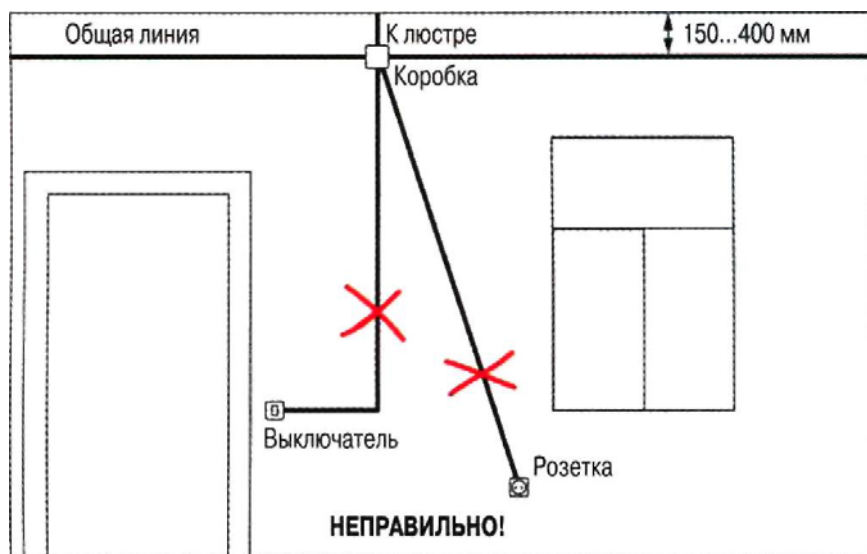
ГОСТ: «Электропроводки, жёстко закрепляемые и заделываемые в стены, должны располагаться горизонтально, вертикально или параллельно кромкам стен помещения.

Электропроводки, проложенные в строительных конструкциях без крепления, можно располагать по кратчайшему пути».

Повороты скрытой проводки в стене или прокладка под произвольным углом считаются грубыми ошибками. «Мастеров», которые вам проштрабят стену под углом, вы имеете полное право немедленно выгнать, не заплатив им. Вы оцените совет, когда попытаетесь повесить на эту стену картину.

Не рекомендуется делать длинные и глубокие горизонтальные штрабы на несущих панелях стен. Это может сильно ослабить силовой каркас здания и в конце концов вызвать обрушение.

Вертикально проложенные участки проводки должны быть удалены от углов помещения, оконных и дверных проёмов не менее чем на 100 мм. Необходимо проследить, чтобы электро-



проводка не соприкасалась с металлическими конструкциями здания. Параллельная прокладка вблизи трубопроводов с горючими веществами (газом) производится на расстоянии не менее чем 400 мм. При наличии горячих трубопроводов (отопление и горячая вода) электропроводка должна быть защищена от воздействия высокой температуры асбестовыми прокладками или необходимо применить кабель с защитным покрытием. Провода запрещается прокладывать пучками, а также с расстоянием между ними менее 3 мм.

Прокладка электропроводки по потолку и под полом подчиняется примерно тем же правилам, только коробки в полу и на потолке стараются без крайней нужды не устанавливать.

## **21. Типовые принципиальные и монтажные схемы для освещения**

Все схемы приводятся для трёхпроводной электропроводки. Если вам некуда подключать третий провод, всё равно с расчётом на будущую модернизацию используйте кабели с защитным проводником в жёлто-зелёной изоляции, но оставляйте этот проводник свободным с обоих концов.

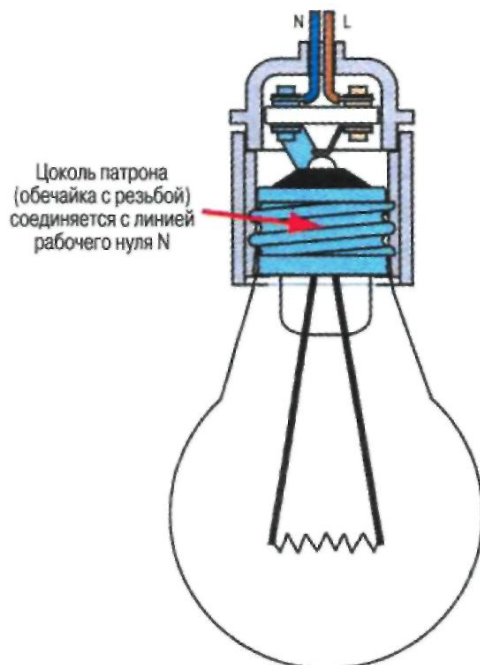
---

*Обратите внимание: выключатель всегда ставится в разрыв фазного провода L. Чтобы при смене перегоревшей лампы или при ремонте патрона работа велась не под напряжением, цоколь лампы (его наружная обечайка с резьбой) всегда соединяется с линией рабочего нуля N (см. рис.).*

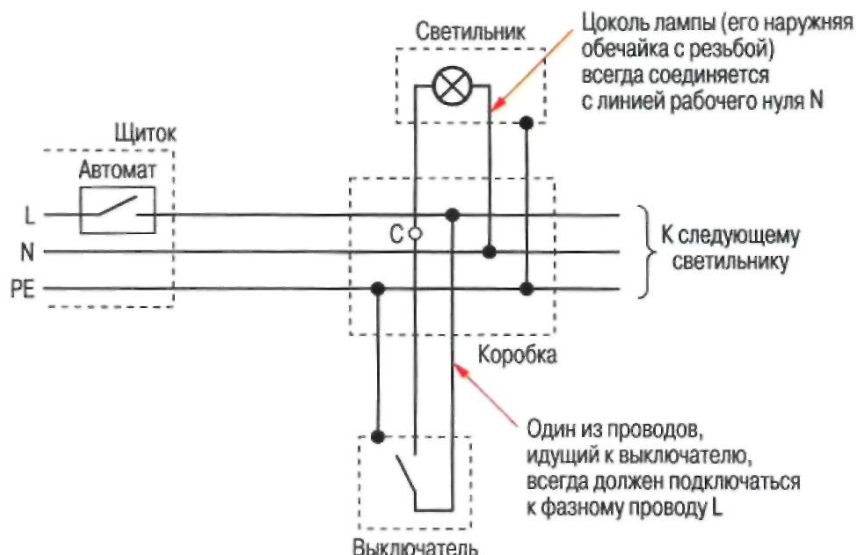
---

Рекомендуется вести монтаж осветительной сети проводниками, немного отличающимися расцветкой изоляции от проводников силовой сети и при этом не противоречащей ПУЭ, например:

- нулевой рабочий провод N — изоляция голубого цвета;
- нулевой защитный провод PE — изоляция жёлто-зелёного цвета;
- фазный провод L — изоляция красного цвета.

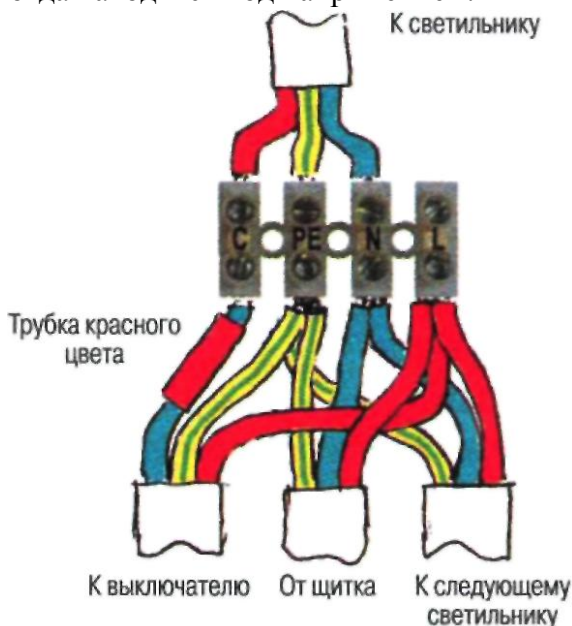


Начнём с самой простой схемы — это принципиальная схема включения обычной люстры или бра на одну лампочку:



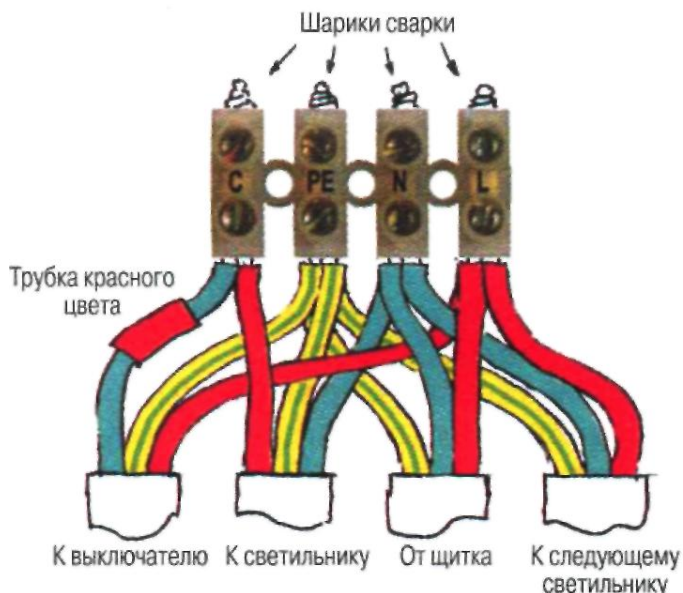
Буквой «С» на рисунке обозначена коммутируемая клемма колодки в ответвительной коробке.

При очень простой принципиальной схеме монтажная схема клеммной колодки на четыре клеммы уже достаточно сложная. Обратите внимание на расположение проводников. На проводник, идущий от выключателя к клемме «С» и имеющий голубой цвет изоляции, соответствующий линии N, надевают изолирующую трубку красного цвета, чтобы подчеркнуть, что этот проводник иногда находится под напряжением.



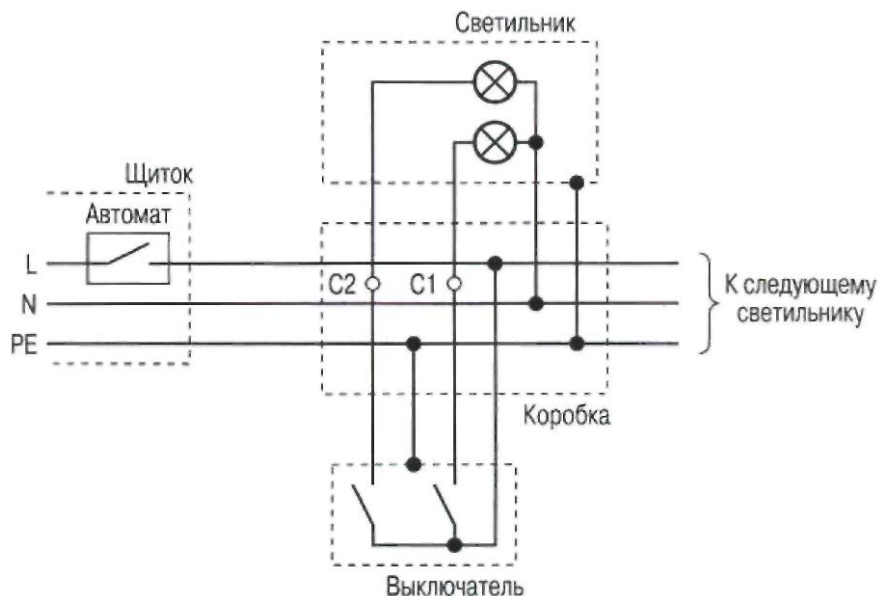
Расположение проводников достаточно стандартное, и рекомендуется в соответствующих случаях его тупо повторять, а не стараться модернизировать или изменять порядок подключения. Максимальное количество проводников, вставляемое в одно отверстие клеммы, — три. Это означает, что при стандартном для линий освещения сечении провода, равном  $1.5 \text{ мм}^2$  (диаметр 1.4 мм) диаметр отверстия клеммы должен быть не менее 3.3 мм. Желательно, чтобы каждый оголённый конец проводника проходил через всю клемму и попадал под оба крепёжных винта, но в таком случае диаметр отверстия клеммы должен быть не менее 4 мм. Некоторые предпочитают скручивать провода, вставляемые в одно отверстие клеммы, утверждая, что так соединение получается более надёжным, что выглядит вполне разумным. Еще надёжнее сварить кончики проводников этой скрутки и уж потом вставить их в отверстие клеммы. В случае использования

сварки клеммная колодка применяется только для фиксации проводников, и проводники вставляются в неё с одной стороны. Можно использовать только один винт из каждой пары для фиксации скрутки внутри клеммы. Обратите внимание, что в этом случае максимальное количество проводников, вставляемых в одно отверстие клеммы, — четыре. Это означает, что при стандартном для линий освещения сечении проводников, равном  $1.5 \text{ мм}^2$  (диаметр 1.4 мм), диаметр отверстия клеммы должен быть не менее 4 мм. Шарики сварки показаны торчащими с одной стороны из колодки только для наглядности. На самом деле такое может иметь место, только если колодка жёстко закреплена в коробке (что рекомендуется). Если же колодка не закреплена в коробке и может в ней свободно перемещаться, все металлические части, находящиеся под напряжением (в том числе и концы скруток с шариками), должны быть тщательно изолированы, например, изоляционной лентой. Лучше всего располагать сваренные скрутки в колодке таким образом, чтобы их кончики с шариками сварки не высывались из колодки.

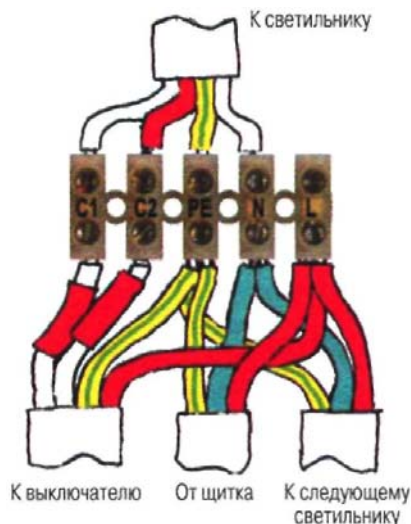


Теперь чуть более сложный вариант. Это принципиальная схема включения трёх- или пятирожковой люстры. В такой люстре имеются две группы лампочек, включающихся независимо друг от друга. Выключатель соответственно двухклавиш-

ный. Заметьте, что проводники, идущие от коробки к люстре и выключателю, — четырёхжильные.

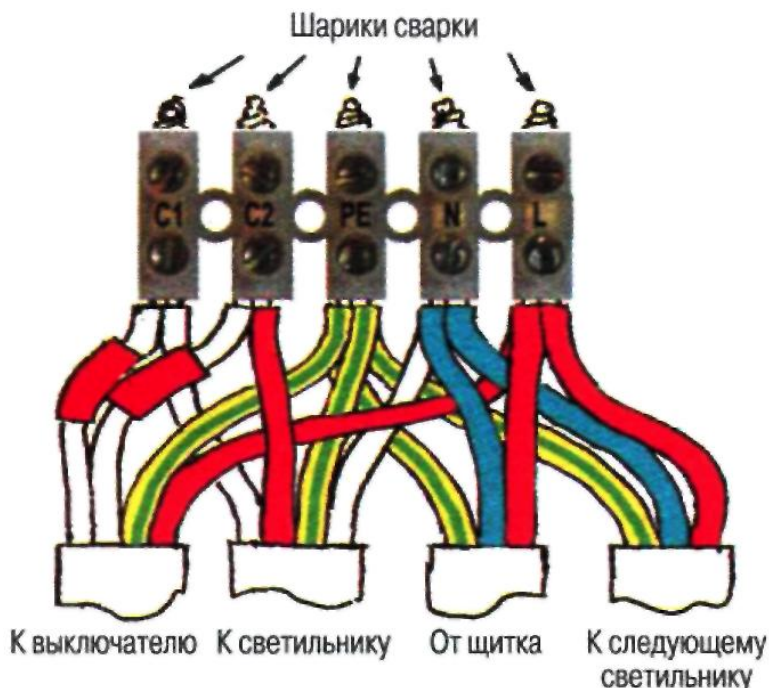


Буквами «C1» и «C2» на рисунке обозначены коммутируемые клеммы колодки в коробке. Общая точка выключателя и здесь всегда подключается к фазному проводу, а общая точка всех ламп — это соединённые вместе цоколи (наружные обечайки с резьбой) — всегда соединяется с линией рабочего нуля N.



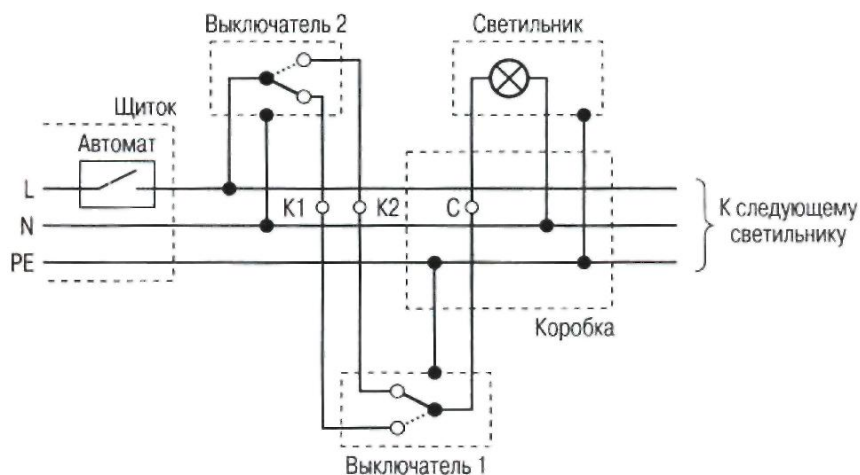
Монтажная схема клеммной колодки для обычной трёх- или пятирожковой люстры напоминает предыдущую, но колодка имеет на одну клемму больше, т. е. всего их пять. Максимальное количество проводников, вставляемых в одно отверстие клеммы, — три. Следовательно, диаметр отверстия клеммы должен быть не менее 3,3 мм.

Вариант под сварку аналогичен предыдущему, только добавляется ещё одна клемма. Диаметр отверстия клемм в клеммной колодке должен быть не менее 4 мм.

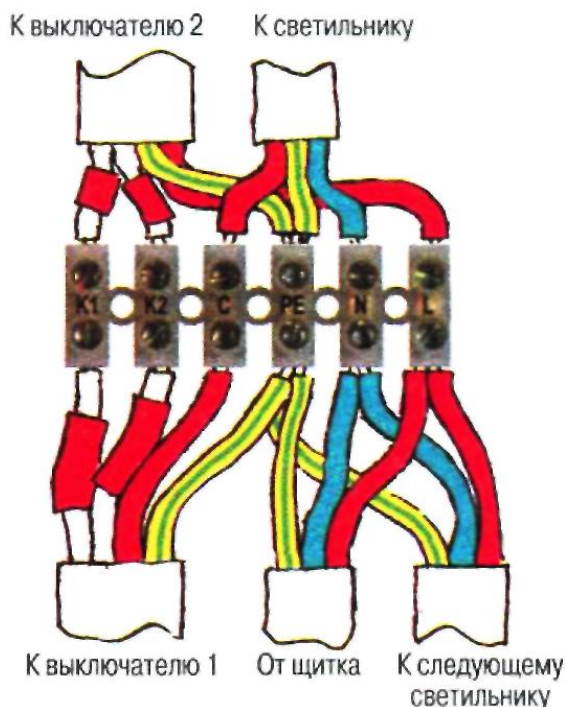


Следующей будет «коридорная», или «лестничная», схема — управление светильником от двух выключателей, расположенных в разных местах. Выключатели располагают, например, в начале или конце коридора или внизу и вверху лестничного марша. Схема имеет некоторые особенности: во-первых, в ней используются переключатели, а не выключатели, т. е. приборы, имеющие группу переключающих контактов. И во-вторых, состояние «включено/выключено» не связано с конкретным положением клавиши, т. е., изменяя положение клавиши любого переключателя, вы всегда меняете состояние системы на противоположное. Тем не менее схема довольно дешёвая и распространённая.



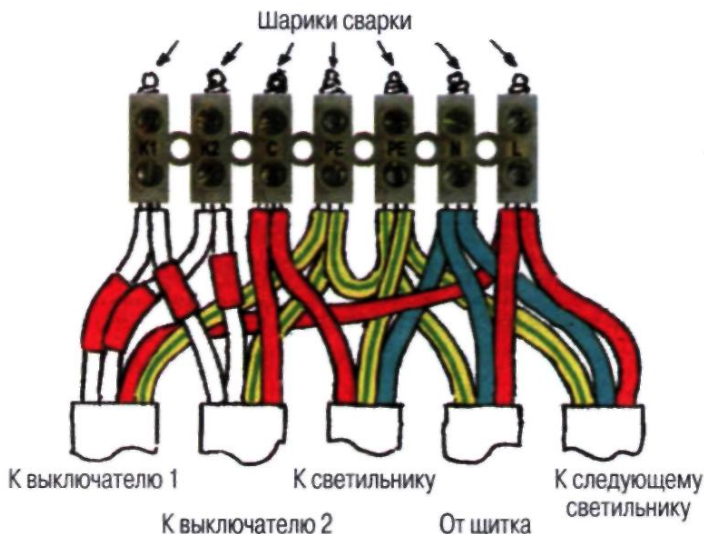


Переключатели на схеме названы «выключателями» для однообразия. Проводники, идущие к каждому переключателю, — четырёхжильные. На колодке появляются дополнительные клеммы K1 и K2, т. е. всего их становится шесть.



Максимальное количество проводников, вставляемых в одно отверстие клеммы, — три. Следовательно, диаметр отверстия клеммы должен быть не менее 3.3 мм.



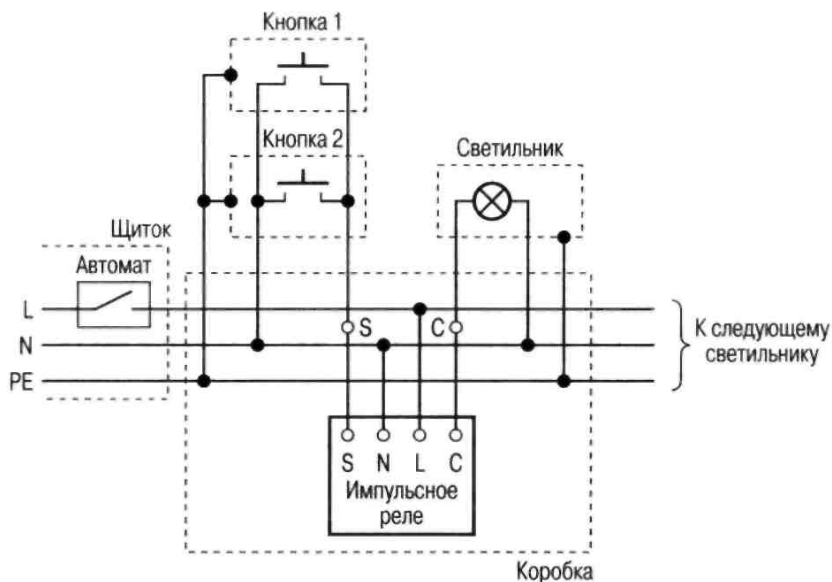


Вариант под сварку тоже подобен предыдущим, но клемм становится семь, т. к. больше четырёх проводников сваривать затруднительно, поэтому клемму РЕ приходится разносить на два отверстия. Убедитесь, что проводники РЕ, идущие от щитка и к следующему светильнику, попали в одно и то же гнездо колодки. Диаметр отверстия клемм в колодке должен быть не менее 4 мм. Надо заметить, что длинная колодка с семью клеммами (примерно 75 мм длиной) требует применения ответвительной коробки больших размеров или разделения на несколько частей, что не всегда удобно.

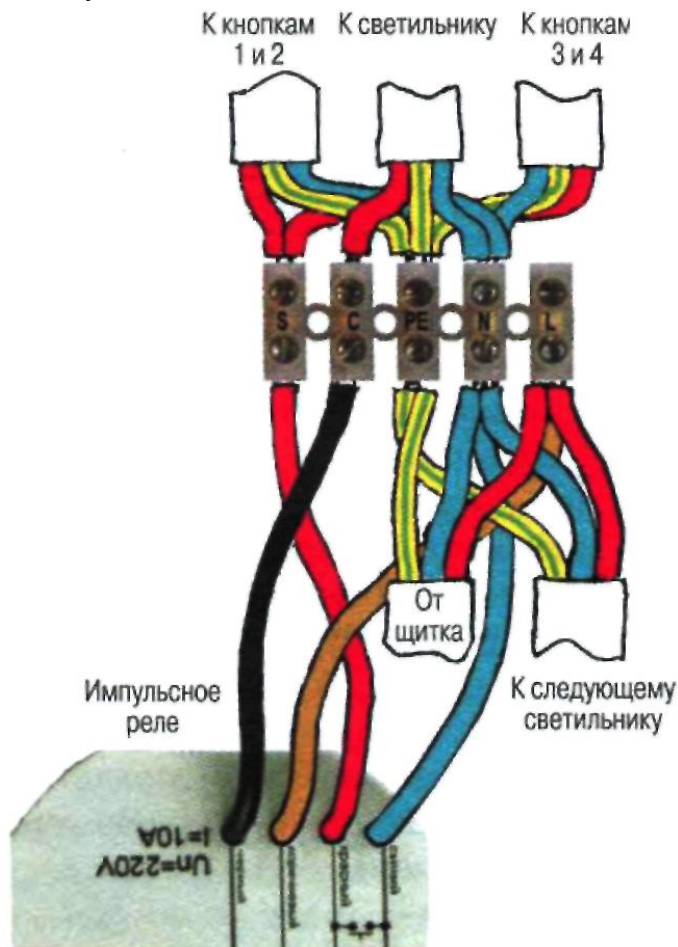
Последняя схема — это тоже вариант «лестничной» схемы, но с использованием импульсного реле. Импульсное, или, как его ещё называют, биполярное, реле позволяет управлять светильником независимо из множества точек. Количество точек не ограничивается. Управляющим элементом является простая кнопка. Первым нажатием на неё свет включается, а вторым — выключается. Применяется всё в тех же коридорах, холлах, на лестницах, т. е. в тех помещениях, у которых несколько выходов, и в спальнях. Применение в спальне необходимо пояснить. При входе в спальню удобно включить свет кнопкой у двери; далее человек, как правило, рано или поздно ложится в кровать, и выключить свет ему будет удобно прямо лежа в кровати. Поэтому ещё одну кнопку монтируют над прикроватной тумбочкой (если это кровать на двоих, то третью кнопку монтируют над второй прикроватной тумбочкой).

Конструктивно импульсные реле бывают двух видов: для монтажа на DIN-рейку и для монтажа в ответвительную коробку. Если при домашней проводке вы применяете комнатные щитки, то удобнее использовать импульсное реле для монтажа на DIN-рейку и монтировать его в ближайшем комнатном щитке. В этом случае все управляющие линии надо тянуть к комнатному щитку. Кстати, управляющие кнопки включаются параллельно, т. е. шлейфом, что сильно упрощает прокладку управляющих линий. Есть ещё один важный момент, связанный с применением импульсных реле. Управляющие линии, как правило, гальванически связаны с сетью переменного тока. Это означает, что к управляющим кнопкам надо вести трёхпроводные линии и подключать корпус к защитному нулю РЕ.

