

# "Я электрик!"

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ



*"Я электрик!"*

*Журнал  
для облегчения жизни  
специалистов-электриков*

*[www.electrolibrary.info](http://www.electrolibrary.info)*

Сайт журнала «Я электрик!»: [www.electrolibrary.info](http://www.electrolibrary.info)

e-mail: [electroby@mail.ru](mailto:electroby@mail.ru)

Выпуск №21

Октябрь-ноябрь 2010 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Уроки электромонтажа	3
Электрический щит гаража	42
Три фазы – это не так-то просто	48
Эвакуация в правильном свете	54
Свет надежды	58
Оптимальное решение	63
Как самому сделать солнечную батарею	69



# Уроки электромонтажа

*Репринцев Владимир Викторович*

## **-Урок 1-**

### **Техника безопасности - то, что нельзя игнорировать**

Увидев название этого урока, о чем Вы подумали? Конечно, трудно сказать, какие мысли посетили именно Вас, но большинство ожидает фразы, вроде «ток очень опасен», «будьте крайне осторожны», «не прикасайтесь» и т.п.

Часто можно заметить, что многие люди боятся вообще как-то соприкоснуться с электричеством. Если Вы перешагнули через этот страх, то позвольте похвалить Вас за мужество. Но стоит напомнить, что чрезмерная самоуверенность весьма опасна.

В качестве отступления. Одна из причин производственных травм, не обязательно от электрического тока, - это потеря должного страха перед опасностью. Именно этот страх замещает самоуверенность. Чтобы стало понятно, приведем несколько примеров:

1. Плотник, считающий себя профессионалом, может начать работать колющим, режущим инструментом небрежно, рискованно. Результатом может стать серьезная травма, вплоть до потери пальцев или еще чего хуже.

2. Монтажник-высотник, почувствовав азарт, может все реже пользоваться монтажным поясом. Результатом может стать падение с большой высоты.

3. Электромонтажник может посчитать себя весьма точным и аккуратным, и будет работать, не отключая напряжения. Но одно неточное движение может стоить жизни. Этим отступлением мы нисколько не хотели Вас напугать. Напротив, хотели Вас побудить: с должным уважением относитесь к электрическому току и он отблагодарит Вас светом, теплом, уютом и комфортом.

Должно быть самой главной книгой для электромонтажника является ПУЭ. Можно упомянуть «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а так же разные ГОСТы. Читать весь этот материал трудоемкое занятие, тем более что мы с Вами ограничимся

монтажом проводки своего дома, квартиры. На что сразу обращают внимание нормативные документы?

Строго запрещено лицам, не имеющим специального допуска, производить работы на электроустановках, находящихся под напряжением. Если Вы решили самостоятельно смонтировать проводку в новом доме, то понятно, что току просто братья неоткуда. Если же Вы занялись ремонтом и предстоит замена проводки, или же замена только розеток, выключателей, светильников, то производить Вы это можете только при полном снятии напряжения.

Для этого необходимо:

- простые пробки – выкрутить;
- пробки-автомат – выключить;
- автоматы в щитке Вашей квартиры (дома) – выключить.

Теперь смело можно браться за работу. И убедительная просьба: соблюдайте это требование, чтобы создатели курса чувствовали себя спокойно. В противном случае отпишитесь от этого курса.

О технике выполнения отдельных видов работ по электромонтажу мы поговорим в следующих уроках. И как-то трудно здесь провести грань: что касается качества работы, а что – техники безопасности. Но есть общие требования к проведению работ, которые не касаются напрямую электрики. Это общие правила безопасности при строительстве:

- 1) удобная спецодежда, не стесняющая движения;
- 2) удобная и практичная обувь, способная защитить стопу от торчащих гвоздей и пальцы от падающих обломков;
- 3) используемый инструмент не должен хранить в себе какую-либо опасность:
  - электроинструмент целый, без оголенных проводов или скруток;
  - молоток должен быть хорошо насажен, рукоятка без трещин;
  - плоскогубцы (бокореzy, круглогубцы) – с изолированными ручками (на всякий случай).

Т.к. проводка укладывается на достаточной высоте, то порой просто необходимы надежные подмости, козлы (сколоченный стол, с которого удобно работать), стремянки. Хотя порой из-за отсутствия выше перечисленного приходилось видеть, как в ход шли пустые бочки, поддоны, пеноблоки – короче, все, что попадалось на глаза и могло помочь встать повыше. Но это неправильно, это опасно! Думайте не о скорости, а о качестве работы и Вашей безопасности.

Т.о., задумав самостоятельный электромонтаж, Вам необходимо:

- 1) обесточить заменяемую проводку (если есть);
- 2) соблюсти основные правила по технике безопасности на стройплощадке;
- 3) наличие нужного исправного инструмента;
- 4) соблюдение дальнейших наших советов.

В этом случае Вы обречены на успех!

На этом остановимся, а в следующем уроке мы обсудим необходимый инструмент, без которого действительно чувствуешь себя как без рук.

## **-Урок 2-**

### **Необходимый инструмент - без него как без рук**

Продолжим наше обучение электромонтажу своими руками. Итак, тема посвящена необходимому инструменту. Если Вы спросите: «А какой инструмент самый нужный?», - то однозначно и не ответим. Как-то начальник одного электромонтажного управления спросил нечто подобное. Наш знакомый бригадир (которого мы очень уважаем, со стажем) ответил: «Дайте нам молоток и зубило». И никто не сомневался – он сделает работу. Но не волнуйтесь. В такие жесткие условия Вас никто ставить не будет. Как никак живем в 21 веке.

### **Инструмент на все времена**

Что правда, то правда: электромонтажнику приходится дружить с молотком. Желательно, чтобы его вес был 0,8 кг. Это весьма приемлемый вес для забивания строительных гвоздей (в обиходе – дюбелей); где штукатурку можно отбить, где осторожно провод подровнять. Специалисты молотком в пустотных бетонных плитах парой ударов делают отверстия в нужном месте.

Но Вам гораздо легче эту операцию (и не только) будет сделать другим инструментом.

## Перфоратор



Типов перфораторов существует множество. Но мы с Вами, ограничиваемся монтажом проводки в своем доме, квартире. Если Вам предстоит сделать серьезное количество сквозных отверстий в кирпичных или бетонных стенах, то предлагаем остановить свой выбор на практичном, не тяжелом перфораторе. Например, на таком, как Вы видите на снимке под №1. И не обязательно это должен быть Bosch. Фирм, производящих достойный электроинструмент хоть и немного, но хватает.

В отличие от дрели, или даже дрель-перфоратора, настоящий перфоратор не так жалко нагружать работой. Примерные возможности приведенного перфоратора: максимальный диаметр сверла при сверлении бетона – 24 мм; дерево – 30 мм; стали – 13 мм.

Как Вы видите, под перфоратором на иллюстрации под №2 и №3 изображены патроны для фиксации свёрел по дереву или металлу (ленточные сверла). В деревянном доме Вам придется работать именно этими свёрлами.

Представленная модель перфоратора позволяет взаимозаменять патрон для свёрел по бетону, кирпичу (SDS-сверла) на патрон под ленточные свёрла (№2). Если такой функции у перфоратора нет, то выручает патрон, вставляемый как SDS-сверло (№3), а уже в него – ленточное.

## Про свёрла и не только



Перейдем ко второй иллюстрации. Здесь под цифрой 4 Вы видите набор SDS-свёрел (уже понятно для какого материала?). Представить абсолютно весь набор сверел – это не возможно. Но в выборе мы отталкиваемся от поставленной задачи.

Скажем, нам необходимо сквозное отверстие на улицу для питающего кабеля. Диаметр защитной трубы – 22 мм, толщина стены – 2 кирпича. Вам потребуется сверло диаметром 22 мм (можно и 24 мм) и длиной не менее 50 см.

Но среди свёрел Вы видите два долота: одно в виде лопатки, другое заточено на конус (т.н. пика). У перфоратора есть режим работы – долбление. Именно в этом режиме используют долота. Можно молотком, а можно и долотом пробить отверстие в пустотке бетонного перекрытия; отбить не нужный выступ, наплыв раствора, мешающий проводке и т.д. Но есть ещё одно особое сверло, о котором поговорим отдельно.

## Корона



Корончатое сверло (предмет под номером 5). Оно заменяет работу молотком и зубилом или перфоратором, заряженным долотом. Основное применение – сверление отверстий нужной глубины под коробки (стаканы) для установки розеток, выключателей.

## Джентльменский набор



А теперь перейдем к необходимым мелким инструментам. Рулетка (№6) поможет Вам располагать розетки, выключатели и другие элементы электрики на заданных расстояниях согласно проекту.