Если же у вас нет комнатного щитка или он далеко расположен, удобнее использовать импульсное реле для монтажа в ответвительную коробку. Не забудьте, что в этой коробке будет располагаться помимо клеммной колодки ещё и само импульсное реле, а значит, надо предусмотреть для него место. Коробка должна быть или больше по размерам, или глубже на толщину импульсного реле. Это должна быть та коробка, от которой идёт линия к светильнику на потолке. В этом варианте все управляющие линии надо тянуть к этой ответвительной коробке. Именно этот случай и показан на схеме.



На рисунке буквой «С» обозначена коммутируемая клемма, а буквой «S» — клемма переключения. Проводники, идущие к кнопкам, могут быть небольшого сечения, обычно  $0.35 \text{ мм}^2$ .

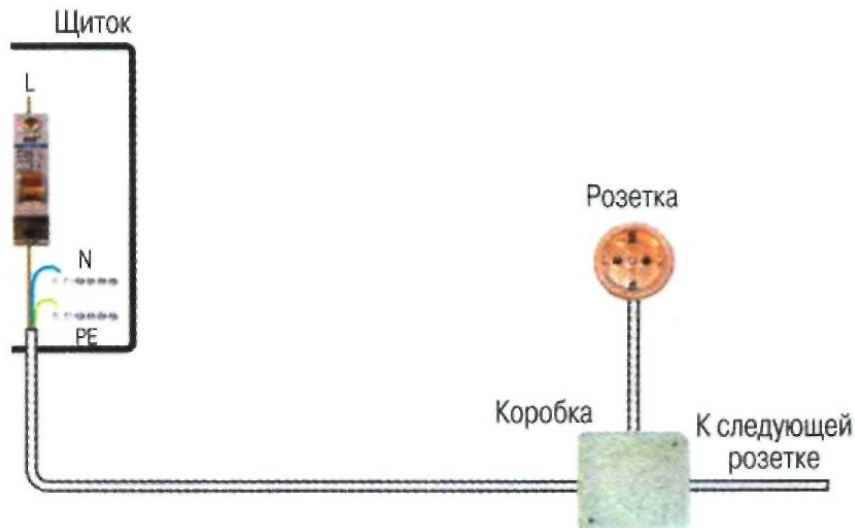


На рисунке специально показаны проводники, идущие к кнопкам 3 и 4, которых нет на схеме, чтобы иллюстрировать, как подключать кнопки, удалённые друг от друга в противоположных направлениях на большое расстояние.

## 22. Принципы построения электросети для коттеджа

Фраза «для коттеджа» в заголовке данной главы не должна вводить вас в заблуждение. Имеется в виду «с максимальным размахом». Подразумевается, что в коттедже, в отличие от квартиры, максимальный размах будет более уместен.

Силовая часть сети строится так: кабель от автомата идёт к ответвительной коробке, от коробки кабель идёт к розетке и ещё один кабель шлейфом — к следующей коробке. От следующей коробки — к следующей розетке и ещё один кабель далее и т. п. И так до четырёх коробок на одном шлейфе.



Осветительная часть сети, как правило, строится так: кабель от автомата идёт к ответвительной коробке, от коробки кабель идёт к светильнику и к выключателю и ещё один кабель шлейфом — к следующей коробке.



За рубежом для осветительной части домашней электросети используются два вида стандартных коробок со встроенными клеммами — ответвительные и потолочные. Для проводов осветительной части домашней электросети используется кабель с проводниками, отличающимися цветом изоляции от проводов силовой сети, что позволяет отличить осветительную проводку от силовой на всём её протяжении. Стандартная ответвительная коробка имеет внутри четыре двухклеммные колодки, а стандартная потолочная — четыре трёхклеммные колодки и два выступа для крепления проводников от светильника.



Это довольно удобно, но редко встречается в России. В нашей стране используются стандартные изолированные клеммные колодки в виде гребёнок в стандартных ответвительных коробках.

Для ответвления сетевого кабеля потребуется три клеммы, а для подключения светильника и выключателя — четыре, для двухступенчатого выключателя — пять.

## 23. Принципы построения квартирной электросети

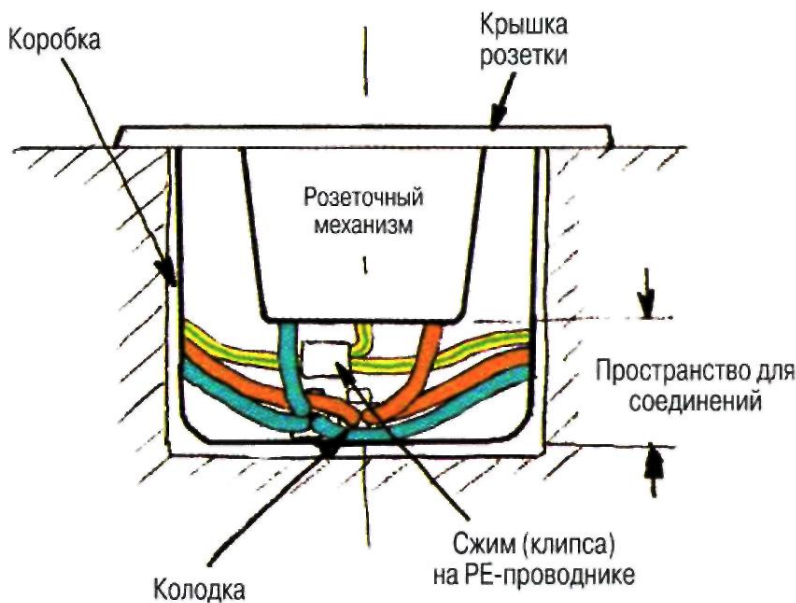
Всё сказанное насчёт электросети в коттедже может быть применено и в квартире, но небольшая площадь большинства наших квартир предполагает не то чтобы экономию, а более скромный размах при прокладке электропроводки. Основная

мысль здесь следующая. В целях упрощения и удешевления не использовать «комнатные» щитки и ответвительные коробки.

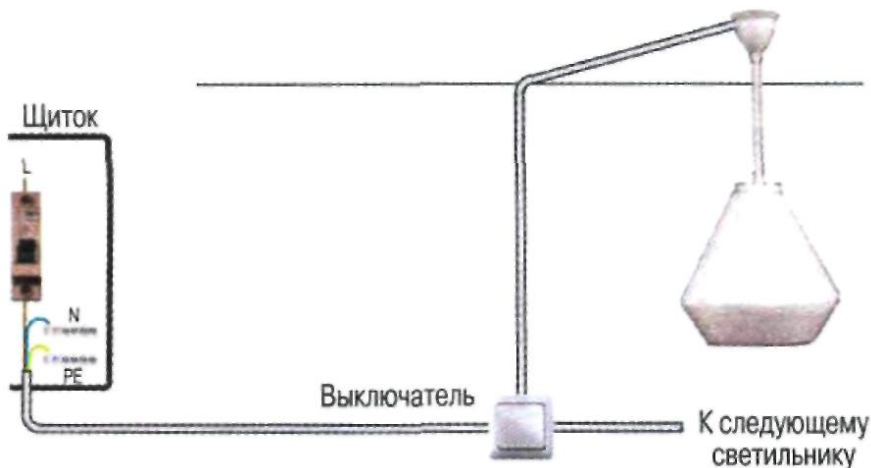
То есть силовая линия от щитка строится так: автомат -> установочная коробка под розетку -> следующая установочная коробка под розетку и так далее до четырех подряд.



Естественно, в установочные коробки ставятся розетки. Коробки должны выбираться более глубокими, чем просто под розетки, т. к. все соединения будут расположены в пространстве под механизмом розетки.



Осветительная линия строится точно так же, только вместо установочных коробок розеток используются установочные коробки выключателей. То есть автомат → установочная коробка выключателя с ответвлением от неё на светильник → следующая установочная коробка выключателя с ответвлением от неё на следующий светильник и т. п.



Совершенно аналогично выбираются установочные коробки для выключателей — они должны иметь глубину, достаточную для размещения под выключателем соединительной клеммной колодки или иной системы для соединения проводников. Подобный монтаж, может, не столь красив, но вполне имеет место быть, тем более что он гораздо дешевле описанного для коттеджа варианта. Возможно, для его самостоятельного проведения потребуется сначала получить некоторые навыки работы, т. к. вести монтаж в глубоких коробках значительно сложнее, чем в мелких.

## 24. Особенности электросети в санузлах и ванных комнатах

ПУЭ: «В ванных комнатах, душевых и санузлах должно использоваться только то электрооборудование, которое специально предназначено для установки в соответствующих зонах указанных помещений. В саунах, ванных комнатах, парилках и т. п. установка распределительных устройств и устройств управления не допускается».

Это значит, что все распределительные щитки должны располагаться за пределами ванной комнаты. Под устройствами управления в данном случае подразумеваются выключатели. Единственным исключением из правила являются выключатели со степенью защиты IP44, устанавливаемые под потолком и приводимые в действие с помощью шнура (контакт человека с выключателем должен быть полностью исключён). Под эту статью попадают и выключатели со степенью защиты IP44 с инфракрасным или радиоприводом.

ПУЭ: «В саунах, ваннных комнатах, санузлах, душевых должна применяться скрытая электропроводка. Не допускается прокладка проводов с металлическими оболочками, в металлических трубах и металлических рукавах».

Комментарии излишни. Нельзя — значит нельзя.

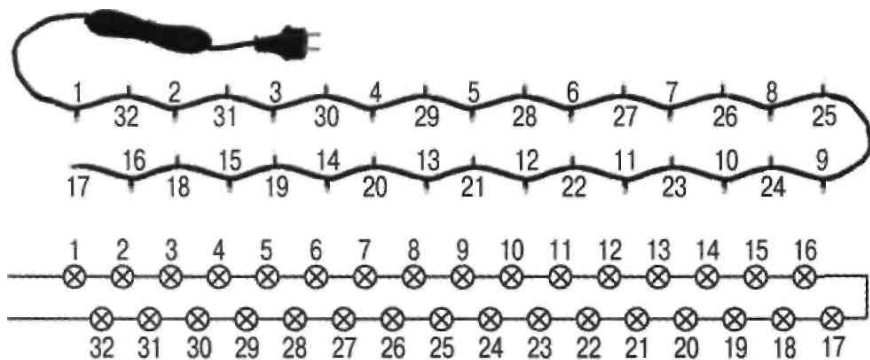


## РЕМОНТ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

### 25. Алгоритм поиска неисправностей в электропроводке

Надо чётко понимать, что для поиска неисправности в электропроводке специальные электротехнические знания не помешают, но их наличие совсем необязательно. Самое важное в таком случае — это аккуратность и системный подход.

Хрестоматийный пример системного подхода в применении к электротехнике — это поиск перегоревшей лампочки в ёлочной гирлянде.



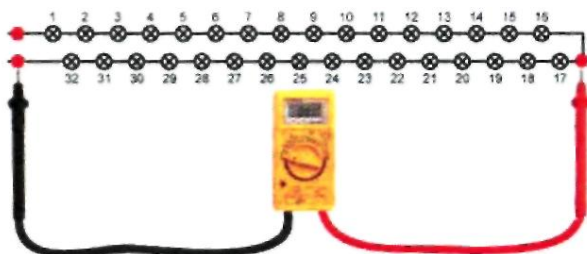
**Дано:** ёлочная гирлянда из 32 лампочек. Колбы лампочек окрашены таким образом, что невозможно понять, цела спираль или нет. Одна из лампочек по условию задачи вышла из строя. У нас имеется простейший тестер, который позволяет измерять сопротивление.

**Задача:** найти неисправную лампочку, сделав наименьшее количество измерений.

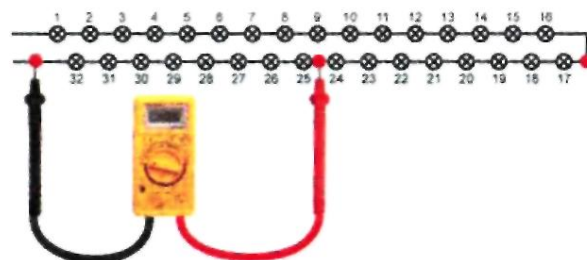
Понятно, что при последовательном измерении сопротивления каждой лампочки в худшем случае придётся сделать 31 измерение. Это решение «в лоб» предполагает, что измеряющий — это очень старательный, но туповатый человек, имеющий к тому же много свободного времени, которое он тратит на проверку лампочек. В наш век космических скоростей и невероятного развития изощрённого разума мы просто не можем позволить себе действовать таким образом. «Мы пойдем другим путём», как говорил опальный классик. **1-й шаг.** Разделим всю гирлянду на 2 равные по числу ламп группы и с помощью того же прибора, которым производилось 31 измерение, померяем уже не отдельную лампочку, а сопротивление целой группы ламп. Определить группу с перегоревшей лампой таким путём не составит особого труда. **2-й шаг.** Используя тот же самый алгоритм, делим группу с неисправной лампочкой ещё раз на две части и опять меряем сопротивление двух новых групп и т. д. до нахождения перегоревшей лампы (шаги 3, 4, 5). Несложно подсчитать, что, где бы ни находилась перегоревшая лампа, мы найдём её в нашей гирлянде максимум за 5 измерений, в гирлянде из 16 ламп — за 4 измерения (на рисунке перегорела лампа №23). Вот это и называется торжеством разума или использованием системного подхода. Попробуйте проделать такой фокус на досуге, и вы почувствуете себя как минимум венцом творения и повелителем неживой материи.

Поиск неисправностей в электропроводке немного сложнее не только из-за большего числа элементов, но и потому, что неисправности в ней могут быть результатом последовательного проявления целой цепочки причин и их следствий. Например, в результате ослабления винтового зажима в месте подключения шнура питания в электрокалорифере один из проводов выпал из колодки и произошло КЗ, которое, в свою очередь, вызвало срабатывание главного автомата на щитке. Естественно, это привело к обесточиванию всей или части электроустановки здания или квартиры. По этой причине появилось новое следствие — погас свет, и, что гораздо неприятнее, на самом интересном месте любимого сериала отключился телевизор. Это стало конечным проявлением данной цепочки причин и следствий, которое и заставит нас оторвать зад от дивана и, проклиная почём зря рыжих людей, тащиться искать в темноте причину аварии. Свет мог погаснуть из-за тысячи разных причин,

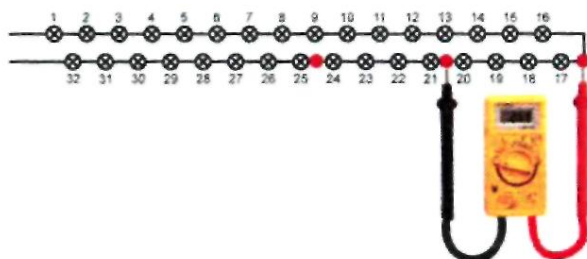
1-й шаг



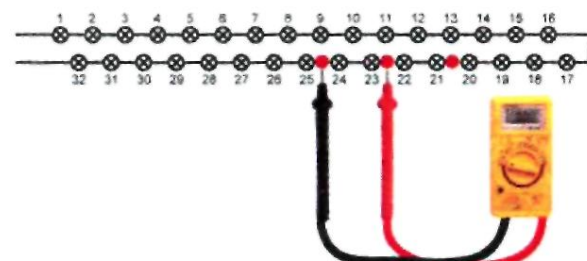
2-й шаг



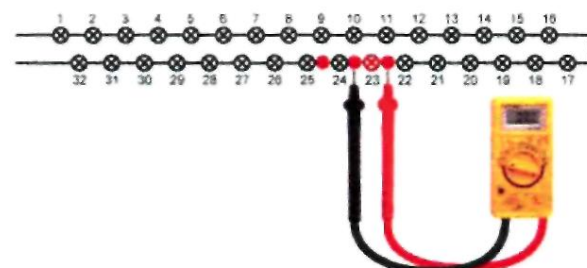
3-й шаг



4-й шаг



5-й шаг



и, выйдя на ярко освещенную лестничную площадку, мы быстро убеждаемся, что рыжие здесь ни при чём. Но как же найти действительную причину аварии? Проверять всё подряд? Мы убедились на примере с гирляндой, что это неразумно. В подобных случаях скорее спешат щёлкнуть клювиком сработавшего автомата. В нашем примере он снова сработает, так как причина (КЗ в электрокалорифере) не устранена. Значит, такое решение не подходит. Следует помнить, что *замену сгоревшего предохранителя или повторное включение автоматической защиты можно производить только после устранения причины, вызвавшей КЗ или перегрузку линии.*

Если включение в сеть электроприбора вызвало мгновенное срабатывание защиты, то почти наверняка неисправен этот прибор, кроме случая, если потребляемая им мощность, добавившись к имевшейся нагрузке линии, превысила уровень защиты. Если же защита сработала неожиданно и без явной причины, как в нашем примере, придётся отключить все электроприборы и только потом включать защитные устройства. Если же при всех отключённых электроприборах защита не срабатывает, надо снова начать последовательно подключать эти электроприборы. Когда дойдёт очередь до неисправного прибора, защита вновь сработает. Если при всех отключённых электроприборах защита всё равно срабатывает, неисправность следует искать в электропроводке. Искать неисправность в электропроводке в тёмное время суток настоятельно не рекомендуется (прощай, сериал). Следует дожидаться дня и проделать всю работу при естественном освещении. В таких случаях очень пригодятся помощник и электрическая и монтажная схемы проводки. А алгоритм поиска примерно такой же, как и в примере с гирляндой.

## 26. Ремонт осветительной проводки в потолке панельного дома

При ремонте осветительной электропроводки в панельных домах часто возникают проблемы нахождения старой электропроводки или прокладки новой. Имеет смысл разобрать самый сложный случай — замену электропроводки в потолке.

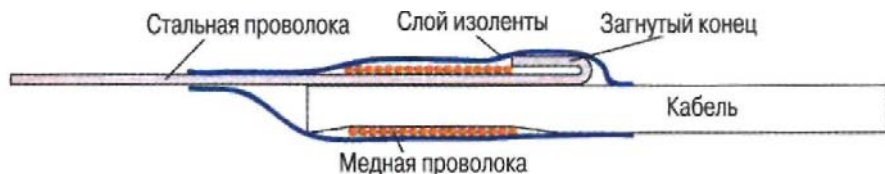
Сначала надо разобраться, как устроены перекрытия в панельных домах. Во многих домах плиты перекрытия имеют пустотные каналы по всей длине. В домах достаточно свежей постройки каналы могут быть сделаны в плитах перекрытия только для электропроводки, а вся остальная плита может быть монолитной. Осветительная электропроводка закладывалась либо в один из пустотных каналов, либо в специальный канал для электропроводки. Встречаются случаи, когда осветительная электропроводка делалась на полу этажом выше и заливалась стяжкой.

При ремонте осветительной электропроводки сначала необходимо понять, имеются ли пустотные каналы в плитах вашего перекрытия. Первое, что для этого делают, — это пробуют расковырять место вокруг выхода проводов для светильника на потолке. Как правило, в образовавшееся отверстие видно сам канал и направление укладки проводов в нём, если такой канал имеется. Специальный канал для электропроводки в монолитной плите перекрытия обычно небольшого сечения, прямоугольной формы и расположен гораздо глубже в теле плиты, чем обычный пустотный канал. Если провод от светильника уходит вертикально вверх на всю толщину плиты, то проводка проложена по полу следующего этажа.

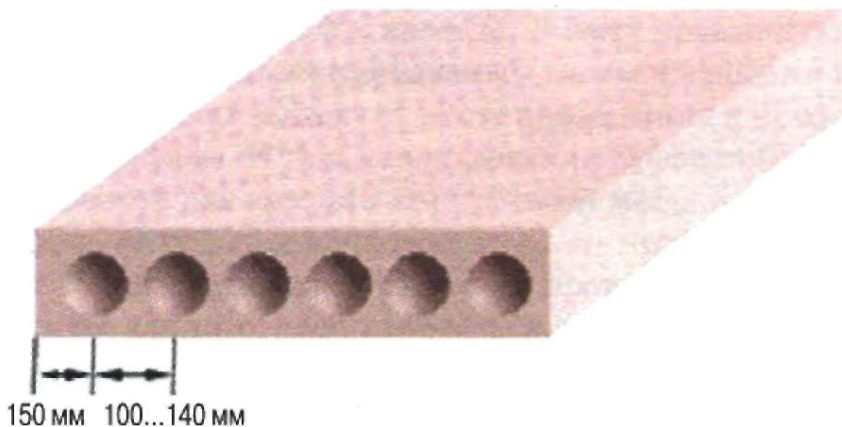
Для замены проводки в пустотном канале потребуется продолбить отверстие в потолке у стены, ведущее в этот же канал. В предполагаемом месте прохождения этого канала на потолочной плите сделайте штрабу параллельно стене глубиной не более 20 мм и длиной не более 100 мм. Так как стыки плит, лежащие на стенах, часто заливались раствором, он мог проникать в каналы на некоторое расстояние. Если при штраблении у стены канал найти не удаётся, отступите от стены на 50...70 мм и сделайте ещё одну штрабу параллельно первой.

После нахождения входа и выхода канала остаётся только протаскать через него кабели. Сначала попробуйте просунуть в канал жёсткую стальную проволоку (зонд) с загнутым передним концом (чтобы не цеплялся за неровности в канале). Затем к зонду привяжите сразу все необходимые для проводки кабели и протаскивайте их сквозь канал. Необходимо обратить внимание на два момента. Первый момент — надёжность крепе-

ния кабелей к проволоке зонда. Будет очень обидно, если при протяжке кабеля оторвутся от зонда и застрянут в канале. Тогда придётся делать всё сначала. Для надёжного крепления кабеля конец стальной проволоки зонда загибают в маленький крючок, прикладывают к нему пучок кабелей параллельно стальной проволоке на длину примерно 100 мм и туго обматывают мягкой медной проволокой в один слой. Второй момент — надо сделать так, чтобы конец пучка кабелей не цеплялся за стенки и неровности канала. Для этого место соединения пучка кабелей со стальной проволокой обматывается сверху изолейтой, обязательно закрывая концы проводов пучка. Не пренебрегайте этим советом и вы сэкономите много времени и нервов.



Если по каким-то причинам протащить кабель сквозь канал, по которому он проходил ранее, не удаётся, можно использовать любой соседний канал. Центр крайнего канала расположен примерно в 150 мм от края плиты. Каналы идут вдоль длинной стороны плиты на расстоянии друг от друга 100...140 мм в зависимости от толщины перекрытия. Сначала для минимизации дефектов потолка новый канал ищут возле стены, а затем — в окрестностях места расположения светильника. Дальнейшие действия не отличаются от описанных ранее.



Если проводка проложена по полу следующего этажа и каналы в перекрытии отсутствуют, придётся отключиться от неё и заложить новую в штрабу на потолке. Штрабу лучше делать вдоль длинной стороны плиты на глубину, равную толщине кабеля плюс 1...2 мм. Для прокладки к светильнику обычно используется плоский кабель ВВГнг-3х1.5 или ВВГнг-4х1.5, имеющий толщину примерно 4 мм, т. е. глубина штрабы должна быть около 5...6 мм.

## ПРОВОДА И КАБЕЛИ

### 27. Типы проводов и кабелей для домашней электросети

Для стационарного монтажа внутренней электропроводки рекомендуется использовать только медные однопроволочные провода и кабели в разноцветной изоляции. Использование алюминиевых проводов и кабелей для внутренней электропроводки **ЗАПРЕЩЕНО**. Многопроволочные провода малого сечения применяются там, где требуется их частый изгиб (шнуры питания, переноски), и для стационарного монтажа не рекомендуются. Тем более что они дороже однопроволочных и требуют обязательного применения дорогих трубчатых наконечников при монтаже. Однако при большом сечении жил ( $> 2.5 \text{ мм}^2$ ) использовать однопроволочные провода и кабели весьма затруднительно ввиду их большой механической жёсткости, поэтому в таких случаях используются многопроволочные провода и кабели.

Сечение проводников для электропроводки определяется величиной протекающего через них тока, а значит, должно вычисляться и указываться в проекте. В быту практически всё сводится к нескольким рекомендуемым типам проводов и кабелей, сечения которых зависят от места применения и не отличаются разнообразием. И при использовании проводников стандартных сечений для каждого конкретного места применения, как правило, получается неплохой запас по току, особенно для наиболее тонких проводов. Но расчёт производить всё равно надо, хотя бы для того, чтобы убедиться, что этот запас по току есть в наличии. При расчёте сечения выбирайте ближайшее большее значение.



Например, у вас получилось необходимое сечение проводников подводящего кабеля для воздушного подключения к опоре  $18.5 \text{ мм}^2$ , следовательно, надо выбрать кабель сечением  $25.0 \text{ мм}^2$ .

Но вернёмся к рекомендациям.

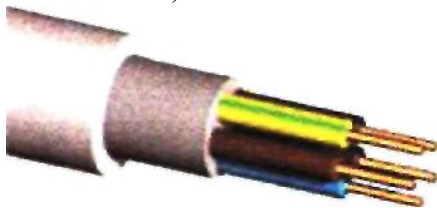
Для воздушного ответвления рекомендуется кабель (само-несущий) СИП-2А 4х16.0(25.0) или СИП-2А 5х16.0(25.0),



Для подземного ответвления рекомендуется бронированный кабель ВББШв 4х6.0(10.0) или ВББШв 5х6.0(10.0).



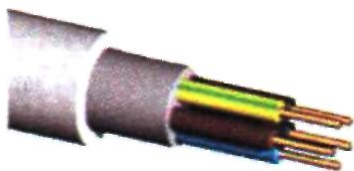
Для подключения к этажному щитку на площадке рекомендуется кабель NYM-5х6.0(10.0) или NYM-3х6.0(10.0) (NYM читается по-немецки «нюм»).



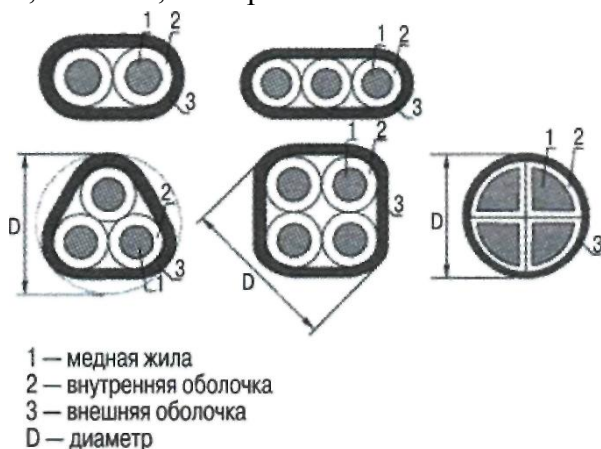
Для соединения главного щитка в квартире/коттедже и комнатных или этажных щитков рекомендуется кабель NYM-5х4.0(6.0) или NYM-3х6.0(10.0).



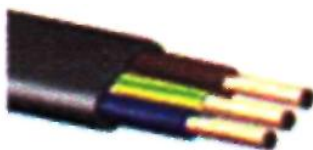
Для подключения отдельных мощных потребителей рекомендуется кабель NYM-5x4.0(6.0) или NYM-3x4.0(6.0).