Нож (№7) применяется для разрезания изоляции кабелей. Так же ножом зачищают концы каждой жилы кабеля для расключения, но эту операцию профессионально и удобно делать клещами для снятия изоляции (№10).

Бокорезы (№8) весьма к месту, когда надо откусить лишние концы жил, укоротить жилы, аккуратно обкусить разрезанную изоляцию. Но эти операции можно сделать другим инструментом – плоскогубцами (№9). Хотя бокорезами это делать удобнее. А вот скрутки (соединение двух и более жил) надежней делать плоскогубцами.

Отвертка плоская, или «минусовая» (№11), обычно используется при подключении розеток, выключателей, светильников. Заметим, однако, что порой одной отверткой не обойтись. Где-то надо жало отвертки пошире, где – поуже, а где-то потребуется и фигурная, или «крестовая».

Индикаторные отвертки представим две: обычную (№13) и не обычную (№12). Обычную используют так: жалом отвертки осторожно прикасаются к клемме, винту, зачищенной жиле – словом ко всему, что может быть под напряжением, а палец руки держим на металлическом конце отвертки. (Вы же понимаете – на противоположной стороне от жала). Если при прикосновении внутри отвертки светиться лампочка, то данный провод, клемма, жила, винт подсоединения действительно под напряжением. Помните, если именно здесь Вы хотите что-то сделать, то обесточьте это место. Геройствовать не стоит. О необычной отвертке (внутри ее есть батарейки) мы поговорим позже.

### **Но это еще не все...**

Здесь мы привели примерный список основного инструмента. Хотя можно добавить и уровень – для большей точности и красоты; и шпатель – для вмазки в кирпичные и бетонные стены стаканов под розетки, выключатели; и пояс – это такой пояс со многими карманами для удобства ношения инструмента; и т.д. и т.п.

### **Итог**

В последующих уроках мы будем обсуждать виды работ, а соответственно и используемый инструмент. И если Вы, абсолютный новичок в этом деле, то не волнуйтесь, если вдруг под рукой не окажется именно вот этого инструмента.

Определите для себя, что Вы учитесь не жестким правилам, а основным принципам электромонтажа. Вы уже стали замечать, что какой-то инструмент можно заменить другим? Отлично! Позвольте привести один пример.

Как-то на одном очень серьезном объекте («Северсталь») мы, электромонтажники, затронули вопрос о нехватке нужного инструмента. Один из наших руководителей произнес крылатую фразу: «Электромонтажник должен быть универсальным».

Так что старайтесь быть «универсальными», используйте свою находчивость и не выходите за рамки, предъявленные проектом. Именно о нем мы и поговорим в следующем уроке.

### **-Урок 3-**

### **Чтение проекта-"букварь" электромонтажника**

Сам по себе проект электроснабжения жилого дома достаточно прост и много бумаг в себе не содержит. Возможно, Вы подумаете, мол, это вам, специалистам, просто, а вот нам, новичкам, не очень просто. Согласимся: по началу глаза могут разбегаться, и не знаешь за что браться. Но попробуйте взглянуть на проект не со страхом перед неизвестным, а посмотрите на него как на увлекательный ребус, в котором очень хочется разобраться. Перед Вами целый журнал ребусов! Итак, начнем их решать.

Обычно к проекту прилагается страница «**Технические условия**». Здесь расписано кто, как, в соответствии с какими нормативными документами будет обеспечивать Ваше жилье электроэнергией. Интерес для Вас должна представлять запись о допустимой потребляемой мощности и сколько из неё пойдет на обогрев; можно ли пользоваться сваркой. Хотя

подумать и решить: какая мощность нужна, необходимо ли трехфазное электроснабжение, будет ли отопление электрическим и т.д. стоит еще до создания проекта. Как решать эти и другие сопутствующие вопросы – долгая тема. Вы же для себя контролируете на странице **«Технические условия»** наличие договоренных чисел. Есть? Если есть, значит отлично и листаем дальше.

В проекте находится **«Ведомость рабочих чертежей»** - это как раздел содержание. Так же приводится список документов, которыми руководствовался проектировщик при проектировании (ПУЭ, ГОСТ, СНиП).

Раздел **«Общие данные»** описывает определенные требования к осуществлению электромонтажа. Ознакомьтесь с данной информацией. Разумеется, если Вы ранее с подобной терминологией не сталкивались, то что-то будет не понятно. Но не всё. Здесь может быть оговорена высота установки счетчика, розеток, выключателей... Хвалите себя за то, в чем Вы уже разбираетесь, а волноваться из-за незнания пока не стоит!