Для силовой части домашней сети рекомендуется кабель ВВГнг-3x2.5 или, в крайнем случае, провод ПУНП-3x2.5. Подойдёт и кабель NYM-3x2.5, но он значительно дороже. Кабель ВВГнг бывает различного вида: круглый, треугольный, квадратный, плоский, секторный.



Как правило, для внутренней электропроводки удобнее применять плоский кабель ВВГнг. Провод ПУНП бывает только плоским.



Для осветительной части домашней сети рекомендуется кабель ВВГнг-3x1.5 или провод ПУНП-3x1.5. Подойдёт и дорогой кабель NYM-3x1.5.



Для ДСУП рекомендуется одножильный провод ПВ1-1х2.5 (для соединения с розетками) и ПВ1-1х6.0 (для прочих соединений).



Для внутрищиткового монтажа рекомендуется одножильный многопроволочный провод (в зависимости от конкретного назначения бывает синего, чёрного, жёлто-зелёного цвета) типа ПВ2-1х6.0(10.0). Подойдёт и более дорогой провод типа ПВ3, ПВ4.



Обратите внимание на правильную окраску изоляции проводников выбранных вами проводов и кабелей (см. совет ниже). При покупке на рынке будет нелишним измерить диаметр жилы однопроволочного кабеля или провода штангельциркулем. Полученное значение должно соответствовать диаметру проводника на этикетке. Отличие истинного диаметра от заявленного более чем на одну десятую миллиметра в меньшую сторону совершенно недопустимо. Особенно это касается кабелей ВВГ и проводов ПУНП.

**Таблица соответствия сечений проводников их диаметру**

Сечение, мм <sup>2</sup>	0.5	0.75	1.5	2	2.5	4	6	10	16	25
Диаметр, мм	0.8	1	1.4	1.6	1.8	2.3	2.8	3.6	4.5	5.6

**Примечание.** Сечения в таблице соответствуют стандартному ряду.

## 28. Маркировка проводов для домашней электросети

Согласно ПУЭ электропроводка должна обеспечить возможность лёгкого распознавания по всей длине проводников по цветам изоляции:

- нулевой рабочий проводник (N) — голубого цвета;
- нулевой защитный проводник (PE) — жёлто-зелёного цвета;
- совмещённый нулевой проводник (PEN) — голубого цвета по всей длине и жёлто-зелёные полосы на концах (делаются с помощью специальной жёлто-зелёной изолянты или пластиковой трубки);
- фазный проводник (L) — коричневого, чёрного, белого, серого, красного, а также синего, фиолетового, розового, оранжевого и бирюзового цвета.

Это значит, что использование для прокладки домашней сети кабельной продукции с проводниками в одноцветной изоляции или без проводников в изоляции голубого и жёлто-зелёного цвета уже является нарушением ПУЭ. Для проводки силовой сети удобнее всего использовать провода и кабели со стандартной для Европы и не противоречащей ПУЭ расцветкой изоляции:

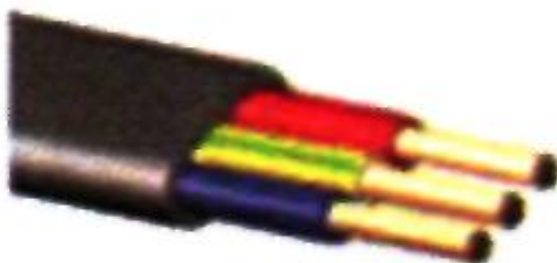
- нулевой рабочий проводник (N) — голубого цвета;
- нулевой защитный проводник (PE) — жёлто-зелёного цвета;
- фазный проводник (L) — коричневого цвета.



Во многих странах Европы для того, чтобы по любому участку провода можно было сразу отличить осветительную электропроводку от силовой, применяется разная расцветка для разных ветвей электропроводки, что очень удобно.

Для проводов осветительной электропроводки по примеру Европы можно подобрать отличную от силовой и не противоречащую ПУЭ расцветку изоляции проводников, например:

- нулевой рабочий проводник (N) — голубого цвета;
- нулевой защитный проводник (PE) — жёлто-зелёного цвета;
- фазный проводник (L) — красного цвета.



Использование кабельной продукции с правильно окрашенной изоляцией проводников поможет ускорить монтаж и избежать множества ошибок.

Так как для электропроводки к выключателю используются проводники с изоляцией той же окраски, что и вся линия, получается, что к коммутируемой клемме «С» в ответительной коробке идёт проводник в голубой изоляции, который при замкнутых контактах выключателя находится под напряжением. Чтобы этого не забыть и избежать поражения электрическим током при монтаже или ремонте, в монтажных коробках на него одевают ПВХ-манжеты красного цвета.

Кстати, при монтаже проводами в одноцветной изоляции (или проводами в изоляции нестандартных цветов) у профессиональных электриков считается правилом хорошего тона нулевой защитный проводник (PE) в плоском трёхжильном проводе пускать посередине.

В реальной жизни приобрести кабельную продукцию с нужной расцветкой изоляции проводников практически невозможно. Этого можно добиться, только заказав такую продукцию у производителя, что накладывает некоторые ограничения на минимальное заказанное количество. Изоляция проводников кабельной продукции, имеющаяся в торговой сети, как правило, окрашена совершенно диким образом или вообще не окрашена.

## 29. Выбор сечения кабеля для домашней электросети

Сначала необходимо запомнить хорошее правило: **кабель выбирается соответственно нагрузке, а защитные устройства (автоматы) — соответственно кабелю.** Какого же сечения нужно выбрать проводники кабеля, чтобы он выдержал требуемую нагрузку? Для этого надо будет кое-что вспомнить и произвести небольшие расчёты.

Электрическая нагрузка численно равна величине длительно действующего тока, проходящего через электроприбор или электрический проводник. Нагрузка характеризуется мощностью нагрузки или просто мощностью. Ток нагрузки измеряется в амперах (А), и к нагрузке прикладывается напряжение в вольтах (В).

Формула для электрической мощности:

Мощность (Вт) = Ток (А) x Напряжение (В).

Выбирая сечение проводника для определённой нагрузки, нужно знать ток, проходящий через этот проводник, в амперах. Как правило, известна мощность питаемой через проводник нагрузки в ваттах. Ток в амперах вычисляется делением мощности в ваттах на напряжение в вольтах.

Порядок выбора сечения кабеля:

1. Определить мощность нагрузки в ваттах. Суммарная мощность нагрузки для группы:  $P_{\text{макс}} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$ , Вт; где  $P_1, P_2 \dots P_n$  — мощности отдельных электроприёмников в группе, Вт.
2. Вычислить максимальный ток нагрузки ( $I_{\text{макс}}$ ) в амперах. Расчётный ток нагрузки:  $I_{\text{макс}} = P_{\text{макс}} / U$ , А; где  $U$  — рабочее напряжение, В. Обычно для однофазной нагрузки — 220 В, для трёхфазной сосредоточенной нагрузки —  $380 \text{ В} \times \sqrt{3} \approx 660 \text{ В}$ .
3. По значению вычисленного максимального потребляемого тока нагрузки ( $I_{\text{макс}}$ ) в амперах выбрать из таблицы ниже необходимое сечение проводника в мм<sup>2</sup>, исходя из конкретного количества жил и условий прокладки. Сечение выбирается по ближайшему к вычисленному большему значению тока.

### Допустимая токовая нагрузка на провода и кабели

Сечение проводника, мм <sup>2</sup>	Ток нагрузки на провода и кабели, А									
	Одножильные		Двухжильные				Трёхжильные			
	прокладка в воздухе		прокладка в воздухе		прокладка в земле		прокладка в воздухе		прокладка в земле	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
<b>1.5</b>	23		19		33		19		27	
<b>2.5</b>	30	23	27	21	44	34	25	19	38	29
<b>4</b>	41	31	38	29	55	42	35	27	49	38
<b>6</b>	50	38	50	38	70	55	42	32	60	46
<b>10</b>	80	60	70	55	105	80	55	42	90	70
<b>16</b>	100	75	90	70	135	105	75	60	115	90
<b>25</b>	140	105	115	90	175	135	95	75	150	115
<b>35</b>	170	130	140	105	210	160	120	90	180	140
<b>50</b>	215	165	175	135	265	205	145	110	225	175
<b>70</b>	270	210	215	165	320	245	180	140	275	210
<b>95</b>	330	255	260	200	385	295	220	170	330	255
<b>120</b>	385	295	300	230	445	340	260	200	385	295
<b>150</b>	440	340	350	270	505	390	305	235	435	335
<b>185</b>	510	390	405	310	570	440	350	270	500	385
<b>240</b>	605	465								

Приведём пример проверочного расчёта: в комнате находится телевизор (80 Вт), электрический чайник (2000 Вт), DVD-проигрыватель (50 Вт) и общее освещение (200 Вт). Телевизор и DVD-проигрыватель питаются от своей силовой линии, электрический чайник — от своей и от отдельной линии — общее освещение. Рассчитаем ток нагрузки для каждой линии проводки отдельно, не забывая, что, как правило, в домашней электросети сечения кабелей и проводов определяются местом применения:

- телевизор и DVD-проигрыватель (силовая проводка): 80 Вт + 50 Вт = 130 Вт;  $130 \text{ Вт} / 220 \text{ В} = 0.59 \text{ А}$ . Использование для силовой проводки проводников стандартного для силовых линий сечения 2.5 мм<sup>2</sup> означает в данном случае большой запас по току;

- электрический чайник (отдельная линия от щитка):  $2000 \text{ Вт} / 220 \text{ В} = 9.1 \text{ А}$ . Использование для отдельной линии от щитка проводников стандартного для силовых линий сечения 2.5 мм<sup>2</sup> тоже означает неплохой запас по току;

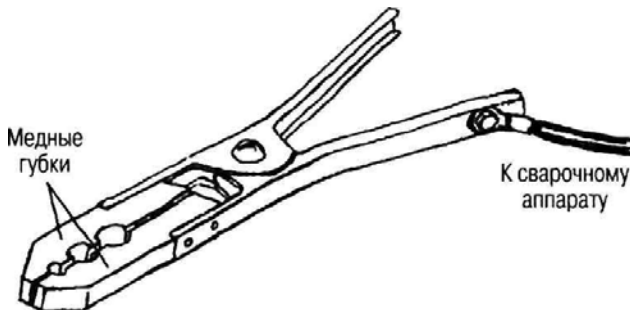
- общее освещение (осветительная проводка):  $200 \text{ Вт}/220 \text{ В} = 0.9 \text{ А}$ . Использование для осветительной проводки проводников стандартного для линий освещения сечения  $1.5 \text{ мм}^2$  означает и в этом случае большой запас по току. Большой запас потоку для всех рассчитанных случаев означает гарантию долгой и надёжной работы проводки, а вовсе не лишнюю трату денег, т. к. в таблице приводятся допустимые значения нагрузки, не вызывающие расплавления изоляции проводов.

Кстати, мы имеем запас по току даже в том случае, если все потребители питаются от одной линии. Сложив числа, получаем мощность нагрузки —  $2330 \text{ Вт}$ . Делим полученную мощность на напряжение в сети ( $220 \text{ В}$ ) и получаем силу тока в нагрузке —  $10.59 \text{ А}$ .

### 30. Способы соединения проводников

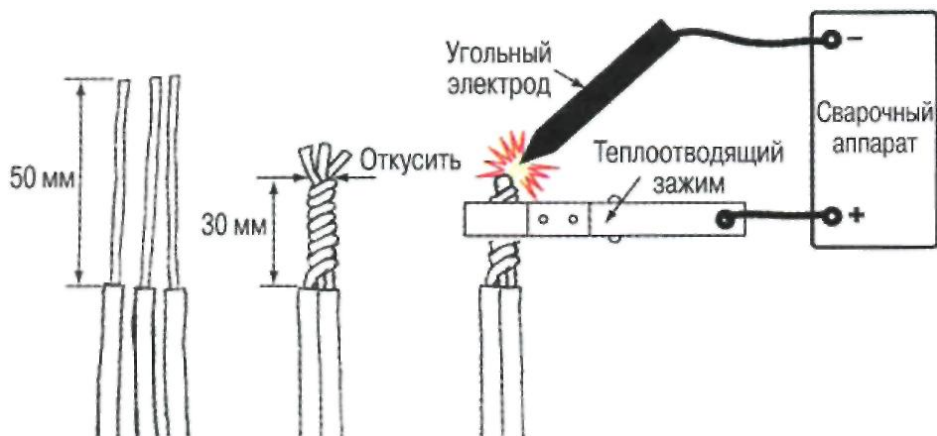
Важнейшее качество, которого добиваются при соединении проводников электропроводки, — это постоянство свойств соединения в течение достаточно долгого периода времени (десяtkи лет). Соединение и ответвление проводников электропроводки выполняется сваркой, опрессовкой, колпачками, сжимами (клипсами) или винтовыми клеммными зажимами в ответвительных коробках. В любом случае все соединения должны быть доступны.

Сварка медных проводников производится угольным или графитовым электродом с обязательным использованием специального теплоотводящего зажима, чтобы избежать обгорания изоляции проводников. Зажим имеет две толстые медные губки для отвода тепла и подвода сварочного тока и мощную пружину, которая позволяет губкам плотно обжимать скрученные провода.





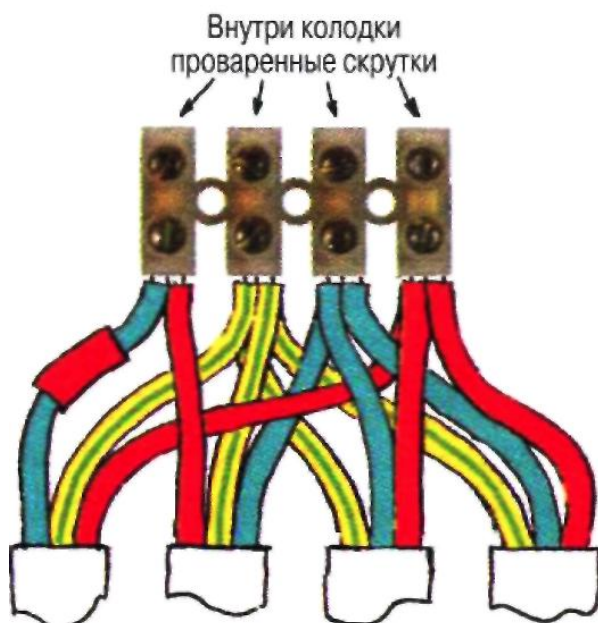
Проводники зачищают на 30...50 мм, складывают зачищенными концами в одну сторону и скручивают. Скрутка должна иметь как минимум пять витков. Скрученные проводники обкусывают кусачками до нужной длины, и потом на середину скрученной части крепят теплоотводящий зажим, к которому подключён один вывод сварочного аппарата.



Действуя угольным электродом, подключённым к другому выводу сварочного аппарата, расплавляют концы скрученных проводов, образуя при этом аккуратный шарик из расплавленного металла. Процесс сварки стараются вести как можно быстрее, чтобы ограничить количество теплоты, передаваемое свариваемым проводникам. После остывания места сварки зажим снимают и изолируют оголённые концы, например, отрезком термоусаживаемой трубки. Для сварки проводников предпочтительнее использовать любой портативный сварочный аппарат постоянного тока. Сварка ведётся на прямой полярности (на электроде «минус»). Ток не более 80 А. Специально продаются угольные и графитовые электроды любых диаметров. Хотя есть сведения, что неплохие результаты можно получить на переменном токе, используя обычный трансформатор мощностью примерно 600 Вт и напряжением холостого хода на выходной обмотке 9... 12 В. Работы необходимо производить в сварочной маске и рукавицах. Соединение получается максимально надёжным, прочным и дешёвым, но сам способ достаточно хлопотный и пока не очень у нас распространённый. Необходимо заметить, что проводники сваривают, скручивая

вместе по два, по три или по четыре, причем чем толще проводники, тем меньше их должно быть в скрутке. Удобно фиксировать сваренные проводники в стандартных клеммных колодках, не изолируя их термоусаживаемой трубкой, а просто вставляя их в колодку с одной стороны, что, правда, несколько удорожает монтаж. Зато монтаж становится надёжным и наглядным, а клеммные колодки можно применять самые дешёвые, т. к. они используются только для фиксации проводников.

Очень технологично и быстро, но менее надёжно и заметно



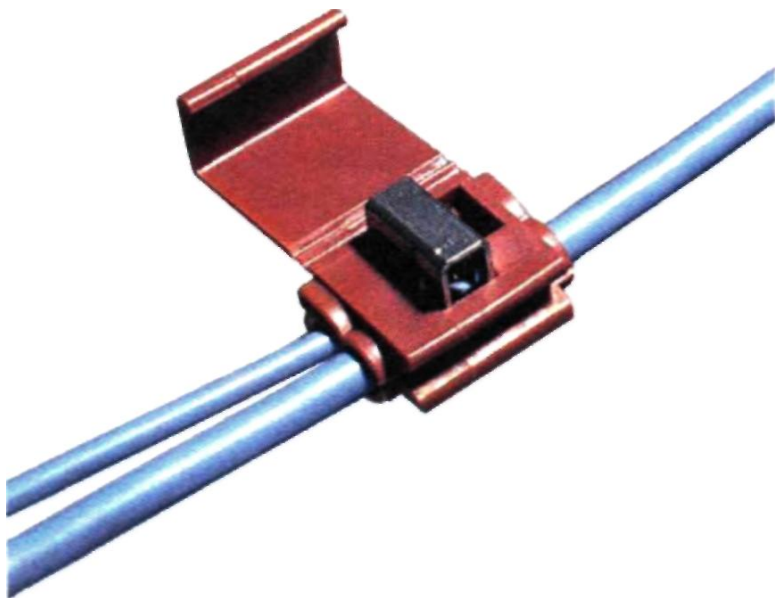
дороже, чем сварка, соединение двух проводников с помощью специальных опрессовываемых изолированных соединительных гильз.



Для исполнения ответвлений от магистрали очень популярны, но достаточно дороги ответвительные сжимы типа Werit, Scotchlok или Wago.



Соединители Scotchlok с врезным контактом не требуют зачистки проводов и великолепно справляются с функцией ответвителя. Соединение очень быстро выполняется и получается уже изолированным. Со временем качество соединения даже возрастает. Единственное требование — точно выбрать тип соединителя в зависимости от сечения соединяемых проводников. Из таблицы видно, что для силовых ветвей домашней электросети лучше применять соединитель 534, а для осветительных ветвей — соединитель 560. На рисунке показано использование довольно редкого соединителя Scotchlok 567.



**Некоторые электрические соединители Scotchlok™  
с врезным контактом, рассчитанные на напряжение 600 В.**

Внешний вид	Номер соединителя	Номинальное сечение проводника, мм <sup>2</sup>	Предельная температура, С	Цвет корпуса
	534	1.5...2.5	105	серый
	558	0.5...1.5	105	красный
	560	0.75...1.5	105	голубой
	562	3.0...4.0	105	жёлтый
	567	проходной 3.0...4.0 ответвитель 0.75...1.5	90	коричневый

Для соединения проводников также широко используют изолированные соединительные заглушки, или колпачки, которые просто навинчивают рукой на скрученные оголённые концы проводов. Надо заметить, что колпачки надёжно фиксируют только многопроволочные провода. Для однопроволочных нужно очень точно подбирать колпачок по суммарному диаметру соединяемых проводников, что достаточно сложно,

поэтому для них лучше использовать другие способы соединения. На рисунке показаны: слева в разрезе — один из самых лучших видов колпачков из серии Performance Plus производства 3М™, справа — отечественные колпачки типа КИЗ.

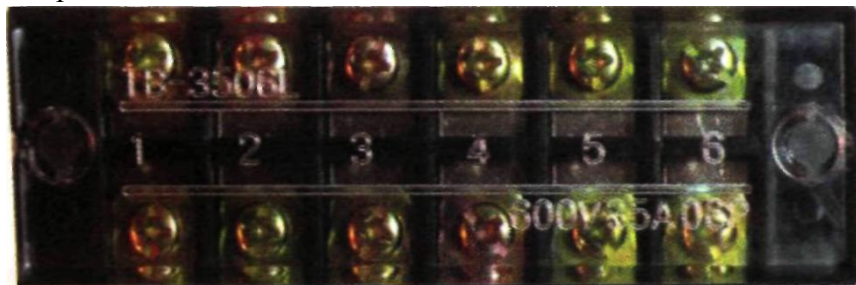


На практике в качестве основного способа соединений проводников друг с другом чаще всего используются различные виды винтовых соединительных колодок и клемм. Причём для более надёжного соединения стараются, чтобы каждый проводник проходил через всю колодку и попадал под оба крепёжных винта.

К сожалению, соединения в винтовых соединительных



колодках требуется через определённые промежутки времени протягивать, т. е. дожимать ослабевающие винты. Это очень большой недостаток подобных соединений. Значительно надёжнее клеммные колодки с квадратной шайбой, под винты которых можно подкладывать пружинные шайбы, постоянно поджимающие винтовое соединение. Но такие колодки гораздо дороже винтовых, имеют большие габариты и реже встречаются.



Категорически не рекомендуется использовать скрутку в чистом виде, т. е. без клеммных колодок, т. к. этот вид соединения из-за ухудшения контакта со временем может начать греться и вызвать возгорание.

Не рекомендуется использовать пайку. Паять медь без флюса практически невозможно, но любой флюс (даже канифоль) при нагревании разрушается, при этом образуются активные химические соединения (они, собственно, и выполняют функцию флюса), которые вызывают усиленную коррозию проводника. Контакт из-за коррозии может ухудшиться, а соединение начать греться со всеми вытекающими последствиями, которые могут выявиться через много лет. Удалить остатки флюса в реальных условиях монтажа возможно, но технически сложно. К тому же паяные соединения очень плохо переносят отрицательные температуры.

При соединении под винт рекомендуется использовать различные виды наконечников типа «штырь», «вилка» или «ушко», которые опрессовываются на концах проводов.

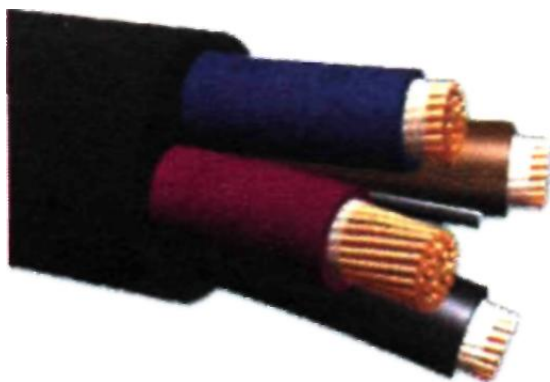


Для опрессовки наконечников и соединительных гильз следует использовать только специальные пресс-клещи, или кримпер. На рисунке показан один из лучших универсальных кримперов PressMaster™, который позволяет обжимать кабели сечением 0.75...6.0 мм<sup>2</sup>. Профили обжима могут быть разными и определяются сменными матрицами. Для обжима наконечников на проводниках, в зависимости от конкретного вида наконечника, рекомендуются овальный двухконтурный, лепестковый двухконтурный и клиновидный профили.



### 31. Приёмы работы с многопроволочными проводниками

Очень часто в электробытовых приборах, подключаемых к сети через клеммную колодку, для подключения используются гибкие многопроволочные провода.



Зажимать многопроволочные провода в клеммной колодке непосредственно **НЕПРАВИЛЬНО**. Тонкие проводнички таких проводов легко деформируются винтом клеммной колодки, пережимаются и рвутся. В результате соединение получается ненадёжным, греется, оплавляется, и в конце концов провод может отгореть или выпасть. Раньше рекомендовалось облуживать концы многопроволочных проводов. С развитием технологии опрессовки проводов для оконцовки стали применять втулочные наконечники. Очень распространены втулочные наконечники с пластмассовыми манжетами разных цветов.





Порядок опрессовки многопроволочных проводов:

- 1) подровнять конец провода кусачками (концы всех проволок должны быть одинаковой длины;
- 2) зачистить изоляцию на длину металлической гильзы наконечника;
- 3) аккуратно сформировать параллельность проволок (не скручивать!). Если проволоки скручены — аккуратно распрямить;
- 4) надеть наконечник так, чтобы пучок проволок высывался из гильзы на 0.5... 1 мм, а манжета закрывала край изоляции провода;
- 5) обжать пресс-клещами.

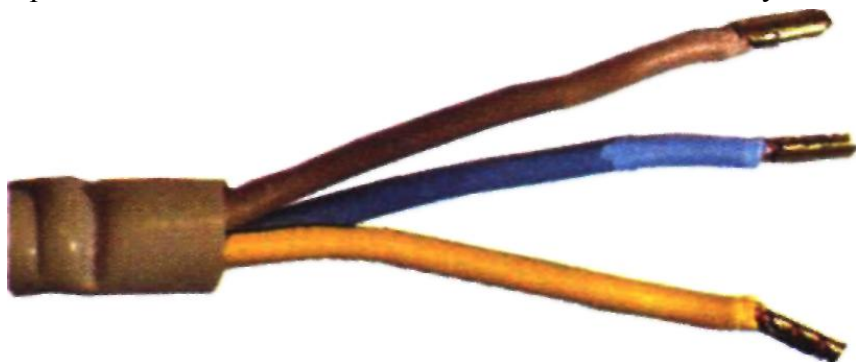
***Важно: не скручивать жилы и подобрать наконечник точно по сечению провода.***

### Цветовая маркировка втулочных наконечников с пластмассовыми манжетами

Цвет манжеты	Сечение, мм <sup>2</sup>
белый	0.5
серый	0.75
красный	1
чёрный	1.5
синий	2.5
серый	4
жёлтый	6
красный	10
синий	16
жёлтый	25
красный	35



Распространены и более дешёвые трубчатые наконечники без манжеты. Для соединения под винт также используются впрессовывающиеся наконечники в виде «вилки» или «ушка».



Наконечник впрессовывается и вставляется в клеммную колодку. Для опрессовки применяют только специальные пресс-клещи.

Использовать пайку для подготовки концов многопроводных проводников не рекомендуется, т. к. полностью удалить флюс после пайки довольно трудная и занимающая много времени задача, а остатки любого флюса со временем вызывают коррозию проводника.

## 32. Приёмы работы с плоскими проводами

К плоским проводам, называемым в просторечье «лапшой», в первую очередь относится провод в однослойной изоляции ППВ.



Этот провод не относится к рекомендуемым к использованию в современной квартире или коттедже, но тем не менее в силу очень большой популярности у населения (напрямую связанной со стоимостью) нельзя обойти вниманием некоторые особенности использования провода ППВ и похожего на него по некоторым свойствам провода в двуслойной изоляции ПУНП:

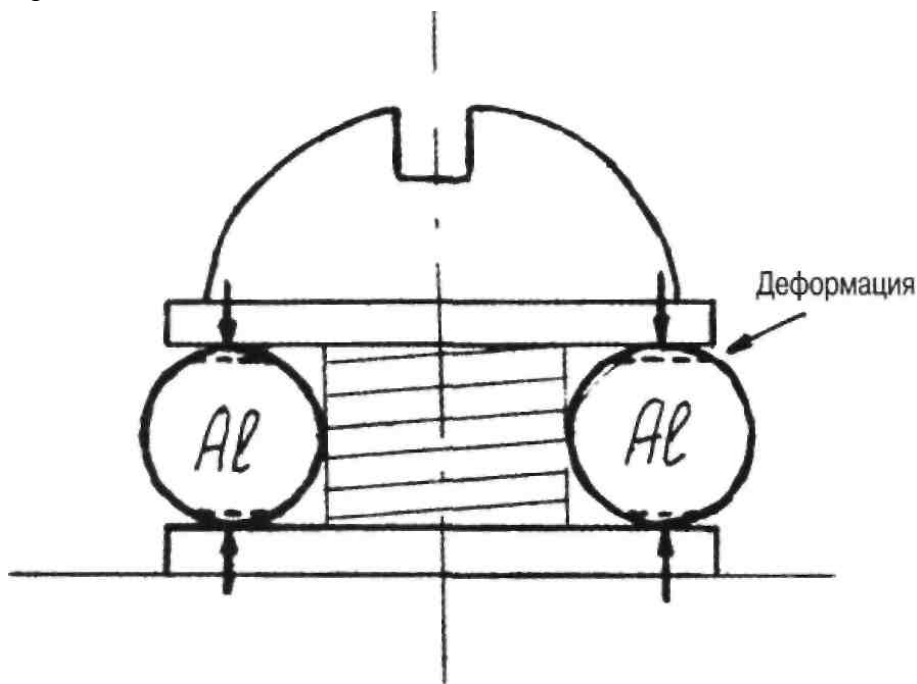
- допускается как скрытая, так и открытая прокладка плоских проводов только в трубах и коробах;
- запрещается прокладывать плоские провода скрыто под штукатуркой, в бетоне, в кирпичной кладке, в пустотах строительных конструкций;
- запрещается прокладывать плоские провода открыто по поверхности стен и потолков, на лотках, на тросах и других конструкциях;
- запрещается как скрытая, так и открытая прокладка плоских проводов в сырых помещениях и непосредственно по сгораемым основаниям;
- запрещается использование плоских проводов для подключения подвесных светильников.

Получается, что плоские провода нельзя использовать в деревянных домах. А в тех случаях, когда их можно использовать, плоские провода можно прокладывать только в коробах и трубах, к которым можно отнести все виды гофрошлангов. Это сильно уменьшает экономию от покупки дешевых проводов. Хотите прокладывать проводку открыто — используйте только кабели. Хотите прокладывать проводку скрыто без труб и гофрошлангов — тоже используйте кабели. Использование проводов, в том числе плоских, даёт некоторую экономию только при скрытой проводке в трубах и гофрошлангах. И экономия эта сомнительная, т. к. является экономией на качестве электропроводки.

### **33. Об использовании алюминиевых проводов**

Для воздушных линий вне помещений использование алюминиевых проводов и кабелей является наилучшим решением. Использование же алюминиевых проводов для внутренней элек-

тропроводки запрещено, т. к. алюминий имеет очень большую величину остаточной деформации и его поверхность на открытом воздухе всегда мгновенно покрывается тончайшей плёнкой окисла, имеющей высокое сопротивление. Рассмотрим случай, когда алюминиевый провод будет положен, например, под винт. В результате теплового расширения при повышении температуры сам винт и клемма под проводом расширяются, на алюминий будет оказываться повышенное давление, и он немного деформируется. При остывании соединения давление на алюминиевый провод уменьшается. Небольшая деформация провода сохранится до следующего момента нагрева соединения и будет накапливаться с каждым циклом нагрева/охлаждения, что в конце концов приведёт к появлению зазора в соединении. Не забываем про плёнку окисла, которая при наличии зазора резко увеличивает сопротивление контакта в этом месте. В зазоре может начаться искрение, и провод у соединения отгорит, что может вызвать пожар. Вот почему для внутренней электропроводки надо использовать только медные провода и кабели.



## ОТВЕТВИТЕЛЬНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ КОРОБКИ

### 34. Особенности работы с ответвительными или установочными коробками

Очень важный момент при создании электропроводки — это доступность соединений проводников. Основной элемент обеспечения этой доступности — использование ответвительных и установочных коробок. Как можно догадаться из названия, ответвительные коробки служат для удобного доступа к месту соединения проводников, а установочные — для установки в них электротехнического оборудования (розетки, выключатели). Кстати, ответвительные коробки часто называются ещё распределительными или даже распаечными. Термин «распаечные», на мой взгляд, несколько устарел. Здесь я называю такие коробки «ответвительными» только потому, что это слово немного короче слова «распределительные», а по смыслу разница между этими терминами несущественна. С установочными коробками немного проще. Мне встречался ещё только термин «подрозеточные» коробки. По смыслу это некое подмножество установочных коробок, используемое для установки розеток.

Часто вызывает затруднение вопрос, в какой фазе ремонта или строительства удобнее всего производить соединения проводов в коробках и монтаж установочных изделий. Надо запомнить, что наиболее благоприятный момент для соединения и ответвления проводов в коробках, установки выключателей и розеток наступает непосредственно перед окраской стен или обоев. Этот момент наиболее удобен потому, что

рамки установочных изделий должны подгоняться к финишной геометрической поверхности стен, т. е. поверхности, которая уже имеется перед окраской или оклейкой, но монтажные действия по установке установочных изделий и соединению проводов не должны нанести ущерба окончательной отделке, т. е. окрашенной или оклеенной поверхности стен.

Коробки бывают круглые и прямоугольные. Проще устанавливать круглые коробки, потому что гнездо под них можно сделать практически за одну операцию с помощью специального инструмента (коронки). Установочные коробки, как правило, всегда используют или круглые, или прямоугольные со скруглёнными углами. Ответвительные коробки маленьких размеров тоже чаще всего используются круглые, но если требуется большая коробка, то приходится использовать коробку прямоугольной формы.

#### **Размеры некоторых распространённых круглых установочных коробок**

<b>D, мм</b>	60	60	65	67	68	68	70	70	74
<b>H, мм</b>	40	62	40	46	50	65	45	60	58

#### **Размеры некоторых распространённых круглых ответвительных коробок**

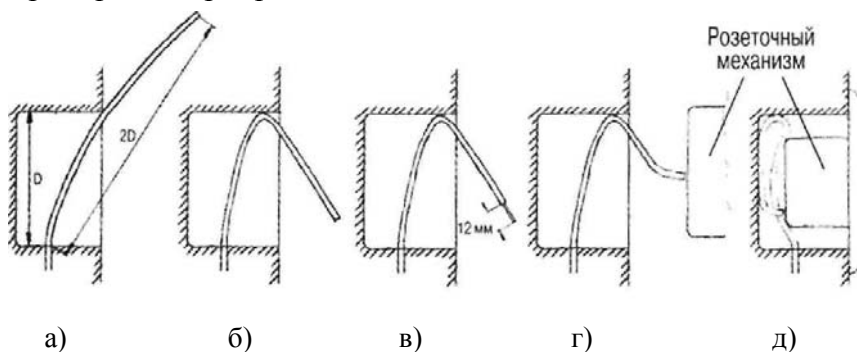
<b>D, мм</b>	60	70	70	70	80	80	80
<b>H, мм</b>	40	35	45	50	35	40	50

Старайтесь использовать коробки, глубина которых превышает высоту устанавливаемых в них механизмов минимум на 25...30 мм для того, чтобы иметь запас места для укладки проводов. Если под механизмом будут находиться соединительные сжимы или колодки, глубина коробки должна быть больше высоты механизмов минимум на 35...40 мм.

Концы проводов, вводимые в ответвительные или установочные коробки, после укладки откусываются с минимальным запасом в 120...150 мм, что в теории должно обеспечивать удобное повторное подключение и замену розетки/выключателя или

подключение к колодке. На самом деле длина провода, оставляемого в коробке, зависит от множества факторов, поэтому на этапе монтажа проводов оставляйте концы провода в коробках длиной не менее 200 мм. Всегда проще отрезать лишнее, чем наращивать или переделывать всё сначала.

Необходимо учитывать, что одножильные медные провода достаточно жёсткие, и чем толще провод, тем он жёстче. Поэтому для укладки довольно жёсткого провода сечением  $2.5 \text{ мм}^2$  в коробке под розеточным механизмом бывает удобно сформировать из него нечто вроде петли, а именно конец провода с явным изгибом посередине. Для чего в коробке оставляется конец провода длиной примерно в два диаметра коробки, который складывают пополам, да так, чтобы изгиб оказался внутри коробки. После обкусывания до нужной длины конец провода немного вытягивают, стараясь не слишком распрямлять сформированный изгиб, зачищают и вставляют в механизм. Затем механизм вставляется в коробку, при этом провод довольно легко складывается по уже сформированному изгибу, который играет роль шарнира.



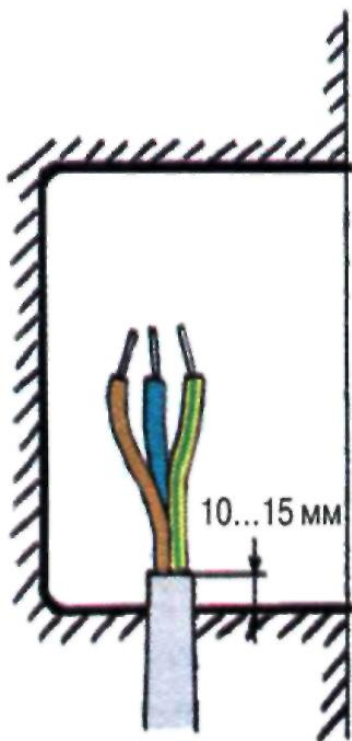
В более сложных случаях коммутации проводов в коробке оставляют запас примерно по 150...200 мм каждого провода. Потом, сгибая, но не обкусывая провод, смоделируйте его укладку в коробку вместе с тем оборудованием, которое будет там находиться. Моделируйте два случая: состояние подключения оборудования (т. е. оборудование не находится в коробке) и полностью собранное состояние (т. е. оборудование установлено в коробке). Отмечайте фломастером на проводах места, по которым их надо будет сгибать или обкусывать. Затем обкусывайте, зачищайте концы и монтируйте оборудование.

Обратите внимание на некоторые особенности.

- Провод всегда надо стараться пропускать под механизмом розетки, выключателя или под клеммной колодкой, там же обязательно оставляется запас (места под механизмом обычно достаточно много, если его мало — используйте более глубокую коробку).

- Сначала провода присоединяются к механизму, и потом механизм аккуратно устанавливается в коробку.

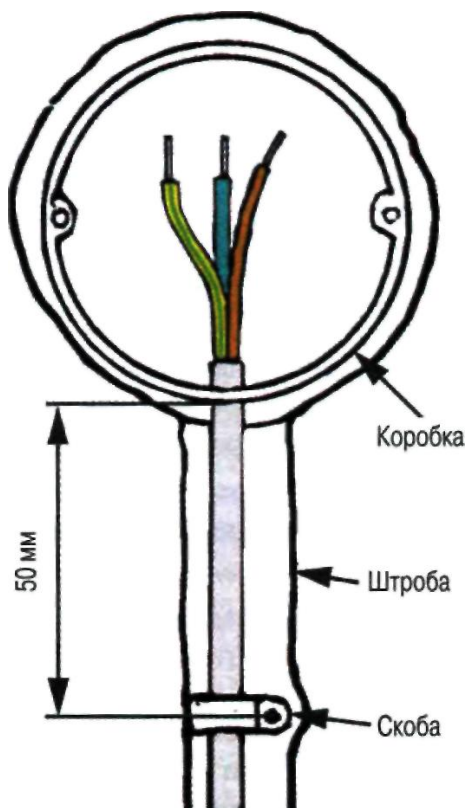
- Провода и кабели в коробку вводятся так, чтобы вырезанный участок разделительного основания или второго и третьего слоя изоляции не доходил до места ввода в коробку минимум на 10...15 мм.



Жилы проводников соединяются в коробках любым из описанных в этой книге способов, а оголённые участки изолируются изоляционной лентой или термоусаживаемой трубкой.

Изолированные концы проводников стараются укладывать в коробках таким образом, чтобы они между собой не соприкасались.

- Концы кабелей и проводов у ввода в коробку закрепляются пластиковой скобой на стене на расстоянии не более 50 мм от коробки. Обычно провод фиксируется в штрабе через каждые полметра-метр с помощью небольшого количества алебаstra. Необходимо понимать, что такой способ используется только для фиксации провода до оштукатуривания штрабы. Около коробки провод надо не просто зафиксировать, но и надёжно закрепить при любом виде проводки, т. к. конец, выходящий из коробки, будет подвергаться серьёзным механическим воздействиям при подключении механизма, которые алебастровый фиксатор может не выдержать. С этой задачей прекрасно справляется стандартная пластмассовая скоба.

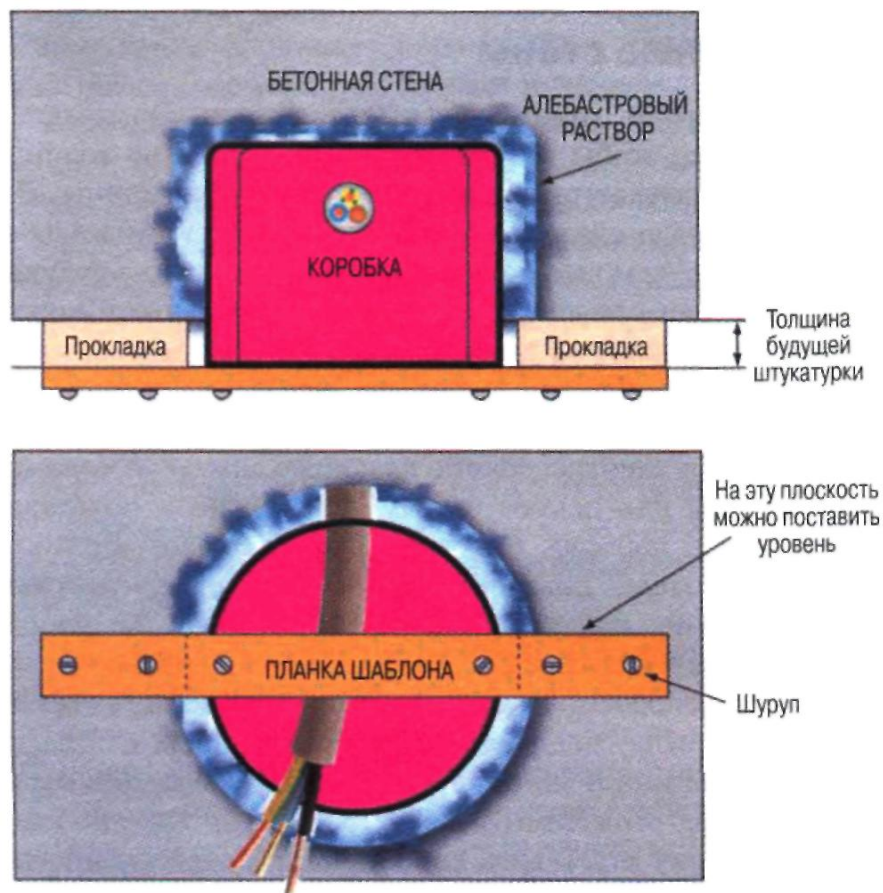




- Провод надо стараться вводить в коробку с учётом расположения вводных клемм розетки или выключателя. Заметьте, что если розеточный механизм можно установить двумя способами — клеммами вверх и клеммами вниз, что не влияет на внешний вид розетки, то механизм выключателя устанавливается только одним способом. Если получается, что ввод провода находится с неудобной стороны для подключения к механизму, оставляйте более длинным конец провода в коробке для формирования петель провода, обеспечивающих удобное подключение.
- Иногда бывает, что рамка установочного изделия после установки неплотно прилегает к стене. Обычно это вызвано тем, что установочная коробка не до конца села в предназначенное для неё место. Если коробка пластмассовая — её надо подрезать, если металлическая — подогнуть молотком.
- При использовании рамок, объединяющих розетки или выключатели в группу, удобно применять специальные коробки, также позволяющие соединять их в группу. Необходимо только учесть, что расстояние между центрами соединённых вместе коробок должно совпадать с расстоянием между центрами отверстий рамки. В Европе имеется стандарт на расстояние между центрами установочных изделий, объединённых одной рамкой, — 71 мм. Имеются соответственно коробки, соединяющиеся между собой с точно таким же межцентровым расстоянием.
- Для полых (гипсокартонных) стен выпускаются коробки, имеющие специальные крепления, хотя существуют и универсальные коробки, подходящие для любых видов стен.
- И наконец, последний момент, о котором необходимо упомянуть. Часто ответительные коробки замуровывают, заштукатуривают или клеивают обоями. Это делать категорически нельзя. Смысл применения ответительных коробок — в обеспечении доступности соединений. Применяйте коробки с крышками под цвет отделки помещения, тогда они будут не так заметны.

## 35. Монтаж коробок в бетонные или кирпичные стены

Установочные и ответвительные коробки вмазывают в свои гнёзда так, чтобы они выступали из стены на толщину слоя будущей штукатурки или другого покрытия стены. Для этого сначала надо сделать гнёзда (несквозные углубления на 5... 10 мм глубже, чем высота коробки, минус толщина будущей штукатурки, если она предполагается) специальными коронками (распространённые диаметры — 68 или 80 мм). Диаметр гнезда должен быть немного больше диаметра коробки; алебастровый раствор хорошо заполняет зазор и держит коробку. Железобетонные стены сверлят с помощью алмазной коронки. Для кирпичных или пенобетонных стен можно использовать твердосплавную коронку. Середина вырубается, и образуется круглое углубление. Возможно, но менее производительно делать углубления под коробки, обсверливая их по периметру буром и вырубая середину и промежутки. Затем сделанные любым из способов гнёзда надо смочить водой, в коробке выломать побольше подпрессовок из монтажных отверстий, даже если через них и не пойдут провода, наложить в гнездо под коробку подготовленный алебастровый раствор либо гипсовую штукатурку и вставить коробку с предварительно заведёнными проводами. Потом выставить коробку по уровню и в плоскости стены, убрать лишний раствор и дать высохнуть. Для последней операции удобно использовать простейший шаблон, представляющий собой пластиковую или деревянную планку, которая временно привинчивается на установочные отверстия в коробке, и привинченные к этой же планке две прокладки по толщине будущей штукатурки, сделанные из любого подходящего материала (фанера, пенопласт, дерево). Если штукатурка уже есть, прокладки не нужны. На планку удобно ставить уровень, по которому планка с коробкой легко и точно выставляется в горизонтальной плоскости. В плоскости стены коробка выставляется автоматически благодаря прилеганию прокладок шаблона к стене. После застывания алебастрового раствора шаблон аккуратно отвинчивается и используется для установки следующей коробки.



Подпрессовки из монтажных отверстий в коробке выламываются не для увеличения прочности установки, а для того, чтобы лишний раствор оказался не на стене, а внутри коробки, откуда он легко и аккуратно удаляется.

При разметке гнезд под установочные коробки, при объединении их в группу рамкой между центрами коробок должно быть такое же расстояние, как и между центрами отверстий рамки.

## РОЗЕТКИ И ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

### 36. Сколько штепсельных розеток должно быть в комнате

Мы все привыкли, что в комнате, где мы живем, установлено две, максимум четыре розетки, а в них включено несколько тройников и удлинителей. В США розетки в комнатах положено устанавливать через каждые два метра. Нам до этого ещё далеко, но здесь некоторое подражание будет вполне уместно.

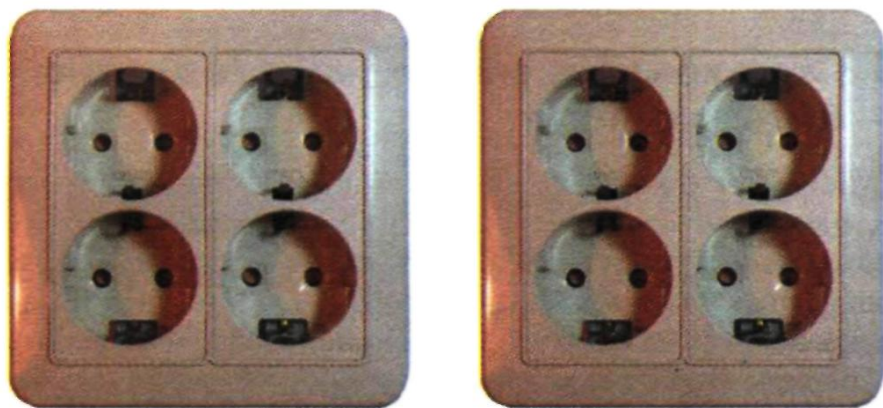
Согласно строительным правилам (СП): «В жилых комнатах квартир и общежитий должно быть установлено не менее одной розетки на ток 10(16) А на каждые полные и неполные 4 м периметра комнаты, в коридорах квартир — не менее одной розетки на каждые полные и неполные 10 м<sup>2</sup> площади коридоров...

...В кухнях квартир следует предусматривать не менее четырёх розеток на ток 10(16) А...

...В жилых комнатах допускается установка сдвоенных розеток на ток 10(16) А. В кухнях допускается установка сдвоенных розеток на ток 16 А. Сдвоенная розетка, установленная в жилой комнате, считается одной розеткой. Сдвоенная розетка, установленная в кухне, считается двумя розетками».

С минимумом мы определились. Теперь попробуем использовать здравый смысл. Количество розеток в комнате обязательно должно превышать количество стационарно включенных в них электроприборов (например, настольные лампы, радиоприёмник и телевизор) не менее чем вдвое. Не забывайте, что с каждым годом растёт число устройств, подключаемых к электросети через розетки на непродолжительное время (напри-

мер, зарядные устройства, фен, миксер и т. п.). Если в комнате для них не будет хватать розеток, придётся использовать удлинители и тройники, которые обезображивают интерьер, собирают пыль и повышают риск возникновения аварии. В местах, где установлен телевизор или комплекс бытовой аппаратуры, целесообразно установить не менее двух блоков розеток по 4 штуки в каждом.



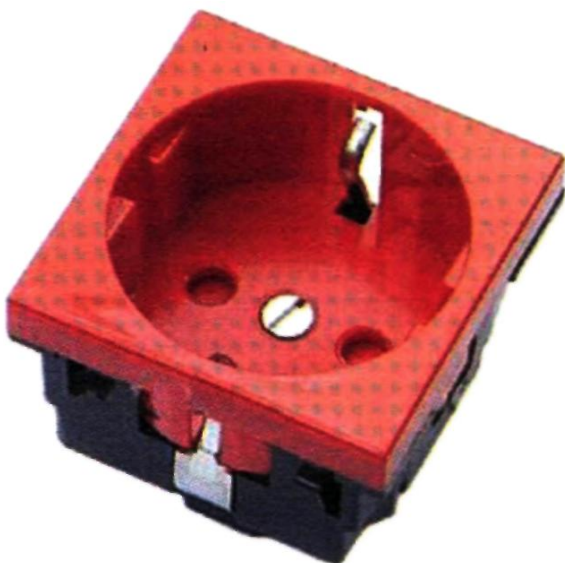
На кухне, помимо прочих, желательно иметь ещё минимум две розетки, подключённые к отдельным линиям от щитка, специально для мощных электроприборов (электрочайник, микроволновая печь и т. п.).

Особенно много розеток требуется в месте стационарного расположения компьютера. Хотя для самого компьютера нужна лишь одна розетка, для многочисленных периферийных устройств розеток требуется не менее десятка. Здесь тоже будет уместна отдельная линия от щитка, а чтобы не уродовать стены десятком розеток, удобно пользоваться специальным компьютерным удлинителем на 8... 10 гнезд, жёстко крепящимся на стену или мебель. Обратите внимание, что компьютерный удлинитель должен быть закреплён, т. е. привинчен к стене или мебели. В закреплённый удлинитель удобно вставлять и вынимать вилки, и в нём надёжно держатся адаптеры, питающие периферийную технику.

Отдельные линии желательны не только для мощных, но и для особо помехочувствительных электроприборов, требующих качественного питания и бесперебойной работы. К таким электроприборам относятся, например, компьютер и, как ни странно, холодильник. Современные холодильники, особенно дорогие модели, имеют встроенный довольно нежный микропроцессор, плохо переносящий скачки и периодические пропадания напряжения. Чтобы обеспечить его нормальную работу, приходится включать его через источник бесперебойного питания, который, если позволяет планировка жилища, эстетичнее разместить не у холодильника, а у щитка, если, конечно, использовать для питания отдельную линию.

Кстати, чтобы отличить розетки, подключённые отдельными линиями к щитку, от прочих, их делают из пластмассы красного цвета. Для таких розеток желательно использовать особо качественные механизмы, лучшие из которых имеют подпружиненные цилиндрической пружиной контакты.

В каждой жилой комнате розетки устанавливают с учётом удобства пользования электроприборами. Для качественного решения этого вопроса необходимо сделать дизайн-проект всего жилища, в котором будет учтена расстановка мебели, переносных светильников и прочего электрооборудования.

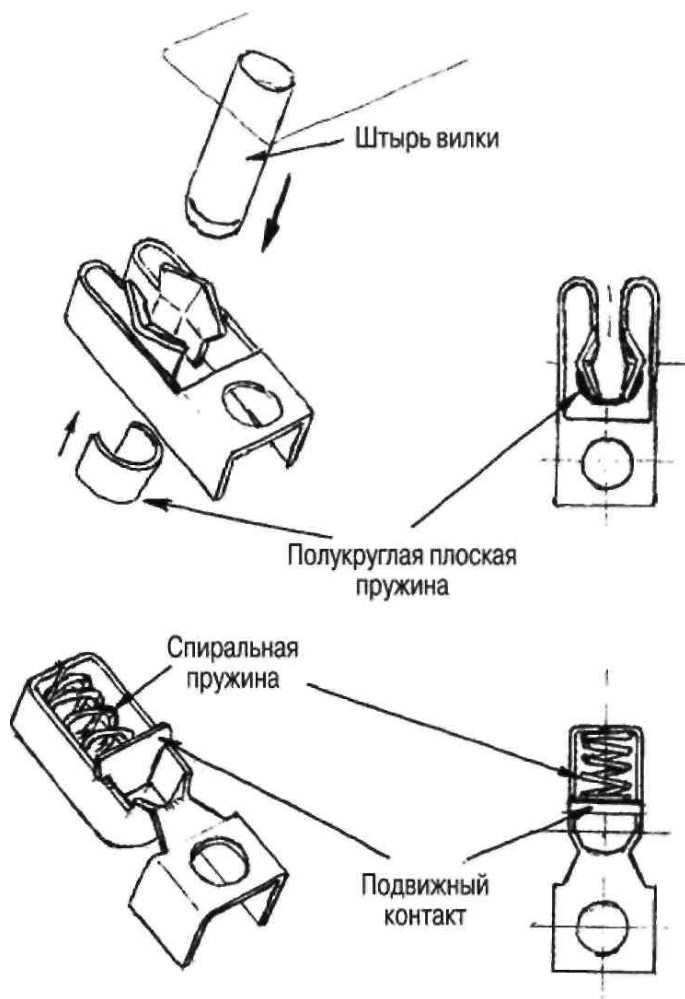


### 37. Как отличить качественные розеточные механизмы

Наверное, нет нужды специально говорить о важности электрического контакта в системе «вилка-розетка» для домашней электросети. Каждый, кто пользовался бытовыми электроприборами, должен неплохо ориентироваться в этом вопросе. Надёжность электрического контакта в системе «вилка-розетка» практически полностью определяется конструкцией контактной группы в розетке. Это значит, что *качество розеток является определяющим для домашней электросети*. Особенно важно использовать качественные розетки для электрооборудования, подключаемого отдельными линиями к щитку. В этом случае необходимо использовать отдельные розеточные механизмы, а не блоки розеток. Возникает вопрос, как отличить качественные розеточные механизмы от прочих. Как уже говорилось, главной характеристикой розеточного механизма является качество контактов.

На рисунке показаны типовые конструкции пружинных контактов розеток. Самый распространённый тип контактов показан на верхнем рисунке. Зажимание штыря вилки происходит за счёт пружинящих свойств лепестков самого бронзового контакта. Для усиления пружинящих свойств снаружи на лепестки часто, но не всегда, надевают стальную полукруглую пружину. В дешёвых розетках стальной полукруглой пружины, как правило, нет. Старайтесь избегать покупки таких розеток. Надёжность контакта зависит в первую очередь от качества материала самого контакта и стальной полукруглой пружины. Со временем в лепестках накапливаются остаточные деформации, и контакт между штырём вилки и розеткой начинает ухудшаться. На повышенном сопротивлении контакта начинает выделяться тепло, что опять же увеличивает деформацию. В конце концов или вилка перестаёт держаться в розетке, или розетка обгорает.

Второй вариант с цилиндрической пружиной и подвижным контактом намного надёжнее и долговечнее, но значительно реже встречается. Контакты такого типа используют только в



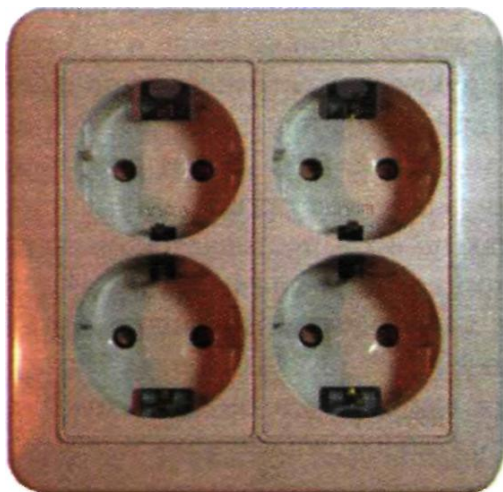
самых дорогих розетках. Однако такие контакты были довольно распространены в розетках советского производства, и, несмотря на ужасное качество исполнения, за счёт удачной конструкции контактов многие из них имели довольно большой срок службы. Сегодня дешёвые розетки с цилиндрическими пружинами в контактах на всём постсоветском пространстве делает только одно белорусское предприятие в городе Орша. Это одинарные розетки для открытой проводки типа РА 10-016 и для скрытой проводки РС 16-102. Из-за неказистого внешнего вида и использования для корпуса дешёвой пластмассы их можно рекомендовать только для установки в подсобных помещениях и строениях.



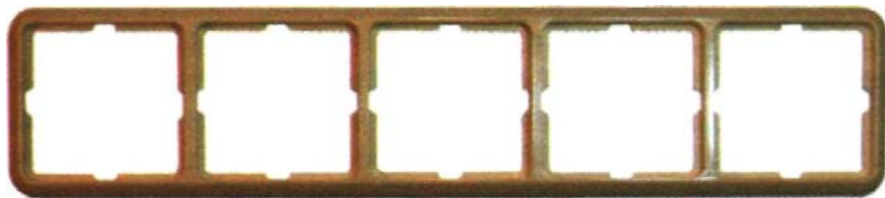
Основная проблема при покупке розеток заключается в том, что продавцы не имеют ни малейшего понятия о конструкции розетки и тем более о её контактах. Разбирать механизм при покупке, как правило, не разрешают. Информационные материалы производителя тоже обычно не дают полного представления о конструкции контактов. Конечно, можно купить один механизм и разобрать его, но это совсем не дешёвый и хлопотный способ. Остаётся только надеяться на бренд. Самые известные в нашей стране бренды: Gira, ABB, Bekker, Siemens. Любые дорогие розеточные механизмы мировых брендов имеют высокую надёжность и большой срок службы при любой конструкции контактов. Поэтому, если вам нужны надёжные розетки, не экономьте.

### **38. Подключение розеточных групп домашней силовой электросети**

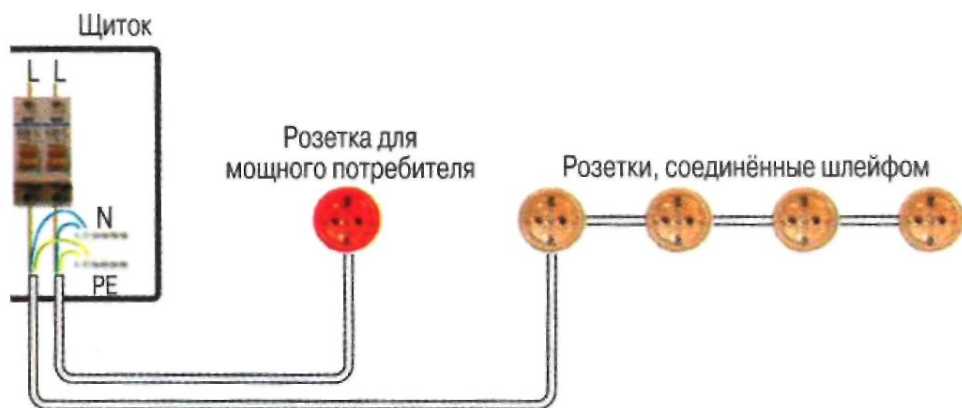
Розетки в современном жилище стали очень большой необходимостью. Их число может достигать нескольких десятков на комнату. Поэтому остро встал вопрос о способе их подключения к щитку. Несколько облегчает положение использование розеточных блоков (бывают до 4-х розеток в блоке), т. к. розетки внутри блока уже электрически соединены. Такой блок при подключении шлейфом в жилых комнатах (но не на кухне) считается как одна розетка.



Часто используются накладные рамки, объединяющие розеточные механизмы вместе. Выглядит это как блок, но в действительности блоком не является, т. к. требуется электрическое соединение розеток.



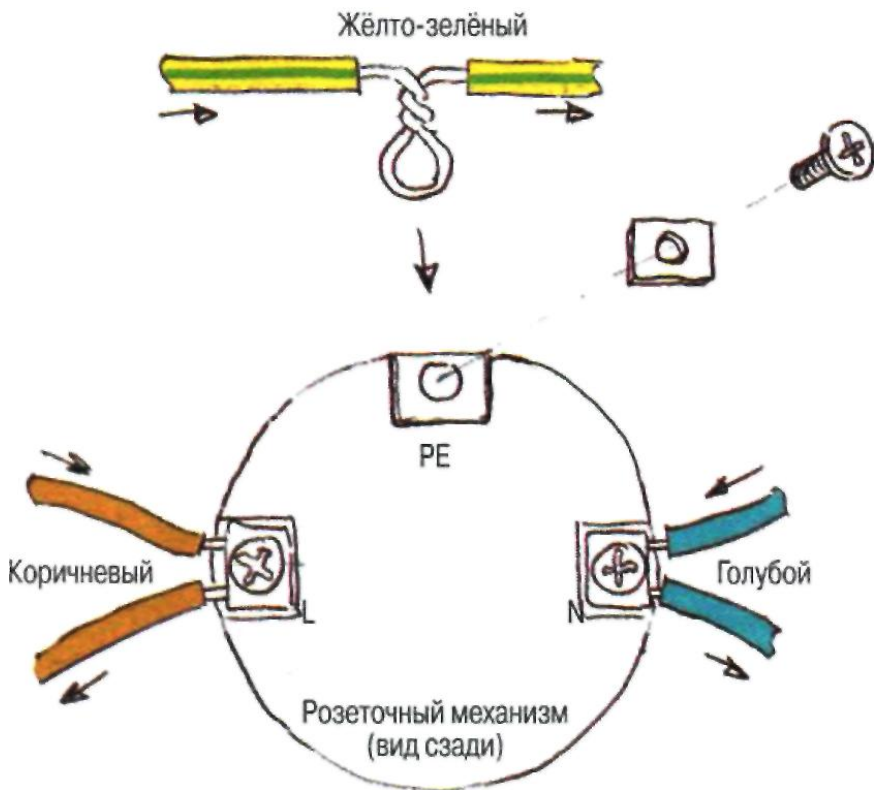
В любом варианте тащить от каждой розетки провод к автомату очень сложно и дорого. Поэтому близкорасположенные розетки подключают шлейфом (т. е. параллельно), но не более 4-х точек подключения за раз, считая за одну точку и каждый розеточный блок (не будет очень большим грехом в рамке на пять мест подключить все пять розеток шлейфом). Постоянных или мощных потребителей, таких, как холодильник, электрочайник, стационарный компьютер и т. п., желательно подключать через индивидуальные розетки отдельной линией, снабжённой отдельным автоматом.



### 39. Подключение защитного нулевого проводника к розеткам, соединённым шлейфом

ПУЭ: «В групповых сетях присоединение защитных контактов розеток и/или защитных (заземляющих) контактов осветительных приборов класса защиты I должно выполняться с помощью ответвлений. Соединение шлейфом не допускается».

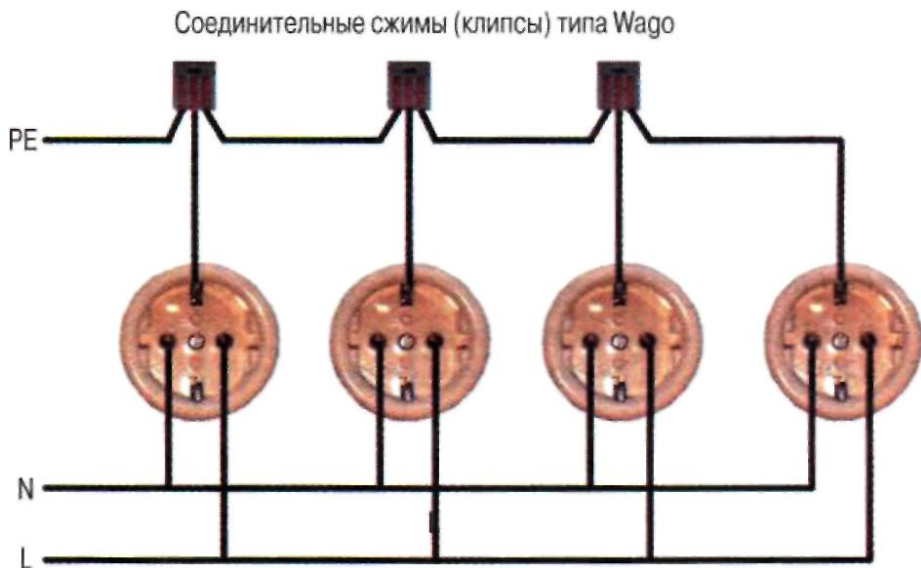
Это требование связано с тем, что при повреждении розетки или осветительного прибора возможно нарушение защитной цепи для остальных электропотребителей данной групповой сети. Разрыв нулевого защитного проводника при соединении шлейфом не допускается. Если на розеточном механизме для подключения защитного нулевого проводника используется винтовое соединение, то, казалось бы, можно произвести монтаж, не разрывая его, а лишь удаляя часть изоляции с провода на месте соединения, делая на этом месте петлю круглогубцами и подкладывая эту петлю под винт.

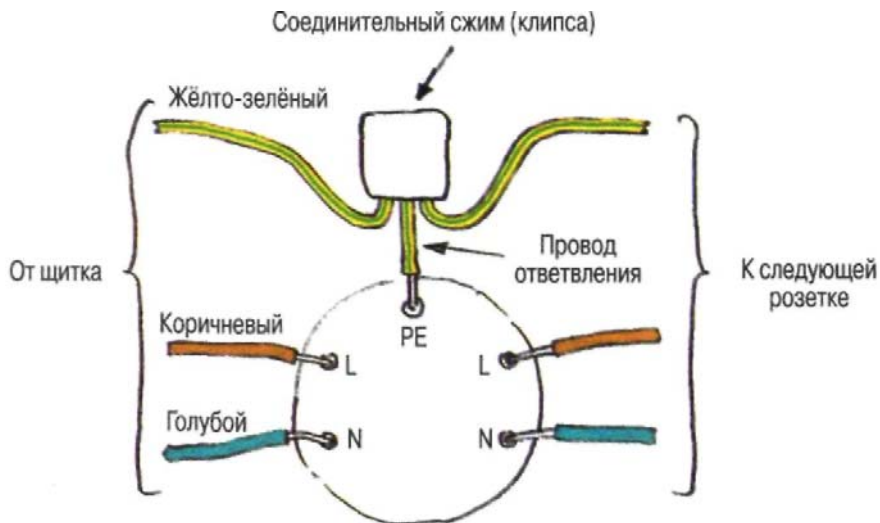


Увы, это запрещено, т. к. не является ответвлением. Неплохой вариант для подключения защитного нулевого проводника (РЕ) к соединённым шлейфом розеткам — это делать на проходящем через установочную коробку защитном нулевом проводнике РЕ ответвления с помощью специальных соединителей типа Went, Scotchlok или Wago и уже проводники этих ответвлений вставлять в механизмы розеток. Хотя мне кажется, что считать неразрывным проводник, вставленный в сжимы типа Went или Wago, это большое лукавство. Честное ответвление от неразрывного проводника можно получить только с помощью соединителей с врезным контактом типа Scotchlok™.

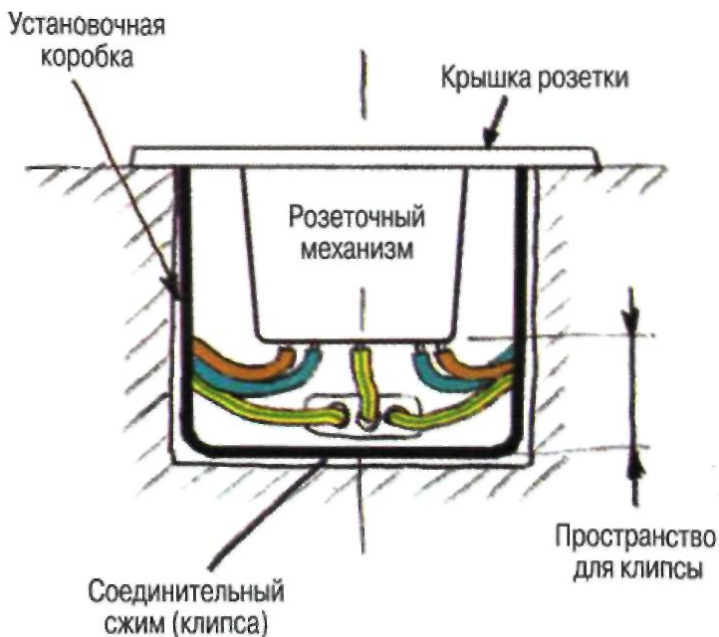


При этом получается, что проводник РЕ подключён к розеткам с помощью ответвлений, а фаза и рабочий ноль последовательно, т. е. шлейфом. На рисунке для простоты не показаны разрывы проводников N и L.

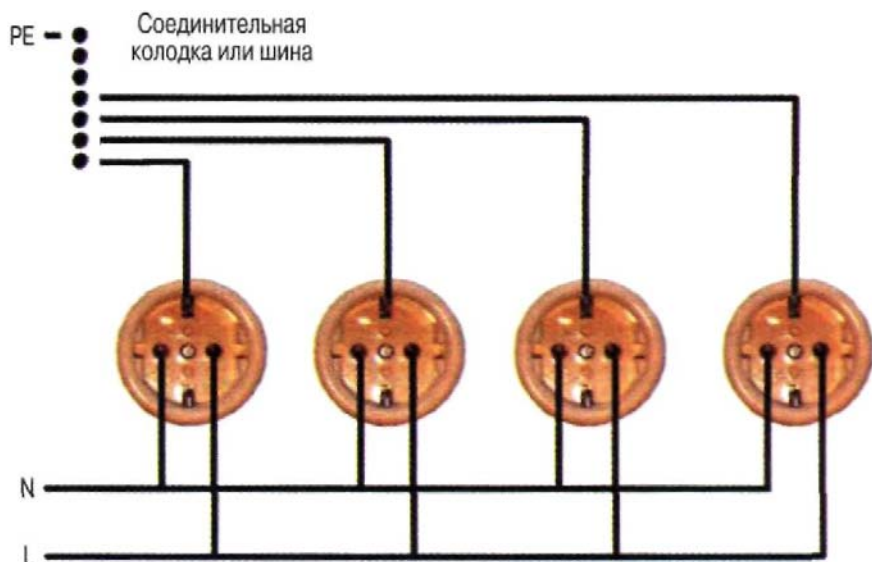




Сжим соединителя при этом можно расположить в установочной коробке под механизмом розетки, где для этого надо предусмотреть свободное пространство. То есть при выборе розеток и установочных коробок надо учесть, что глубина коробки должна быть больше высоты механизма как минимум на толщину сжима.



Ещё один вариант подключения защитного нулевого проводника (РЕ) к соединённым шлейфом розеткам — это сделать поблизости от этих розеток ещё одну ответвительную коробку, к которой подвести проводник РЕ от щитка. В этой коробке сделать ответвления от РЕ сваркой или, в крайнем случае, с помощью соединительной колодки.



**Примечание.** На рисунке для простоты не показаны разрывы проводников N и L.

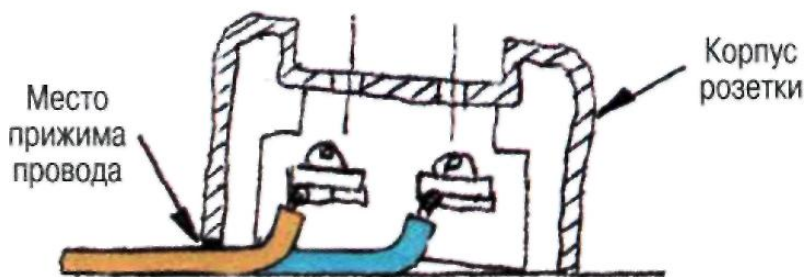
#### 40. Особенности установки штепсельных розеток и выключателей

Розетки и выключатели при открытой проводке устанавливают на подрозетниках. Подрозетники представляют собой диски диаметром 60... 70 мм, толщиной не менее 10 мм из непроводящего материала (дерево, полистирол и т. д.). Подрозетники закрепляют на стене шурупами с потайной головкой или приклеивают клеем. На сгораемых основаниях рекомендуется устанавливать на деревянные подрозетники прокладки из паронита толщиной 2...3 мм, которые обеспечивают защиту от возгорания

подрозетника при неисправности выключателя или розетки. Механизм выключателя или розетки закрепляется на подрозетнике двумя шурупами с полукруглой головкой (при снятой верхней крышке). Самая распространённая ошибка монтажа — это использование для крепления механизма на подрозетнике шурупов с потайной головкой. В этом случае при затягивании шурупов можно легко расколоть пластмассовую основу механизма, а если же шурупы не дотянуть, механизм будет болтаться на подрозетнике. Мало того, что постоянный люфт неприятен при эксплуатации установочного изделия, незатянутые шурупы будут расшатываться и в конце концов вывалятся.

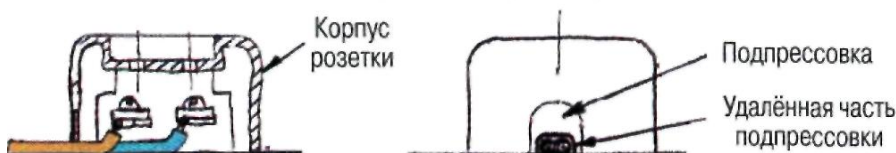
Ни механизм, ни корпус розетки или выключателя ни в коем случае не должны прижимать провода под ними, т.к. постоянное механическое воздействие на изоляцию провода в одном месте в конце концов вызывает разрушение этой изоляции. Это касается розеток и выключателей как для открытого, так и для скрытого монтажа.

Без удаления подпрессовок



Поэтому в крышках пластмассовых розеток и выключателей для открытого монтажа расположены две тонкие перепонки (их называют подпрессовками).

Удаляется часть подпрессовки по размеру провода





В зависимости от того, с какой стороны нужно провести провода, та или иная подпрессовка выламывается. В установочных изделиях старого типа, сделанных из карболита, при выполнении этой операции часто трескался корпус самой розетки или выключателя, поэтому перед выламыванием надо было аккуратно надсверлить или надпилить подпрессовки по контуру выламывания. В современных установочных изделиях корпус гораздо более прочный и менее хрупкий, поэтому для удаления подпрессовок достаточно применить нож. Но ни в коем случае не рекомендуется делать эту операцию без помощи инструментов.

Розетки и выключатели для скрытой проводки устанавливаются в специальные пластмассовые установочные коробки. В этих же коробках часто располагаются соединительные сжимы и клеммные колодки. Чтобы избежать прижимания проводов механизмом розетки, необходимо выбирать установочные коробки достаточной глубины.



Механизм выключателя или розетки крепится к коробке или двумя саморезами, или с помощью распорных лапок. Для последнего варианта крепления на внутренней стенке коробки делается специальное рифление. Надо заметить, что крепление механизма в пластиковых коробках с помощью распорных лапок не такое надёжное, как саморезами, и требует навыка при установке. Как правило, для крепления механизмов с помощью распорных лапок используются круглые коробки диаметром 68 мм. Сначала из распорных лапок вывинчивают винты так,



чтобы механизм выключателя или розетки можно было вставить в коробку. При заворачивании винтов лапки раздвигаются и закрепляют выключатель или розетку в коробке. Винты заворачивают поочередно, не допуская перекоса, и с таким усилием, чтобы не расколоть хрупкую пластмассовую основу механизма.

Главное преимущество установки с помощью распорных лапок состоит в том, что снижаются требования к точности установки коробки в стене и особенно к азимутальной ориентации коробки. Но у этой медали есть и обратная сторона: очень легко установить механизм с азимутальным перекосом, что очень некрасиво и совершенно недопустимо.

В старых домах ещё встречаются советские розетки и выключатели, закреплённые с помощью распорных лапок в стальных коробках с гладкими внутренними стенками. Большинство из нас, кто жил в таких домах, должны помнить, что розетки и выключатели очень плохо держались в коробках. Дело было совсем не в неудачном способе крепления, а в безобразном качестве изготовления механизма крепления и самой коробки. Современные коробки и механизмы розеток и выключателей, особенно мировых брендов, сделаны гораздо качественнее. Заменять старые механизмы на современные устройства, к сожалению, необходимо только вместе с коробками.

#### **41. Рекомендуемые высоты установки розеток и выключателей**

Для индивидуального жилища эти цифры строго не регламентируются, здесь главный принцип — чтобы удобно было пользоваться. Общепринятые же высоты установки розеток и выключателей меняются от эпохи к эпохе, от страны к стране и даже от местности к местности. Например, в нашей стране раньше было общепринято устанавливать розетки на высоте 800...900 мм, а выключатели — 1500...1600 мм от центра розетки или выключателя до чистого пола. Сегодня общепринято устанавливать розетки на высоте 300...400 мм, а выключатели — 800...900 мм от центра розетки или выключателя до чистого пола, хотя встречаются цифры 450 и 1150 мм соответственно.

Высота установки розеток согласно ПУЭ: «В административно-конторских, лабораторных, жилых и других помещениях на высоте, удобной для присоединения к ним электрических приборов, в зависимости от назначения помещений и оформления интерьера, но не выше 1 м. Допускается установка штепсельных розеток в (на) специально приспособленных для этого плинтусах, выполненных из негорючих материалов».

Интересные рекомендации приводятся в публикациях BICS1 (Building Industry Consulting Service International). Согласно рекомендациям этой организации высота установки розетки зависит от размеров свободного пространства перед розеткой.

### **Высота установки розетки в зависимости от размеров свободного пространства**

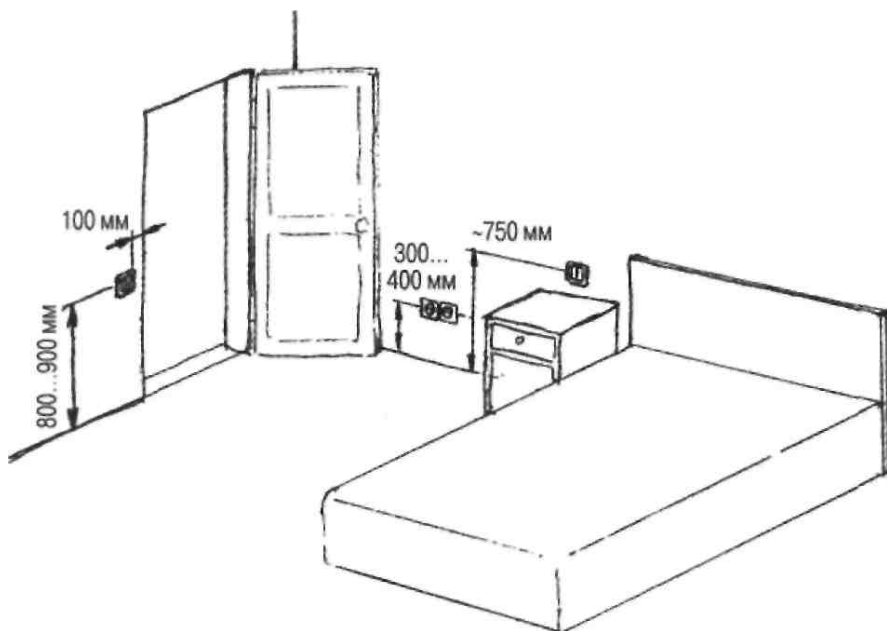
Свободное пространство перед розеткой	Расстояние от чистого пола до центра розетки
до 750 мм	375... 1220 мм
до 1220 мм	225...1350мм

Как можно заметить, существуют некоторые противоречия в цифрах, но всё же значения для розеток 300...400 мм, а для выключателей 800...900 мм от центра розетки или выключателя до чистого пола можно считать общепринятыми и устоявшимися.

Теперь об особых случаях.

Около письменных столов розетки размещают чуть выше столешницы, примерно 800 мм от чистого пола. Розетки около кухонных столов располагают над столешницей ещё выше, на уровне примерно 1050 мм от чистого пола. В ванной комнате стараются располагать розетки как можно выше, до 1800 мм от чистого пола.

Выключатели лучше всего располагать сразу у входа в комнату. Их можно устанавливать рядом с дверным проёмом на высоте опущенной руки (около 800...900 мм от пола) таким образом, чтобы открытая входная дверь не перекрывала доступ к ним. Расстояние до края дверного проёма не должно

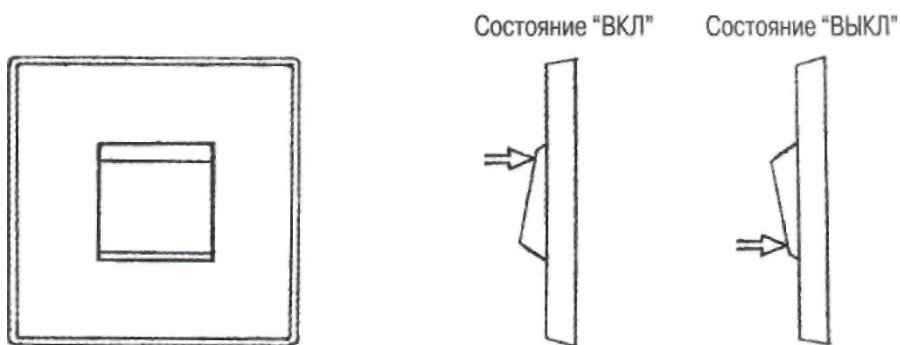


быть менее 100 мм. В спальне удобно использовать дублирующие выключатели, расположенные в изголовье кровати над прикроватными тумбочками на высоте примерно 750 мм от чистого пола.

## 42. Ориентация выключателей и розеток

У кого из нас время от времени не вызывала раздражения непонятная ориентация выключателей в наших квартирах и учреждениях. В одних случаях свет включается при нажатии на нижнюю часть клавиши, в других случаях — на верхнюю. Хаос в этом вопросе в стране полный, что как нельзя лучше подчеркивает полное отсутствие внимания к мелочам. Многие объясняют это особенностями российского менталитета. Вполне возможно, что менталитет тут ни при чём, а правила ориентации выключателей просто не были сформулированы в явном виде.

Считается, что правильное положение «ВКЛ» клавиши выключателя или рычажка тумблера идёт ещё от эпохи рубильников. Рубильник из-за особенностей конструкции включался всегда рычагом вверх.




---

*Выключатель должен быть расположен так, чтобы состоянию «ВКЛ» соответствовало состояние клавиши с нажатой верхней частью.*

---

Это правило не касается переключателей в «коридорной» или «лестничной» схеме, которые при каждом нажатии меняют состояние системы на противоположное.

Вот в Китае выключатели включаются при нажатии нижней части клавиши. Наверное, китайцы эпоху рубильников как-то пропустили.

Есть ещё одна теория ориентации выключателей. Согласно этой теории ориентация зависит от высоты установки выключателя на стене. Если выключатель установлен на уровне опущенной руки, удобнее включать его, нажимая на верхнюю часть клавиши, если на уровне головы — на нижнюю. Типа научный подход. С ума сойдёшь с этими теориями.

На самом деле положение «ВКЛ» клавиши определяется производителем и встречается разное. Главное, чтобы во всём здании соблюдалось единообразие. Иначе человек дезориентируется. Есть выключатели, имеющие специальные индикаторные метки, лампочки, светодиоды или надписи «ВКЛ» или «ON». Надписи в любом случае должны быть установлены не вверх тормашками, а индикаторные метки или лампочки правильно отображать состояние «ВКЛ». И, конечно, надо учитывать, что мы живем в России, а не в Китае. У нас правильно для включения нажимать на верхнюю часть клавиши.

В последнее время стало модно устанавливать выключатели с клавишей, переключающейся в горизонтальном положении, а вот как их включать — влево или вправо — неизвестно. Такое вот дозированное внесение легкого элемента неопределённости в унылый бытовой детерминизм. Но в любом случае надо ориентировать выключатели с горизонтальной клавишей одинаково во всём здании.

Кроме клавишных выключателей существуют ещё и тумблеры. В частности, бытовые автоматы и УЗО имеют тумблерные рычажки (ключики).

---

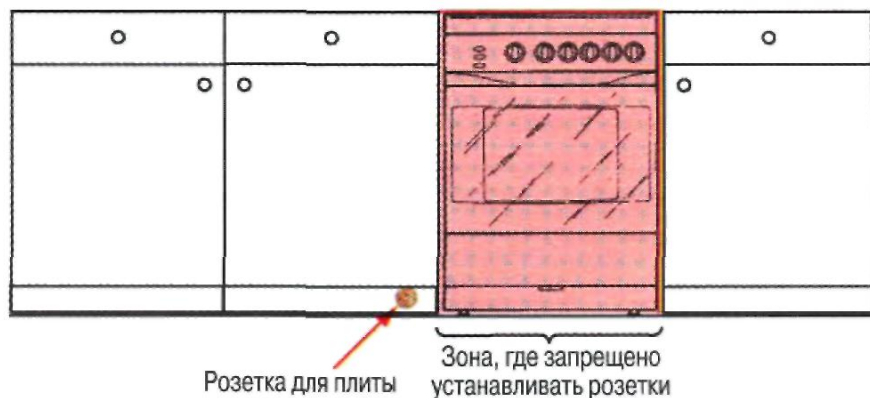
***Рычажок тумблера в состоянии «вкл» должен быть направлен вверх.***

---

Правило ориентации розеток гораздо более простое и обычно не вызывает затруднений. Розетки обычно устанавливаются таким образом, чтобы отверстия для вилки располагались горизонтально. Существуют розетки с отверстиями, расположенными под некоторым углом к боковой стороне корпуса розетки. Такие розетки устанавливают горизонтально по одной из сторон корпуса. Розетки с вертикальным расположением отверстий рекомендуется устанавливать только в непосредственной близости от пола (на расстоянии примерно до 100 мм).

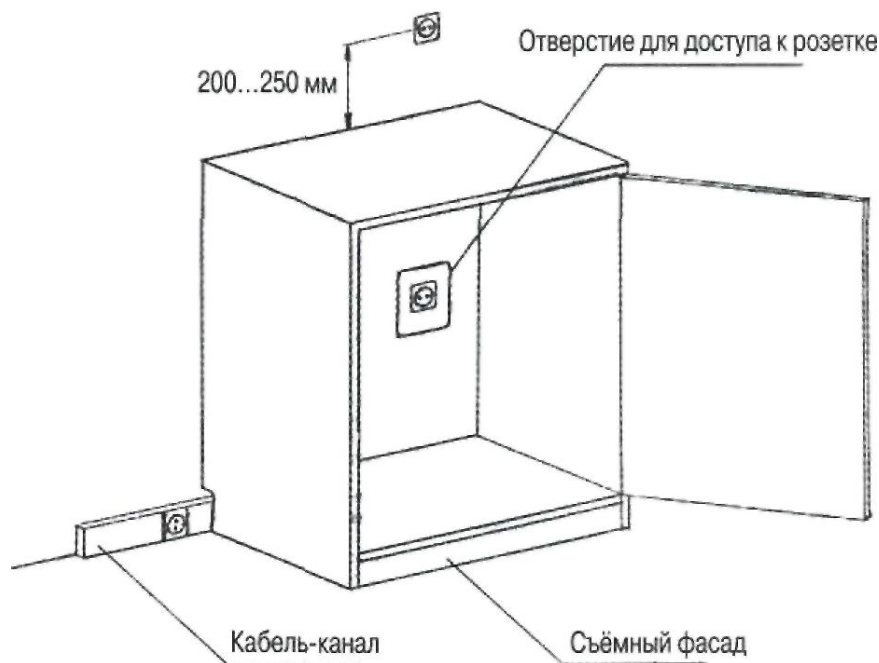
### **43. Установка розеток в помещениях со встроенной мебелью**

В последнее время встроенная мебель становится всё популярнее и достаточно широко применяется в помещениях современного жилья. К таким помещениям относится, прежде всего, кухня. Розетки для встроенной техники располагаются за цоколем встроенной мебели на высоте примерно 50 мм от центра розетки до чистого пола. Это делается для того, чтобы можно было добраться до розетки, не разбирая и не сдвигая мебель, а просто сняв цокольную фасадную пластину. В таких местах лучше вместо плинтуса использовать специальный кабель-канал с розетками. Нельзя располагать розетки непосредственно за



мойкой, морозилкой, посудомоечной машиной, духовкой — розетки должны располагаться в плане на стене сбоку от них.

При установке розеток в кабель-канал их лучше повернуть на  $90^\circ$ , чтобы сетевой шнур от вилки не упирался в пол. Если розетки установлены на большей высоте, например 300 мм, необходимо, если есть такая возможность, выпилить в задних стенках шкафчиков достаточные отверстия для доступа к розеткам для встроенной техники.



Розетки для бытовой техники обычно располагаются над столешницей на уровне примерно 1050 мм от чистого пола, т. е. не непосредственно, а на высоте примерно 200...250 мм над поверхностью столешницы, чтобы уменьшить возможное попадание брызг при приготовлении пищи. На кухне, где часто используются мощные электроприборы, не рекомендуется группировать розетки более чем по две штуки.

#### **44. Установки розеток и выключателей в ванных комнатах**

ПУЭ: «В ванных комнатах квартир, гостиниц, общежитий допускается установка розеток, присоединяемых к сети через разделительные трансформаторы или устройства защитного отключения (УЗО).

Розетки должны быть по возможности удалены от заземлённых частей (трубопроводы, раковины) и находиться от них на расстоянии не менее 0.5 м. Для кухонь жилых квартир и общественных зданий это расстояние не нормируется».

Если вы собираетесь подключать розетку в ванной через трансформатор, не забудьте, что каждый трансформатор имеет определённую мощность. Это значит, что включать в такую розетку можно только устройства мощностью не более чем у трансформатора. Лучше всего указать на розетке максимальную мощность нагрузки. В санузлах гостиниц около таких розеток имеется специальная пиктограмма — в виде электрической бритвы. Если вы пользуетесь в ванной только электробритвой, достаточно будет трансформатора на 100 Вт. Если же в розетку, включенную через такой трансформатор, включить фен — трансформатор сгорит. Для фена может потребоваться трансформатор мощностью до 1000 Вт и даже более. Такой трансформатор довольно дорогое и габаритное устройство. Его установка в ванной потребует специальной герметичной коробки или бокса, что тоже стоит немалых денег. Именно экономические соображения заставляют использовать вместо трансформатора УЗО с чувствительностью 10 мА. УЗО надёжно защищает от поражения электрическим током и позволяет не думать о мощности устройств, включаемых в розетку.

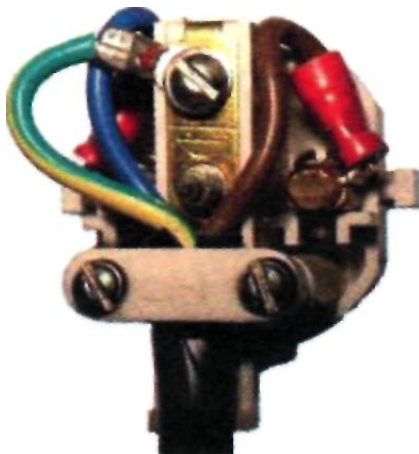
Розетки в ванных комнатах и т. п. рекомендуется устанавливать на большей, чем в обычных помещениях, высоте — от 1 до 1.8 м от центра розетки до чистого пола. Также рекомендуется использовать розетки с защитными крышками.



#### **45. «Полярность» проводов в сетевых вилках и розетках**

В нашей стране никто никогда не заморачивался «полярностью» подключения проводов в вилках и розетках. Но в большинстве других стран используют следующее негласное правило расположения проводов внутри сетевой вилки и соответственно розетки.

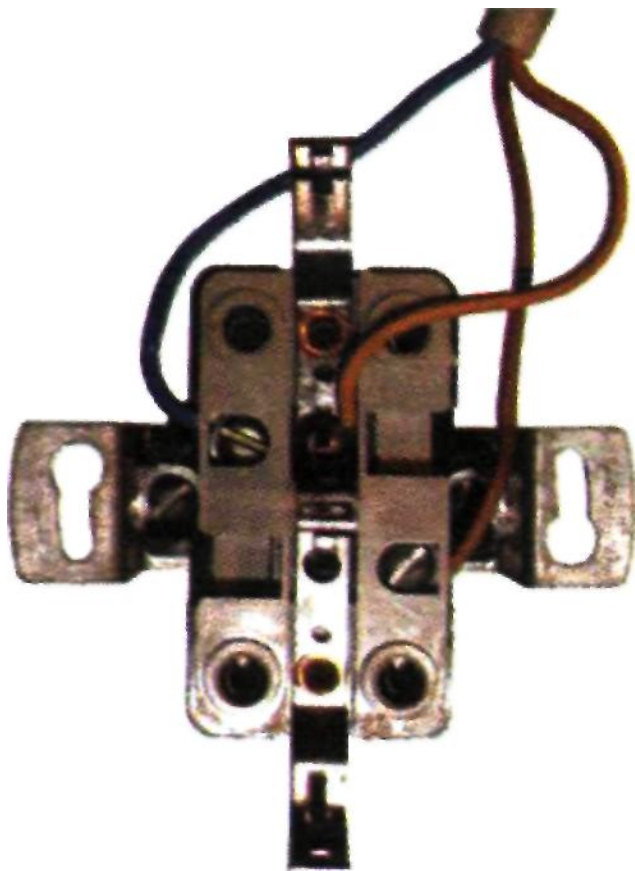
Если смотреть на разобранную вилку штырьками от себя, направив шнур питания вниз, «нулевой» голубой провод должен быть подсоединён к левому штырьку, а «фазный» коричневый — к правому штырьку.





В розетке, глядя изнутри, со стороны механизма, к левому гнезду должен быть подключён «фазный» коричневый провод, а к правому — «нулевой» голубой, т. е., глядя на собранную розетку со стороны лицевой панели, «ноль» будет слева, а «фаза» — справа. Правило для запоминания: ноль — слева.

При таком подключении проводов при включении вилки в розетку сетевым шнуром вниз фазный и нулевой проводники вилки и розетки должны соответственно соединяться друг с другом.



Конечно, не все вилки имеют шнур, направленный под углом, и вообще вилку можно включать и так и сяк, но, если вы хотите иметь красивый и логичный монтаж, пользоваться этим правилом полезно.

## АВТОМАТЫ И УЗО

### 46. Выбор номинального тока автоматического выключателя

Надеюсь, что вы не забыли изложенное в главке № 29 правило: *кабель выбирается соответственно нагрузке, а автоматы — соответственно кабелю*. Понятно, что раз нагрузка подключается к автоматическому выключателю через кабель, то это накладывает некоторые ограничения на выбор автомата.

Порядок выбора номинального тока автомата.

1. Вычислить номинальный ток автоматического выключателя ( $I_p$ ), исходя из максимального потребляемого тока нагрузки ( $I_{\text{макс}}$ ):

— для осветительных сетей:  $I_p > I_{\text{макс}}$ ;

— для силовых линий к одиночным электроприёмникам:

$$I_p \geq 1.25 I_{\text{макс}};$$

— для силовых линий к группам электроприёмников:

$$I_p \geq 1.1 I_{\text{макс}}.$$

Учтите, что наш примитивный расчёт производится без учёта пусковых токов. Как вычислить максимальный потребляемый ток нагрузки ( $I_{\text{макс}}$ ), было показано в главе № 29.

2. Для вычисленного номинального тока автомата ( $I_p$ ) выбрать ближайшее большее значение номинального тока автомата ( $I_{\text{вр}}$ ) из ряда: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 А.
3. Сравнить полученное значение выбранного номинального тока автомата ( $I_{\text{вр}}$ ) со значением максимально возможных токов автоматов ( $I_{\text{а макс}}$ ) для кабеля, идущего от этого автомата к нагрузке (см. таблицу).

**Максимально возможные номинальные токи  
автоматических выключателей для медных  
кабелей, чаще всего применяемых в быту**

Сечение кабеля ( $S_k$ ), мм <sup>2</sup>	Допустимый продол- жительный ток в про- водниках кабеля ( $I_k$ ), А	Максимально возможный номинальный ток автомата ( $I_{a \text{ макс}}$ ), А
3x1.5	19	16
3x2.5	25	25
3x4	35	32
3x6	42	40
3x10	55	50
3x16	75	63

Выбранный номинальный ток автомата не должен превышать соответствующее значение из таблицы:

$$I_{вр} \leq I_{a \text{ макс}},$$

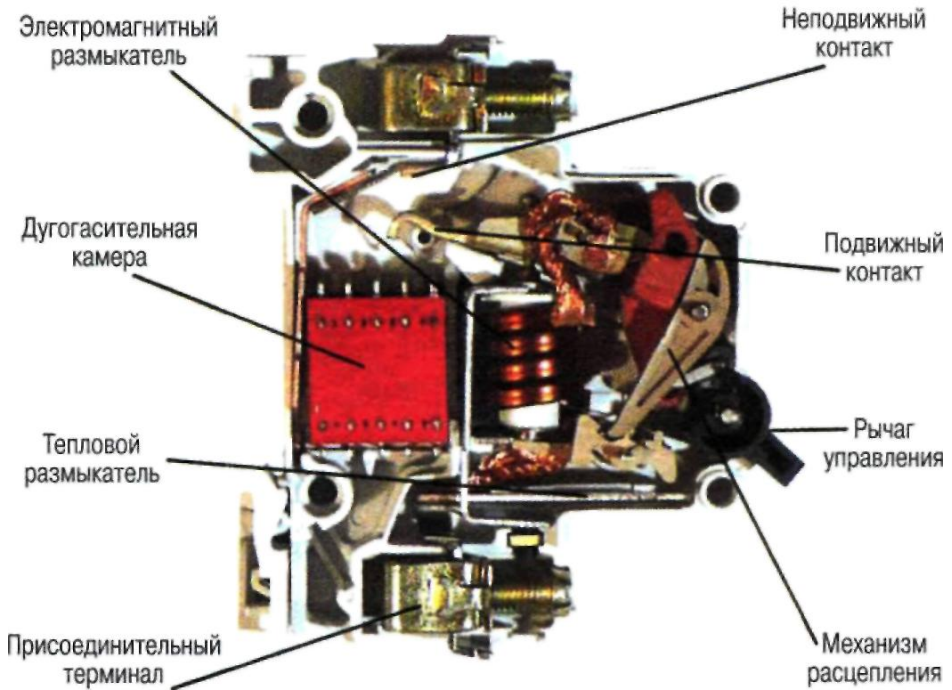
Если выбранный номинальный ток автомата больше величины максимально возможного тока автомата для данного сечения кабеля, то необходимо применить кабель большего сечения, что не всегда возможно, или уменьшить нагрузку, для нового значения которой придётся провести весь расчёт сначала.

Здесь будет полезно напомнить, что для осветительной и силовой ветвей домашней электропроводки используются кабели сечением соответственно 3x1.5 и 3x2.5 мм<sup>2</sup>. Это автоматически означает ограничение потребляемой мощности для нагрузки, питаемой через такие кабели. Помимо всего прочего, это ещё означает, что в осветительной ветке не могут применяться автоматы с номинальным током более 16 А, а в силовой — более 25 А.

## 47. Что означает тип автомата

Каждый автоматический выключатель (автомат) содержит внутри два вида размыкателей: тепловой и магнитный. Магнитный быстродействующий размыкатель предназначен для защиты цепей по току короткого замыкания. Срабатывание

магнитного размыкателя происходит за время от нескольких миллисекунд до нескольких секунд. Тепловой размыкатель значительно более медленный и предназначен для защиты цепей по току перегрузки. Работа теплового размыкателя происходит с помощью нагрева биметаллической пластины. Этот процесс занимает от нескольких секунд до нескольких минут. Совместная характеристика срабатывания двух размыкателей зависит от вида подключаемой нагрузки.



Существует несколько типов время-токовых характеристик отключения автоматов, иногда называемых типами автомата: А, В, С, D, Е, К, L, Z.

### Типы автоматов

Тип	Назначение
A	Для размыкания цепей с большой протяженностью электропроводки и для защиты полупроводниковых устройств
B	Для осветительных сетей общего назначения
C	Для осветительных цепей и электроустановок с умеренными пусковыми токами (двигатели и трансформаторы). При этом у автоматов с характеристикой типа C перегрузочная способность магнитного размыкателя вдвое выше по сравнению с автоматами с характеристикой типа B
D	Для цепей с активно-индуктивной нагрузкой, а также для защиты электродвигателей с большими пусковыми токами
K	Для индуктивных нагрузок
Z	Для электронных устройств

Графа «Назначение» в таблице достаточно условна. Буква, обозначающая тип автомата, является интегральной характеристикой его поведения при КЗ. Интерпретация этого факта в зависимости от типа нагрузки и отражена в графе «Назначение».

### 48. УЗО, автоматы и дифавтоматы

Автоматы, или автоматические выключатели, — это устройства, пришедшие на смену всем нам хорошо знакомым пробкам. Но в отличие от пробок, разрывающих цепь при превышении определённого значения тока путём разрушения плавкой вставки, в автомате нет необратимо разрушающихся частей, и функции защиты конструктивно разделены: первая функция — это защита от сверхтоков, т. е. автомат разрывает электрическую цепь при определённом значении тока КЗ в ней в диапазоне сверхтоков, вторая функция — защита от перегрузки, т. е. автомат разрывает цепь при определённом значении тока в ней в диапазоне рабочих токов. Таким образом, автомат чётко защищает кабели и провода и от перегрузки, и от КЗ.

Автомат защищает:

- от сверхтоков;
- от перегрузки.

Устройство Защитного Отключения (УЗО) используется для защиты людей и животных от поражения электрическим током. УЗО реагирует на дифференциальный ток, т. е. разностный ток, текущий по прямому и обратному проводу. Поэтому УЗО бывают всегда с чётным числом полюсов: либо двухполюсными — для однофазных применений, либо четырёхполюсными — для трёхфазных. Дифференциальный ток меняется тогда, когда часть тока ответвляется от защищаемой цепи, т. е. в случае прикосновения к защищаемому проводнику заземлённым проводящим предметом, например заземлённым человеческим телом.

УЗО защищает:

- от поражения электрическим током.

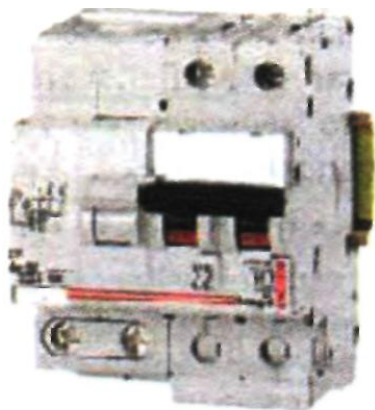
Иногда можно услышать, что УЗО и дифавтоматы — это одно и то же. Это не совсем так. Дифференциальный автомат», или дифавтомат (иногда встречается термин «дифавтомат») — это комбинированное устройство, объединяющее в одном корпусе УЗО и все функции линейного защитного автомата, т. е. уже три защитных функции: функция защитного автомата — защищать кабели и провода от перегрузки и КЗ, а функция УЗО — защищать людей и животных от поражения электрическим током. Обычно такое название используется для приборов, конструктивно выполненных как соединённые вместе



**Автомат**



**УЗО**



### **Дифавтомат**

УЗО и автомат/автоматы, т. е. имеющих чётко различимую физическую границу между частями прибора.

Встречается, наверное правильное, мнение, что дифавтоматы — это некорректный перевод названия комбинированных УЗО, но в силу большой распространённости этого термина было бы неправильно не упомянуть о нём.

Дифавтомат, или комбинированное УЗО, защищает:

- от поражения электрическим током;
- от перегрузки;
- от сверхтоков.

Несмотря на множество функций, дифавтоматы, или комбинированные УЗО, применяются довольно редко в связи с их высокой ценой.

У некоторых дифавтоматов есть один органически присущий им недостаток, связанный с имеющимся общим (и для УЗО, и для встроенного автоматического выключателя) параметром — номинальным током. Если УЗО и автоматический выключатель имеют равные номинальные токи, то при протекании рабочего тока, превышающего номинальный, например, на 45%, т. е. тока перегрузки, этот ток будет отключён автоматическим выключателем не сразу, а за период времени длительностью до одного часа. Это означает, что в течение этого времени УЗО будет перегружено. Поэтому конструктивно комбинированное УЗО со встроенной защитой от сверхтоков (дифавтомат) должно включать в себя встроенное УЗО с большим на ступень номинальным током, чем встроенный автоматический выключатель, что не всегда так.

## 49. Выбор УЗО

Выбор УЗО сильно затруднён не только из-за огромного количества производителей и производимых ими моделей, но и потому, что УЗО имеют довольно сложную классификацию по техническому исполнению. Ниже даётся часть этой классификации в приложении к бытовому применению.

### 1. По назначению:

- УЗО без встроенной защиты от сверхтоков;
- УЗО со встроенной защитой от сверхтоков (дифавтоматы).

### 2. По способу управления:

- УЗО, функционально не зависящие от напряжения (электромеханические);
- УЗО, функционально зависящие от напряжения (электронные). Они подразделяются:

— на устройства, автоматически размыкающие силовые контакты при исчезновении напряжения с выдержкой времени или без неё. При восстановлении напряжения одни модели этих устройств повторно автоматически замыкают контакты своей главной цепи, другие — остаются в отключённом состоянии;

— на устройства, не размыкающие силовые контакты при исчезновении напряжения. Имеются также два варианта исполнения устройств этой группы. В одном варианте при исчезновении напряжения устройство не размыкает свои контакты, но сохраняет способность разомкнуть силовую цепь при возникновении дифференциального тока. Во втором варианте при отсутствии напряжения устройство не способно произвести отключение при возникновении дифференциального тока.

### 3. По числу полюсов и токовых путей:

- двухполюсные с двумя защищенными полюсами (для однофазных цепей);
- четырёхполюсные с четырьмя защищенными полюсами (для трёхфазных цепей).



4. По условиям функционирования при наличии составляющей постоянного тока:
  - УЗО типа АС, реагирующие только на синусоидальный переменный дифференциальный ток, медленно нарастающий либо возникающий скачком;
  - УЗО типа А, реагирующие как на синусоидальный переменный дифференциальный ток, так и на пульсирующий постоянный дифференциальный ток, медленно нарастающий либо возникающий скачком;
  - УЗО типа В, реагирующие как на синусоидальный переменный дифференциальный ток и на пульсирующий постоянный дифференциальный ток, так и на постоянный дифференциальный ток.
5. По наличию задержки по времени:
  - УЗО без временной задержки — тип общего применения;
  - УЗО с временной задержкой — тип S (селективный).
6. По время-токовой характеристике (для УЗО со встроенной защитой от сверхтоков или дифавтоматов):
  - типа В;
  - типа С;
  - типа D.
7. По номинальному току. Номинальный ток УЗО — указанный изготовителем ток, который УЗО может проводить в продолжительном режиме работы при установленной контрольной температуре окружающего воздуха.
8. Принципиальное значение при рассмотрении конструкции УЗО имеет разделение устройств по способу технической реализации на следующие два типа:
  - УЗО, функционально не зависящие от напряжения питания (электрохимические). Источником энергии, необходимой для функционирования — выполнения защитных функций, включая операцию отключения, — является для устройства сам сигнал — дифференциальный ток, на который оно реагирует;

- УЗО, функционально зависящие от напряжения питания (электронные). Их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой сети, либо от внешнего источника.

Применение УЗО, функционально зависящих от напряжения питания (электронных), несмотря на их относительную дешевизну, настоятельно не рекомендуется. Не только в силу их меньшей надёжности и большей подверженности воздействию внешних факторов, а в основном из-за полной неспособности защитить человека при часто встречающейся и наиболее опасной неисправности электроустановки, а именно при обрыве нулевого проводника в цепи до УЗО по направлению к источнику питания.

Чаще всего в быту применяются двух- или четырёхполюсные УЗО без встроенной защиты от сверхтоков, функционально не зависящие от напряжения питания (электромеханические) и не размыкающие силовые контакты при исчезновении напряжения.

Электромеханические УЗО производят многие ведущие европейские фирмы, такие как ABB, GE Power, Legrand, Merlin-Gerin, Siemens и др. В России большое распространение получили электромеханические устройства под брендом АСТРО\*УЗО. Необходимо отметить, что на отечественном рынке имеется огромное количество УЗО неустановленного происхождения (чаще всего китайского или российского производства), не сертифицированных на соответствие российским стандартам и не имеющих требуемых сопроводительных документов. Такие УЗО имеют



**Электронное УЗО**

заманчивую цену, привлекательный внешний вид, но при этом довольно низкое качество — недопустимо низкая стойкость к токам короткого замыкания, недостаточная коммутационная способность, малый срок службы и т. д. Применение подобных устройств, учитывая, что УЗО должно защищать жизнь и имущество человека, является совершенно недопустимым.

## 50. Применение УЗО в различных системах электросетей

В настоящее время в соответствии с новыми требованиями ПУЭ в быту могут встретиться системы заземления электроустановок — TN-C, TN-S, TN-C-S, TT. В электроустановках каждой из рассмотренных систем заземления применение УЗО имеет свои особенности.

### *Система TN-C*

В случае применения УЗО для защиты отдельных электроприёмников, получающих питание от системы TN-C, вывод для защитного РЕ-проводника электроприёмника должен быть подключён к PEN-проводнику питающей цепи до УЗО.

Это означает, что для защиты отдельных электроприёмников допускается применение УЗО в системе TN-C только при соблюдении определённых условий — подключения открытых

#### Применение УЗО в электроустановке системы TN-C



проводящих частей электроприёмников к PEN-проводнику со стороны источника питания по отношению к УЗО.

На рисунке приведён пример применения УЗО в электроустановке системы TN-C.

До настоящего времени большая часть электроустановок в нашей стране работает с системой заземления, подобной TN-C (без защитного проводника PE). Необходимо подробнее рассмотреть функционирование УЗО в таких случаях.

На рисунке приведён пример применения УЗО в электроустановке системы TN-C без защитного проводника PE.



При пробое изоляции на корпус электроприёмника, в случае если этот корпус не заземлён (например, холодильник или стиральная машина на изолирующем основании), УЗО, включённое в цепь питания электроприёмника, не сработает, поскольку нет цепи протекания тока утечки.

При этом на корпусе электроприёмника появится опасный потенциал относительно земли. В этом случае при прикосновении человека к корпусу электроприёмника и протекании через его тело тока на землю, превышающего номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО, оно среагирует и отключит электроустановку от сети, в результате жизнь человека будет спасена.

В рассмотренном случае с момента нарушения изоляции и возникновения на корпусе электроприёмника электрического потенциала до момента отключения дефектной цепи от

сети существует период потенциальной опасности поражения человека.

Из сказанного следует, что и в электроустановках с системой заземления, подобной TN-C (без защитного проводника PE), применение УЗО также обеспечивает эффективную защиту от поражения электрическим током.

### **Система TN-S**

На рисунке показан пример применения УЗО в электроустановке системы TN-S.

Система TN-S, по мнению специалистов, обеспечивает наилучшие условия электробезопасности при эксплуатации электроустановок и наиболее благоприятна для успешного функционирования УЗО, но, к сожалению, редко встречается.

### **Система TN-C-S**

На рисунке показано применение УЗО в электроустановке здания системы TN-C-S.

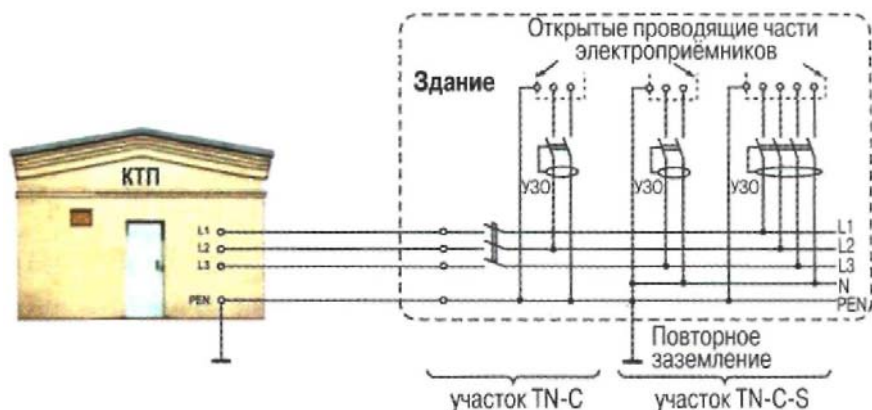
Здесь PEN-проводник разделяется на N- и PE-проводники не для всей электроустановки здания, а только для её части. То есть первый электроприёмник установлен в той части электроустановки здания, в которой имеется PEN-проводник. Второй электроприёмник используется в части электроустановки здания, где применяется нулевой защитный проводник PE.

Применение устройства защиты, реагирующего на дифференциальный ток, в системе TN-C-S во всём подобно его применению в системе TN-C. Присоединение защитного про-

**Применение УЗО в электроустановке системы TN-S**



### Применение УЗО в электроустановке системы TN-C-S



дника к PEN-проводнику должно осуществляться на стороне источника питания по отношению к устройству защиты, реагирующему на дифференциальный ток (УЗО).

### Система TT

В системе TT все открытые проводящие части электроустановки присоединены к заземлению, электрически независимому от глухозаземлённой нейтрали источника питания.

В системе TT устройства защиты, реагирующие на перегрузку и сверхток, могут использоваться для защиты от косвенного прикосновения только в электроустановках, имеющих заземляющие устройства с очень малым сопротивлением.

### Применение УЗО в электроустановке системы TT



При этом гарантированное отключение питания электроустановки должно производиться при появлении на открытых проводящих частях электроустановки (корпусе) напряжения не более 50 В.

В реальных условиях осуществить автоматическое отключение питания электроустановки системы ТТ с помощью автоматов по ряду причин (необходимость обеспечения большой кратности тока короткого замыкания, высокое сопротивление заземляющего устройства и др.) достаточно сложно.

Эффективное решение проблемы автоматического отключения питания — применение чувствительных УЗО. Для обеспечения условий электробезопасности в системе ТТ применение УЗО обязательно. При этом номинальный отключающий дифференциальный ток должен быть меньше значения тока замыкания на заземлённые открытые проводящие части при напряжении на них 50 В относительно зоны нулевого потенциала.

Это означает, что в электроустановках индивидуальных жилых домов, коттеджей и других частных сооружений, где не всегда имеется возможность выполнить заземлитель с требуемыми нормами параметрами, необходимо применять систему ТТ с обязательной установкой УЗО. В этом случае требования к значению сопротивления заземлителя значительно снижаются.

### **Допустимые значения сопротивления заземления $R$ в зависимости от номинального отключающего дифференциального тока $I$ , применяемого УЗО**

Дифференциальный ток $I$ , мА	10	30	100	300	500
Сопротивление заземления $R$ , Ом	5000	1650	500	165	100

**Примечание.** На рисунке показан пример применения УЗО в электроустановке системы ТТ.

## 51. Типы используемых автоматов и УЗО для домашней электросети

В квартирах и коттеджах, как правило, используются автоматы типа В, С и D. Для подключения электрических двигателей используется тип D или С. Автоматы редко встречающихся типов (Е, К, L, Z) в быту не используются.

Входное «пожарное» селективное УЗО для коттеджа с током контактов на ступень выше номинального тока вводного автомата и чувствительностью 300 мА должно быть типа S. Для квартиры используют входное «пожарное» селективное УЗО с током контактов на ступень выше номинального тока вводного автомата и чувствительностью 100 мА тоже типа S.

УЗО общего применения для групповых линий бывают для переменного тока, а также для суммы переменного и пульсирующего (несимметричного) тока. Это немного разные вещи, в современный дом надо ставить УЗО последнего типа — маркировка «А». Чувствительность УЗО для розеток — 30 мА, а для влажных помещений, уличной проводки и, если надо, для освещения — 10 мА.

По номинальному току УЗО выбирается из ряда: 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, 100, 125 А. Для УЗО со встроенной защитой от сверхтока (дифавтоматов) дополнительно введены значения 6 и 8 А.

Лучше использовать автоматы, УЗО и другое шитовое оборудование одного производителя как с эстетических позиций, так и с позиций здравого смысла.

Автоматы выпускаются на следующие стандартизированные значения номинального тока: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 А. Значения 10, 16, 25, 40, 63 А более распространены и шире представлены в торгующих организациях, поэтому их использование предпочтительнее.

При выборе автомата стоит обратить внимание на максимальный условный ток короткого замыкания автомата, который характеризует его расщепительную способность, т. е. способность разорвать дугу с током. Поэтому выбор автоматов из ряда 3, 4.5, 6 и 10 кА связан прежде всего с возможностью выдерживать большие сверхтоки. В связи с этим соображением не рекомендуется применять дешёвые автоматы с максимальным условным током корот-



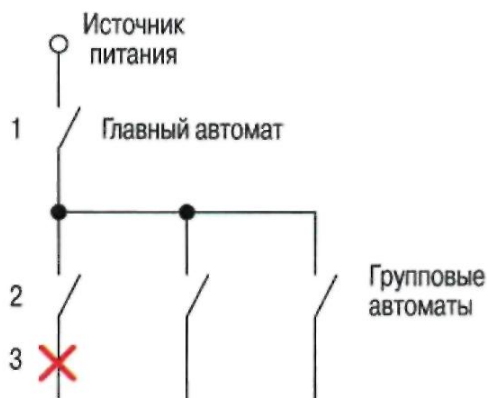
кого замыкания (иногда он называется ударным током) 3 кА. В некоторых странах такие автоматы вообще запрещены. Величина максимального условного тока короткого замыкания должна по возможности нарастать в цепи последовательно включённых автоматов в сторону источника питания. Стоимость автомата практически линейно зависит от того максимального условного тока короткого замыкания, на который он рассчитан. Исходя из вышесказанного, получается, что для автоматов групповых линий остаётся лишь одно значение максимального условного тока короткого замыкания — 4,5 кА, а для главного автомата — 6 кА.



Автомат на 10 кА — это очень дорогое устройство, и его применение в быту вряд ли целесообразно. Единственный случай, когда можно рекомендовать главный автомат с таким максимальным условным током короткого замыкания, — это когда ваша квартира или коттедж находятся практически рядом с КТП или ввод сделан прямо от КТП. В этом случае сопротивление линии между КТП и точкой КЗ будет мало. Ток КЗ может быть очень значительным, и необходимо надёжное устройство, способное его разорвать.

## 52. Как соблюсти селективность автоматов и УЗО

В системах защиты электроустановок под селективностью обычно понимается отсекание с помощью срабатывания автоматического выключателя (автомата) только той части системы, в которой происходит короткое замыкание или перегрузка.



На рисунке: 1 — это главный автомат на щитке; 2 — это автомат одной из групповых линий; 3 — точка, в которой происходит короткое замыкание или перегрузка. Так вот, считается, что селективность соблюдается тогда, когда при возникновении проблемы (замыкание или перегрузка) в точке 3 срабатывает только автомат 2. При этом остальная часть системы продолжает нормально работать, питаясь через автомат 1. Согласитесь, неплохая штука.

Тут есть одна тонкость. Обратите внимание, что возникающая проблема — это или короткое замыкание, или перегрузка. Дело в том, что в каждый автомат входит две независимых системы защиты: одна — от перегрузки, другая — от короткого замыкания. Селективность при коротком замыкании обеспечивается с помощью одной из систем, при перегрузке — другой.

### ***Соблюдение селективности при перегрузке***

Главная характеристика автомата — способность размыкать электрическую цепь при превышении определённого значения тока через него. Это значение тока называется номинальным током автомата. При составлении проекта рассчитывается ток через каждый автомат, и потом выбирается автомат с ближайшим большим значением номинального тока. Значения номинального тока выбираются из ряда: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 А. Если у вас имеется цепочка автоматов, включённых последовательно (обычно в ней два или три автомата), то у всех автоматов в цепочке получатся разные значения номинальных токов, нарастающие в сторону источника питания. Селективность при перегрузке будет соблюдаться автоматически, т. к.

у всех автоматов на пути прохождения тока перегрузки будут разные значения номинального тока. Это свойство называется естественной селективностью в диапазоне токов перегрузки. Естественная селективность в диапазоне токов перегрузки обычно всегда соблюдается.

### ***Соблюдение селективности при коротком замыкании***

Вторая важная система защиты, которую имеет каждый автомат, — это быстродействующая система защиты от короткого замыкания. Это свойство автомата характеризуется условным током короткого замыкания. Автоматы выпускаются на номинальные условные токи короткого замыкания: 3, 4.5, 6 и 10 кА. Кроме того, ещё одна важная характеристика этой системы защиты — время размыкания цепи.

Селективность при коротком замыкании можно соблюсти и/или по номинальному условному току короткого замыкания, и/или по времени размыкания цепи. Лучше всего соблюсти селективность по двум этим параметрам одновременно.

Оба этих параметра учитываются типом автомата, т. е. формой его время-токовой характеристики. Поэтому буква типа автомата должна нарастать по ряду: А, В, С, D от автомата к автомату в сторону источника питания. Так как в качестве линейных автоматов, как правило, применяются автоматы типа С, условие обеспечения селективности достаточно легко достигается, если в вашей электросети последовательно включается не более двух автоматов. Если же последовательно включённых автоматов три и более, то для обеспечения селективности придётся применять специальные меры, рассмотрение которых выходит за рамки данной книги. В таких случаях потребуется помощь специалиста.

Всё сказанное про селективность в диапазоне токов перегрузки для автоматов можно применить и к УЗО с защитой от сверхтоков (или дифавтоматам), которые имеют ещё два вида защиты: по току утечки и по току короткого замыкания.

Естественная селективность УЗО в пределах диапазона токов утечки обычно соблюдается автоматически с помощью различия номинальных отключающих дифференциальных токов УЗО защиты групповых линий и «пожарного» УЗО на щитке.

Селективность в диапазоне токов короткого замыкания для УЗО с защитой от сверхтоков тоже соблюдается с помощью выбора типа УЗО. Такие УЗО (или дифавтоматы) бывают типов В, С и D, функционально совпадающих с аналогичными типами для линейных автоматов. Специально для «пожарного» УЗО на входном щитке существует УЗО типа S или УЗО с временной задержкой срабатывания. Это УЗО ещё называется «селективным», что подчеркивает его способность работать последовательно с обычными неселективными УЗО.

## СЧЁТЧИКИ И ЩИТКИ

### 53. Выбор электросчётчика

В продаже имеются десятки моделей электросчётчиков. Достаточно сложно отдать предпочтение какой-нибудь одной из них. На практике важными являются следующие параметры электросчётчиков:

- количество фаз (в коттеджах часто используются три фазы);
- максимальный ток;
- размеры;
- возможность крепления на DIN-рейку;
- наличие многотарифного режима (если таковой присутствует в вашей местности);
- стоимость;
- возможность поверки местной организацией Энергонадзора.

Последнее является очень важным соображением при выборе счётчика. Поэтому перед покупкой получите в местной организации Энергонадзора список поверяемых моделей счётчиков. Может оказаться, что ваш выбор после этого будет очень ограничен. Если же вам непременно захотелось приобрести счётчик, отсутствующий в списке Энергонадзора, можно самостоятельно заключить письменный договор о поверке такого счётчика с соответствующей организацией, узнать о наличии которой в вашей местности можно у продавца или производителя счётчика. Копию этого договора вы должны

представить в Энергонадзор. Теоретически подобный договор должен удовлетворить Энергонадзор, но на самом деле здесь возможны любые варианты. Вплоть до того, что вам придётся всё-таки купить счётчик из списка. Поэтому заранее выясните отношение местного Энергонадзора к вашему варианту поверки.

Количество фаз и максимальный ток должны соответствовать проектным величинам. Размеры — чем меньше, тем лучше, т.к. место в щитке надо экономить. Очень удобны счётчики с электронной индикацией: они, как правило, позволяют отображать на индикаторе множество полезных параметров — от напряжения сети до суммы платежа. Наличие многотарифного режима позволяет оптимизировать траты электроэнергии.

Одно время очень модным было устанавливать устаревшие модели механических счётчиков, работу которых некоторые недобросовестные люди тормозили с помощью магнитов или механических приспособлений. Такие действия называются не экономией, а воровством и достаточно легко обнаруживаются и пресекаются. Хорошенько подумайте, прежде чем вы ступите на такую стезю. Экономия может оказаться незначительной по сравнению с прочими последствиями.

## **54. Требования к домашнему щитку**

Если вы серьёзно относитесь к вопросам улучшения своего быта и рассчитываете устанавливать у себя в жилище в будущем различные новые электроприборы (водонагреватели, автоматические приводы ворот, ставней и окон, различные насосы, а может, и станки с электроприводом), то вам необходимо использовать щиток максимально возможных размеров. Места в щитке всегда не хватает, поэтому позаботьтесь о том, чтобы его было как можно больше. Иногда даже используют два больших щитка, расположенных рядом. Щиток должен иметь надёжный замок, запираемый ключом. Ключ должен находиться поблизости от щитка, но вне зоны доступа детей и посторонних лиц. На щитке можно сделать табличку с указанием места нахождения ключа. Например:

## **Ключ от щитка находится на крючке №7 в ключнице, расположенной в холле**

Очень удобны щитки со специальным отсеком, закрытым стеклом, для резервного ключа. Иногда для этой цели используется маленький шкафчик со стеклянной дверцей, расположенный рядом со щитком. Стекло в экстренном случае можно разбить специальным молотком, висящим на цепочке, и взять ключ.



Всё оборудование в щитке желательно устанавливать на DIN-рейки. Для считывания показаний электросчётчика удобно иметь оконце в дверце, закрытое прозрачным материалом.

Обратите серьёзное внимание на правильную маркировку автоматов. То есть необходимо на каждом автомате указывать назначение: «розетки на кухне», «освещение на кухне», «резервный», «верхний свет в зале» и т. п. Это очень важное правило, позволяющее сохранить много нервов, времени, а иногда даже жизнь человека. Отнеситесь к вопросам маркировки крайне серьёзно. Надписи на табличках должны быть не только понятными, но и стойкими, желательно использовать специальные наборы и материалы для маркировки электроустановочных изделий, можно распечатать таблички на лазерном принтере и затем ламинировать, в крайнем случае можно использовать специальный перманентный фломастер. Никогда не используйте для маркировки обычные фломастеры, авторучки, карандаши и распечатки на струйном принтере. Надписи, сделанные таким образом, или малозаметны, или выгорают со временем.

На внутренней стороне дверцы щитка полезно иметь крючок, на котором должна висеть табличка с надписью: «Не включать! Работа на линии». Всегда вешайте эту табличку на рычажки автоматов, проводя любые работы, связанные с отключением проводки (см. вклейку).





## 55. Особенности монтажа домашнего щитка

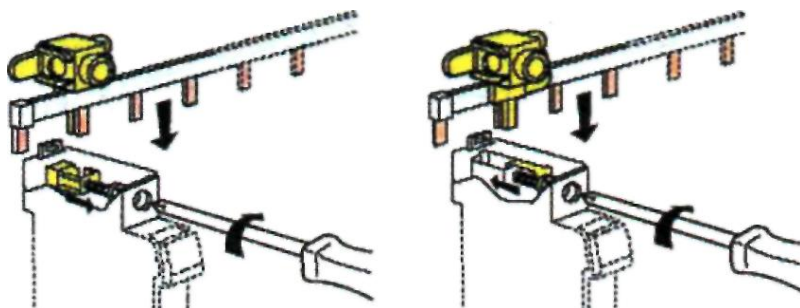
Питание обычно подключается к автоматам сверху. Считается, что это традиция. Могу предположить, что это связано с режимом разрыва дуги при КЗ. Из ПУЭ: «...при одностороннем питании присоединение питающего проводника (кабеля или провода) к аппарату защиты должно выполняться, как правило, к неподвижным контактам». Верхний терминал автомата подключён как раз к неподвижному контакту. У всех автоматов есть дугогасительная решётка (дугогасительные пластины); так вот, чтобы они при КЗ работали правильно, и подключают питание сверху, а нагрузку — снизу (при установке автомата «клювиком» вверх). Теоретически автомат можно перевернуть «клювиком» вниз, но в таком случае ресурс количества коммутаций при КЗ уменьшается примерно на 25%, т. к. в этом случае дуга разрывается не оптимально и ток дуги выше, чем при правильном включении. Особенно это соображение актуально для КЗ в однофазных сетях. Некоторые производители, например Legrand, Siemens, разрешают подавать питание как сверху, так и снизу. Но в любом случае на одном щитке направление подключения нагрузки к автоматам должно быть одинаковым для всех автоматов! А раз существует традиция подключать питание сверху, её надо стараться соблюдать. Иначе при работе электрика возможны ошибки подключения и удары электрическим током.

Все параллельные соединения в одном ряду устройств на DIN-рейке рекомендуется вести с помощью изолированных распределительных гребёнок и используемых вместе с ними вводных клемм.

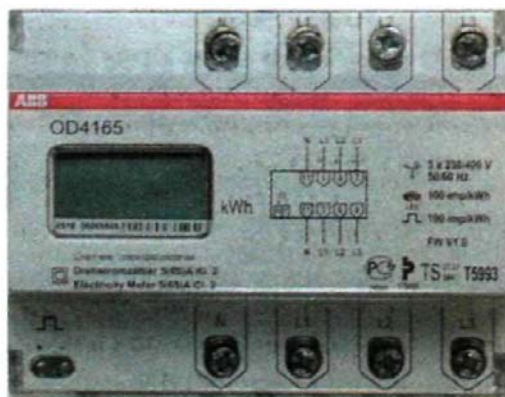


Гребёнка штырьками заводится в зажимы автоматов. Вводная клемма штырьком заведена в тот же зажим автомата. При этом, чтобы не было перекоса гребёнки, штырёк клеммы кладётся под штырьком гребёнки, так как у многих автоматов нижняя часть зажима подвижна, и, наоборот, у тех автоматов, у которых зажим не имеет подвижной нижней части, штырёк клеммы кладётся над штырьком гребёнки. Провод подключён к вводной клемме. С одной стороны от клеммы отходит провод, нерабочая сторона клеммы закрыта пластиковой заглушкой.

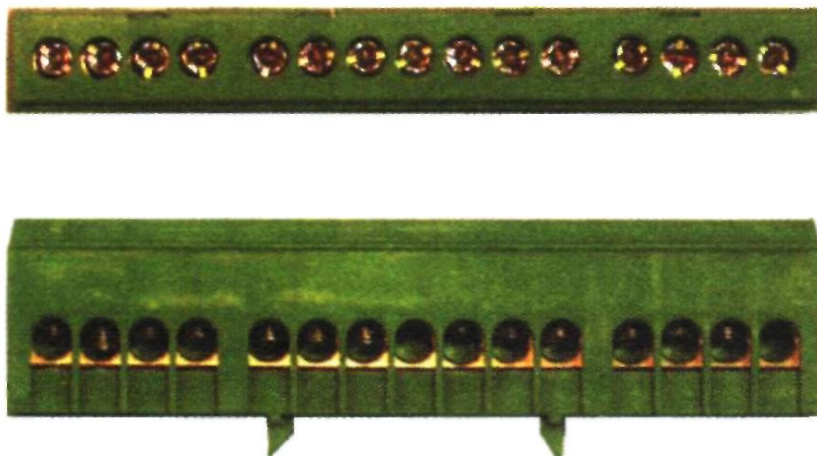
Из-за экономии места для монтажа внутри щитка используют гибкие многопроволочные провода необходимого сечения типа ПВ2-1х6.0(10.0), естественно, с напрессованными наколочниками.



У большинства двухполюсных, трёхполюсных и четырёхполюсных приборов нулевыми принято считать контакты, расположенные с левой стороны, некоторые производители это указывают на корпусе прибора. Опять негласное правило: ноль — слева.



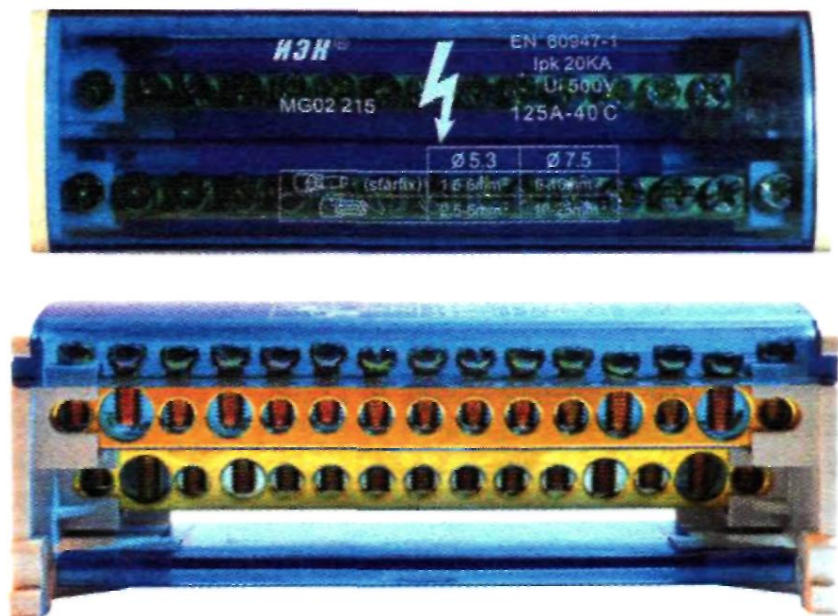
Земляная шина или шина защитного нуля РЕ обычно устанавливается поблизости от места ввода основной массы кабелей, тоже желательно слева. Если в щитке используются фазная шина L и шина рабочего нуля N, они обязательно должны быть в изолированных корпусах.



Провода и кабели, идущие к нагрузкам, обычно вводятся через нижнюю панель шкафчика, используемого для щитка. Ввод электроэнергии удобно производить через верхнюю панель либо через верхние части боковых панелей. Вблизи нижней панели шкафчика, т. е. поблизости от кабелей, идущих к нагрузкам, по возможности, слева должны располагаться изолированные групповые шины рабочего нуля (N) и единая неизолированная шина защитного нуля (РЕ).



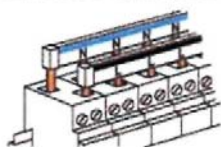
Очень удобно использовать разнообразнейшие конструкции пластмассовых оснований, на которые крепятся изолированные шины. Существуют также специальные пластмассовые основания для шин, крепящиеся на DIN-рейку.



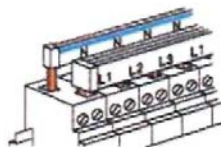
Всю конструкцию стараются располагать напротив места ввода кабелей, идущих к нагрузкам, так, чтобы проводники из этих кабелей могли проходить над шинами. Такое расположение шин позволяет минимизировать длину проводников в щитке.

Распределение электроэнергии по группам лучше всего производить с помощью специальных распределительных гребёнок и клемм.

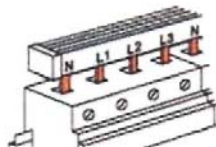
Однополюсные гребёнки  
- синяя сторона для нейтрали  
- чёрная сторона для фазы



Однополюсные гребёнки  
и трёхполюсные гребёнки



Четырёхполюсные гребёнки

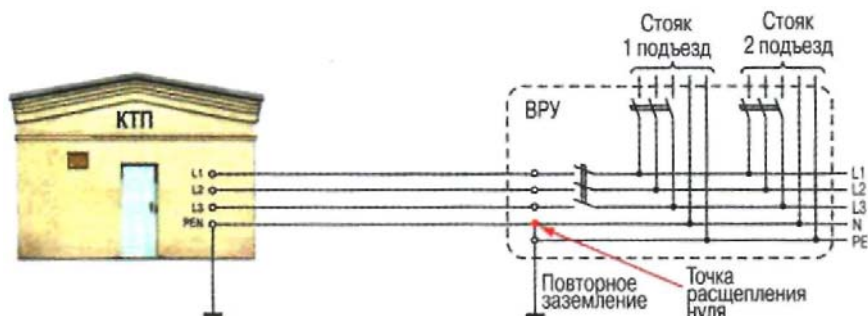


Последние советы не являются обязательными, разводить энергию по группам можно простыми проводами необходимого сечения, а располагать шины рабочего и защитного нуля можно в любом месте щитка, но если сделать так, то результат вам не понравится. Всё свободное место между счётчиком, УЗО и автоматами будет занято клубками проводов, в которых сам чёрт потом не разберётся.

## 56. Типовые схемы домашних щитков

Дать в этой небольшой книжке все варианты схем щитков не представляется возможным. Но описать некие общие для всех узлы и принципы построения — задача заведомо выполнимая.

Начать надо с того, что входная линия от источника питания (в качестве которого выступает чаще всего КТП) попадает на ВУ или ВРУ (обычно функция распределения энергии возникает в достаточно крупных зданиях типа многоквартирных домов). Устройство ВУ для коттеджа уже было описано. Устройство ВРУ для многоквартирного дома в принципе отличается от ВУ только наличием оборудования для распределения электроэнергии по зданию, а т. к. ВРУ не должно быть доступно для обитателей здания, рассматривать его устройство не имеет смысла. Для нас важно запомнить следующее: к ВУ или ВРУ обязательно должна подводиться линия повторного заземления. Это означает, что производить расщепление совмещённого нулевого проводника PEN можно только здесь.



После ВУ или ВРУ электроэнергия попадает на главный щиток в коттедже или на этажные щитки в многоквартирном доме. Будем исходить из того, что расщепление уже произведено и мы имеем систему заземления TN-C-S. В главном (этажном) щитке всегда стоит устройство, позволяющее полностью отключить потребителя электроэнергии. В качестве такого устройства может использоваться рубильник или галетный выключатель, но чаще всего используется автомат типа С или D на ток не менее 40 А: двухполюсный — для однофазных

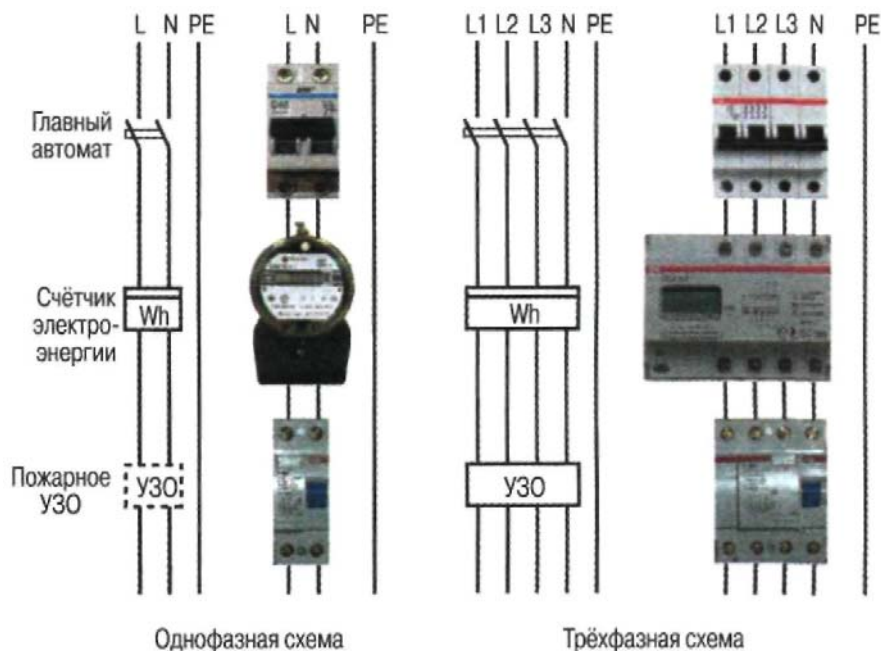


применений либо четырёхполюсный — для трёхфазных. Здесь необходимо заметить, что линия защитного нуля РЕ в пределах квартиры или коттеджа никогда и нигде не разрывается.

После главного автомата, как правило, устанавливается счётчик электроэнергии: двухполюсный — для однофазных применений либо четырёхполюсный — для трёхфазных.

Далее в коттедже устанавливается так называемое пожарное УЗО на ток, на ступень больший, чем у главного автомата (обычно на 63 А) и чувствительностью 300 мА. Смысл его установки ясен из названия — оно должно сработать в случае пожара и обесточить здание. В квартирном щитке пожарное УЗО используется редко и, как правило, с более высокой чувствительностью, чем в коттедже (100 мА).

В многоквартирном доме линия электропроводки от этажного щитка на этаже идёт на квартирный щиток, который обычно устанавливается в прихожей или холле. В квартирном щитке желательно поставить на входе ещё один главный автомат (можно рубильник). Это нужно для того, чтобы в случае форс-мажора, не выходя из квартиры, можно было одним движением полностью её обесточить. Если есть желание устано-



вить счётчик в квартирном щитке, то лучше это сделать сразу после главного автомата или рубильника. Получается, что квартирный щиток будет немного дублировать этажный. И там, и там будет устройство, полностью обесточивающее квартиру. Но счётчик устанавливается всегда один — либо в этажном щитке, либо в квартирном. Пожарное УЗО тоже должно быть одно — либо там, либо тут.

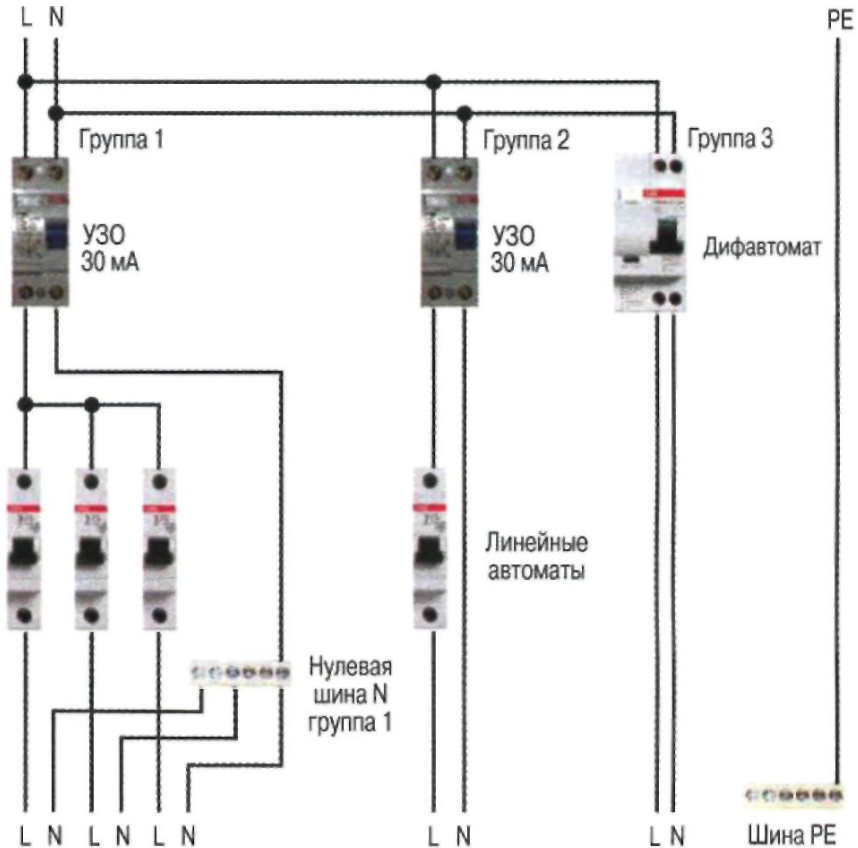
На следующем этапе после счётчика или пожарного УЗО электроэнергия распределяется по группам потребителей, объединённым по какому-либо признаку (территориально, функционально и т. п.). Производится такое распределение на главном щитке в коттедже или на квартирном щитке в квартире.

Первым устройством в любой группе является УЗО, чувствительность которого равна 30 мА. Для сырых, влажных помещений и улицы чувствительность должна быть выше и равна 10 мА. Чтобы избежать частых срабатываний, старайтесь не делать слишком больших групп под одним УЗО.

Согласно ГОСТ, требуется, чтобы УЗО ставилось последовательно с защитным устройством (автоматом) и тоже находилось под защитой. Необходимо только, чтобы номинальный ток УЗО был скоординирован с номинальным током защитного устройства. Номинальный ток УЗО рекомендуется выбирать равным или на ступень большим номинального тока последовательного защитного устройства, в нашем случае автомата или группы автоматов. В случае группы автоматов номинальный ток УЗО выбирается равным или на ступень большим суммы номинальных токов всех автоматов группы.

После УЗО электроэнергия (только фазный проводник) распределяется по линиям, идущим непосредственно к потребителям. Каждая линия подключается через свой автомат типа В или С, а ток срабатывания определяется нагрузкой на линии и её сечением. Иногда, в особо важных случаях, для отдельных видов нагрузки вместо УЗО применяют дифавтоматы. Не рекомендуется ставить дифавтомат на линию, к которой подключается компьютер. Возможны частые ложные срабатывания в момент включения компьютера. Использовать линейный автомат после дифавтомата не нужно.

Итак, на щитке, кроме главного автомата и счётчика, будут расположены несколько групповых устройств. Первым устройством в каждой группе является УЗО или дифавтомат. В случае использования дифавтомата группа обычно состоит только из одной линии. После УЗО устанавливается один или несколько автоматов, каждый из которых защищает конкретные линии в группе. Обратите внимание, что шина рабочего нуля N отдельная для каждой группы.



Главная сложность при проектировании щитка — это грамотное разбиение нагрузок на группы. Естественно, силовые и осветительные линии рекомендуется всегда выделять в отдельные группы. Положено жилые помещения объединять в одну или несколько групп, а подсобные помещения (кухня, коридор, санузел, бытовки) объединять отдельно от жилых также в одну или несколько групп. Обязательно выделять в отдельные группы



помещения, где имеется доступ к воде или повышенная влажность (ванные, бассейны, подвалы, постирочные, лоджии и балконы), а также уличное освещение и уличное силовое питание. В коттедже удобно делать отдельные малые щитки на каждый этаж и разбивать нагрузки на группы поэтажно. Естественно, разбивка на силовые и осветительные и прочие группы производится на каждом малом щитке отдельно. Мощное стационарное или кратковременно подключаемое оборудование (бойлер (водонагреватель), джакузи, отопительный котёл, стиральная машина, посудомоечная машина и т. п.) тоже требует создания отдельных групп. Рекомендуется создавать отдельные группы на подключаемое через определённые розетки (выделенными линиями) стандартное бытовое оборудование (электрочайник, холодильник, микроволновая печь и т. п.). При разбивании на группы надо помнить об ограничении нагрузки из-за конечного сечения проводников групповых линий. В частности, для осветительных линий стандартного сечения  $3 \times 1.5 \text{ мм}^2$  максимальная мощность нагрузки не должна превышать 3.5 кВт, а для силовых линий стандартного сечения  $3 \times 2.5 \text{ мм}^2$  максимальная мощность нагрузки не должна превышать 5.5 кВт.

### **Мощность нагрузки в зависимости от номинального тока автоматического выключателя и сечения кабеля**

Сечение кабеля, $\text{мм}^2$		Номинальный ток автомата, А	Мощность 1-фазной нагрузки при 220 В, кВт	Мощность 3-фазной нагрузки при 380 В, кВт ( $\cos \varphi = 0.8$ )
Медь	Алюминий	$I_a$	$P_{1-220}$	$P_{3-380}$
1.0	2.5	6	1.3	3.2
1.5	2.5	10	2.2	5.3
1.5	2.5	16	3.5	8.4
2.5	4.0	20	4.4	10.5
4.0	6.0	25	5.5	13.2
6.0	10.0	32	7.0	16.8
10.0	16.0	40	8.8	21.1
10.0	16.0	50	11.0	26.3
16.0	25.0	63	13.9	33.2

Пример разбиения на группы для коттеджа:

1. Освещение 1-го этажа;
2. Освещение 2-го этажа;
3. Освещение мансарды;
4. Уличное освещение;
5. Розетки в ванной;
6. Джакузи;
7. Теплые полы в ванной;
8. Розетки в холле, 1-м этаже, 2-м этаже, мансарде;
9. Розетки на кухне;
10. Выделенная линия №1 на кухне (для электрочайника);
11. Выделенная линия №2 на кухне (для микроволновой печи);
12. Выделенная линия для компьютера;
13. Водонагреватель;
14. Газовый котел;
15. Розетки в котельной.

Пример разбиения на группы для квартиры:

1. Освещение кухни;
2. Розетки на кухне;
3. Выделенная линия №1 на кухне (для электрочайника);
4. Выделенная линия №2 на кухне (для микроволновой печи);
5. Посудомоечная машина;
6. Стиральная машина;
7. Освещение санузла;
8. Розетка в санузле;
9. Освещение гостиной, спальни, коридора;
10. Розетки в гостиной, спальне, коридоре;
11. Освещение лоджии.

## ГЛОССАРИЙ И АББРЕВИАТУРЫ

**Векторная сумма** — математически термин, означает сумму векторов.

*Иногда (очень, очень редко) используется электриками при разводе клиента для окончательного морального уничтожения. Но действует недолго, т. к. является довольно слабым заклинанием.*

**ВЛ (Воздушная Линия)** — линия электропередачи 220/380 В, проходящая по воздуху, т. е. на опорах. При больших напряжениях обычно применяют аббревиатуру ЛЭП.

*С авиалинией не имеет почти ничего общего.*

**ВРУ (Вводно-Распределительное Устройство)** — частный случай ВУ с распределением электроэнергии на несколько направлений.

*Не имеет к вранью никакого отношения, хотя звучит похоже. Может быть поэтому это сокращение так любят электрики.*

**ВУ (Вводное Устройство)** — первое устройство на линии в здании после ответвления.

*Совсем не то, что вы подумали.*

**ГЗШ (Главная Заземляющая Шина)** — смысл аббревиатуры ясен из расшифровки.

*Так называется шина заземления в Кремле. Надеюсь, что эта информация после распада СССР уже не является Государственной тайной.*

**ГРЩ (Главный Распределительный Щит)** — смысл аббревиатуры ясен из расшифровки.

*Возможно, это щит на фасаде здания Генерального штаба. Для меня удивительно, что он несет ещё и распределительную функцию.*

**ДСУП (Дополнительная Система Уравнивания Потенциалов)** — совокупность всех проводящих частей конструкций и оборудования отдельно взятого помещения, соединённых между собой. ДСУП должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также нулевые защитные проводники, включая защитные проводники штепсельных розеток. Рекомендуются выполнять после основной СУП каждого здания по ходу передачи электроэнергии.

*Если рассматривать понятие «потенциал» в философском смысле, то ДСУП была почти построена при социализме.*

**Защитный ноль РЕ** — в электроустановках до 1 кВ так называется защитный проводник, соединённый с глухозаземлённой нейтралью генератора источника питания.

*Типичный советский военнотружущий, очень воинственный, но неспособный ничего защитить, даже себя.*

**КЗ (Короткое Замыкание)** — не предусмотренное нормальными условиями работы электрическое соединение точек электрической цепи с различными потенциалами через малое сопротивление. Известно с момента открытия электричества. *Следовало бы отличать от длинного замыкания, но как?*

**КТП (Комплектная Трансформаторная Подстанция)** — сооружение, где находится трансформатор, от которого к вам идёт ВЛ или ПЛ.

*Как правило, маленький, вечно запертый домик, напоминающий домик уехавшего в длительную командировку Карлсона.*

**КУП (Коробка Уравнивания Потенциалов)** — ответвительная коробка (шкафчик), куда сходятся все проводники ДСУП и где они соединяются вместе.

*Ассоциируется с понятием «закрома Родины».*

**ЛЭП (Линия Электропередачи)** — служит для передачи электрической энергии с напряжением обычно большим 220/380 В, из одной местности в другую.

*Полезное изобретение человека, хотя слово «передача» вызывает неприятные ассоциации.*

**Нагрузка** — значение длительно действующего тока, проходящего через электроприбор или электрический проводник.

*В недавние времена под нагрузкой понималась дополнительная, совершенно ненужная тебе часть товара, которую приходилось покупать вместе с нужной частью.*

**Напряжение** — скалярная величина, численно равная работе, совершаемой суммарным полем сторонних и кулоновских сил при перемещении единичного положительного заряда на участке электрической цепи.

*Так называется состояние души после разговора с электриком.*

**Ноль или нуль** — название для проводника, не находящегося под высоким потенциалом относительно земли.

*Одна из мантр для электрика. Соответствует понятию «Инь».*

**Однофазный** — относящийся к системе, в которой имеется только одна фаза.

*Сравните: однояйцевой.*

**Отгорание** — электротехнический термин, означающий просто перегорание проводника.

*Термин «отгорание», как правило, используется, чтобы подчеркнуть свой отсутствующий профессионализм в области электротехники.*

**ПЛ (Подземная Линия)** — так называется кабель, проходящий под землёй.

*Какая проза. Я долгое время надеялся, что этот термин имеет отношение к мировым линиям сипы и теории Мулдашева или хотя бы к метрополитену. Напрасно.*

**ПУЭ (Правила Устройства Электроустановок)** — смысл аббревиатуры ясен из расшифровки. Сейчас действует 7-я редакция.

*Талмуд для электрика. Считается абсолютно непогрешимой книгой до выхода 8-й редакции.*

**Рабочий ноль N** — в электроустановках до 1 кВ так называется проводник, используемый для питания электроприёмников, соединённый с глухозаземлённой нейтралью источника питания.

*Типичный советский работник, ничего не делающий на рабочем месте.*

**Совмещённый ноль PEN** — в электроустановках до 1 кВ так называется проводник, сочетающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников.

*Ещё более типичный советский работник, совмещающий две должности и ничего не делающий на двух рабочих местах.*

**Сопротивление** — величина, характеризующая противодействие электрической цепи или её участка электрическому току.

*В местах локальных конфликтов так называются бандформирования, находящиеся на «нашей» стороне.*

**СП (Строительные Правила)** — смысл аббревиатуры ясен из расшифровки.

*Жаль, что реальные строители в эти правила практически никогда не заглядывают.*

**СУП (Система Уравнивания Потенциалов)** — совокупность всех проводящих частей конструкции здания, соединённых между собой. СУП выполняется на вводе в здание путём объединения следующих проводящих частей: основной (магистральный) защитный проводник; основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим; стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями; металлические части строительных конструкций, системы молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования. Такие проводящие части должны быть соединены между

собой на вводе в здание. Рекомендуется по ходу передачи электроэнергии повторно выполнять ДСУП.

*Если рассматривать понятие «потенциал» в философском смысле, то СУП в теории должна была быть построена при коммунизме.*

**Ток** — направленное движение заряженных частиц в проводнике.

*И всё. Ни тебе глухарей, ни шоу...*

**ТП (Трансформаторная Подстанция)** — то же самое, что и КТП.

*Отсутствие буквы К вовсе не означает, что подстанция некомплектная (в смысле растащенная обслуживающим персоналом).*

**Трёхфазный** — относящийся к трёхфазной системе. *Сравните: трёхчленный.*

**Трёхфазная система** — совокупность трёх однофазных электрических цепей переменного тока (называемых фазами), в которых действуют три переменных напряжения одинаковой частоты, сдвинутых по фазе друг относительно друга. Наиболее распространены симметричные трёхфазные системы, напряжения в которых синусоидальные, равные по величине и имеющие сдвиг фаз, равный  $120^\circ$ .

*Приплести какую-нибудь хохму к трёхфазной системе мне не удалось. Ну, может быть, с большой натяжкой: коктейль «Кровавая Мэри» с бензином.*

**УЗО (Устройство Защитного Отключения)** — смысл аббревиатуры ясен из расшифровки. Защищает людей и животных от поражения электрическим током.

*В широком смысле под это понятие подходит автомат Калашникова.*

**Фаза** — название для проводника, имеющего относительно земли высокий потенциал переменного напряжения (в нашей стране чаще всего 220 В).

*Одна из мантр для электрика. Соответствует понятию «Янь».*

## ТАБЛИЦЫ

**Размеры некоторых распространённых круглых  
установочных коробок**

<b>D, мм</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>74</b>
<b>H, мм</b>	<b>40</b>	<b>62</b>	<b>40</b>	<b>46</b>	<b>50</b>	<b>65</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>58</b>

**Размеры некоторых распространённых круглых  
ответвительных коробок**

<b>D, мм</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
<b>H, мм</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>50</b>

**Таблица соответствия сечений проводников их диаметру**

<b>Сечение, мм<sup>2</sup></b>	<b>Диаметр, мм</b>
<b>0.5</b>	<b>0.8</b>
<b>0.75</b>	<b>1.0</b>
<b>1.5</b>	<b>1.4</b>
<b>2</b>	<b>1.6</b>
<b>2.5</b>	<b>1.8</b>
<b>4</b>	<b>2.3</b>
<b>6</b>	<b>2.8</b>
<b>10</b>	<b>3.6</b>
<b>16</b>	<b>4.5</b>
<b>25</b>	<b>5.6</b>



### Допустимая токовая нагрузка на провода и кабели

Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Нагрузка на провода и кабели, А									
	Одножильные		Двухжильные				Трёхжильные			
	прокладка в воздухе		прокладка в воздухе		прокладка в земле		прокладка в воздухе		прокладка в земле	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1.5	23		19		33		19		27	
2.5	30	23	27	21	44	34	25	19	38	29
4	41	31	38	29	55	42	35	27	49	38
6	50	38	50	38	70	55	42	32	60	46
10	80	60	70	55	105	80	55	42	90	70
16	100	75	90	70	135	105	75	60	115	90
25	140	105	115	90	175	135	95	75	150	115
35	170	130	140	105	210	160	120	90	180	140
50	215	165	175	135	265	205	145	110	225	175
70	270	210	215	165	320	245	180	140	275	210
95	330	255	260	200	385	295	220	170	330	255
120	385	295	300	230	445	340	260	200	385	295
150	440	340	350	270	505	390	305	235	435	335
185	510	390	405	310	570	440	350	270	500	385
240	605	465								

**Примечание.** Сечения в таблице соответствуют стандартному ряду.

### Максимально возможные номинальные токи автомата для медных кабелей, чаще всего применяемых в быту

Сечение кабеля, мм <sup>2</sup>	Допустимый продолжительный ток в проводниках кабеля, А	Максимально возможный номинальный ток автомата, А
3x1.5	19	16
3x2.5	25	25
3x4.0	35	32
3x6.0	42	40
3x10.0	55	50

### Цветовая маркировка втулочных наконечников с пластмассовыми манжетами

Цвет манжеты	Сечение, мм <sup>2</sup>
белый	0.5
серый	0.75
красный	1.0
чёрный	1.5
синий	2.5
серый	4.0
жёлтый	6.0
красный	10.0
синий	16.0
жёлтый	25.0
красный	35.0

### Стандартизированный ряд значений номинальных условных токов короткого замыкания для автоматов и дифавтоматов

$I_{кз}$ , кА			
3	4.5	6	10

### Стандартизированные значения номинальных токов для автоматов, дифавтоматов и УЗО

Устройство	Стандартизированные ряды значений номинальных токов, А													
Автоматы	6	—	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
Дифавтоматы	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
УЗО	—	—	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125

**Примечание.** Выделенные красным цветом значения более распространены, и их использование предпочтительнее.

**Некоторые электрические соединители Scotchlok™  
с врезным контактом, рассчитанные на напряжение 600 В**

Внешний вид	Номер соединителя	Номинальное сечение проводника, мм <sup>2</sup>	Предельная температура, С°	Цвет корпуса
	534	1.5...2.5	105	серый
	558	0.5...1.5	105	красный
	560	0.75...1.5	105	голубой
	562	3.0...4.0	105	жёлтый
	567	проходной 3.0...4.0 ответвитель 0.75... 1.5	90	коричневый

## Стандартизированный ряд сечений проводников

Сечение, мм <sup>2</sup>																
0.5	0.75	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240

### Мощность нагрузки в зависимости от номинального тока автоматического выключателя и сечения кабеля

Сечение кабеля, мм <sup>2</sup>		Номинальный ток автомата, А	Мощность 1-фазной нагрузки при 220 В, кВт	Мощность 3-фазной нагрузки при 380 В, кВт (cos φ = 0.8)
Медь	Алюминий	I <sub>а</sub>	P <sub>1-120</sub>	P <sub>3-380</sub>
1.0	2.5	6	1.3	3.2
1.5	2.5	10	2.2	5.3
1.5	2.5	16	3.5	8.4
2.5	4.0	20	4.4	10.5
4.0	6.0	25	5.5	13.2
6.0	10.0	32	7.0	16.8
10.0	16.0	40	8.8	21.1
10.0	16.0	50	11.0	26.3
16.0	25.0	63	13.9	33.2

**НЕ ВКЛЮЧАТЬ!**  
**РАБОТА НА ЛИНИИ**



## **ВЛЕЗАЙ — НЕ УБЬЁТ!** **РЕАЛЬНАЯ ПОМОЩЬ** **ДОМАШНЕМУ ЭЛЕКТРИКУ**

Книга представляет собой пособие по устройству и монтажу бытовой электропроводки. Принятие в 2002 году 7-й редакции ПУЭ (Правил Устройства Электроустановок) стало своего рода «тихой революцией» в России. Предложенный в ней новый революционный подход всколыхнул страну. Новый подход, на первый взгляд, отрицает старую парадигму, хотя это не так. И чтобы разобраться в путанице, требуются достаточно глубокие знания электротехники уже не только от электриков, но и от простых граждан.

В этой книге самые странные, на первый взгляд, электротехнические правила и заумные законы становятся простыми и понятными. Были проанализированы самые животрепещущие электротехнические проблемы, встающие время от времени перед каждым из нас, и на каждую из них найдены ответы с точки зрения современной электротехнической науки. Сухой материал автор постарался сделать максимально понятным и усвояемым, разбавляя его кое-где лёгким юмором. Очень широко используется иллюстративный материал, который тоже постарались сделать на базе визуальных концепций, максимально приближенных к быту современного среднего человека.

ISBN 978-5-94120-217-1