Хорошей помощью для Вас будет **«Спецификация электрооборудования, материалов и изделий»** (в дальнейшем **«Спецификация»**). Здесь перечислены комплектующие Вашей проводки. В таблице в соответствующих столбцах указаны: название, наименование (буквенно-цифровая аббревиатура), количество и примечания.

По крайней мере уже примерно чего и сколько необходимо закупать известно. Но в тоже время, понятное дело, что абсолютно всё учесть в **«Спецификации»** не возможно.

Осталось у нас самое интересное. Это основная часть проекта: схемы. (Внимание! Обязательно скачайте схемы (изображения в формате JPG) к этому уроку по этой ссылке <http://reprincev.oskol.in/elm/uroki/proekts.zip>. После скачивания необходимо переименовать этот файл в proekts.rar. Не забудьте! Информация из этого файла пригодится Вам при изучении на протяжении всего этого курса.)

Именно их мы и представляем Вашему вниманию:

1. «Схема принципиальная питающей сети»;
2. «План сети» (в нашем случае 380/220 В);
3. «План системы уравнивания потенциалов»;
4. «Эскиз шкафа учета 0,38 кВ (справочно).

Для начала просто рассмотрите эти чертежи. Ну как? Помните, перед Вами интересный ребус, который не сложно разгадать. Достаточно найти зацепку, а остальное разрешится элементарно.

Теперь Вам предстоит «включить» пытливость, догадливость, смекалку. Мы же попробуем Вам все разжевать. Продолжим с помощью «**План сети 380/220 В**» (в дальнейшем «**План**»). Посмотрели? Что Вам здесь понятно? Стены и перегородки видите? Отлично! Наименование отдельных комнат определили? В помощь в левом нижнем углу чертежа таблица, а на плане в каждой комнате есть кружок с цифрой. Итак, где какое помещение выяснить не сложно, правда?

Осталось разобраться с жирными черными линиями и со всякими значками. Найдите коридор, а соответственно и вход в дом. Первый значок, что мы видим, это кружок, перечеркнутый внутри. Если вспомнить школу – физику – электрические цепи, то так мы обозначали лампочку. Как видите ламп здесь несколько. Четыре светильника подписаны ПСХ и три светильника – ИВУ. На Вашем проекте возможны и другие буквенные обозначения. Если Вы не знаете этих обозначений, в прилагаемой «**Спецификации**» в колонке «**Наименование**» находите это буквенное обозначение, а в колонке «**Обозначение**» - название этого предмета. В нашем случае – что это за светильник. По этому принципу можно расшифровать и остальные непонятные буквенные обозначения. Если буквенные обозначения выполнены латинскими буквами, то для них выделена отдельная колонка. Аналогичным образом по колонке «**Обозначение**» определяете, что это за предмет.

Т.о., рассматривая «**План сети**», прибегайте к приложенной к проекту «**Спецификации**» и часть ребуса Вы с легкостью разгадаете. И обращайте внимание на «**Примечания**» на чертежах. В них содержится полезная уточняющая информация.

Не подписанными остались значки, которые на любом проекте означают одно и то же:

1. наружный одноклавишный выключатель;
2. наружный двухклавишный выключатель;
3. внутренний одноклавишный выключатель;
4. внутренний двухклавишный выключатель;
5. внутренний трёхклавишный выключатель;
6. внутренняя розетка;
7. клеммник (для подключения любого понравившегося светильника);
8. трансформатор (здесь для галогенных ламп в ванной комнате),

переключатель – особый тип выключателей, которые позволяют включать-выключать один и тот же светильник из разных мест. В нашем случае Вы видите один переключатель в коридоре, а второй у входа в котельную. Оба включают-выключают свет в котельной.

Что за розетка на кухне XS-2 – объяснение рядом, здесь же на чертеже в «Примечании». А вот в ванной комнате две розетки отличны от остальных, т.к. это помещение повышенной влажности. Розетки в ванной комнате должны быть влагозащищенными.

Остались черные линии. Вы догадались уже, что это пути укладки кабелей. Причем Вы видите штрихи на этих линиях – это количество жил в кабеле на определенном отрезке.

Отрезок (или участок) электроцепи начинается и заканчивается значком (элемент электропроводки) или точкой (место разветвления).

Электрическим сердцем дома является шкаф учета (ШУ) электроэнергии. Слева на стене дома он изображен черным прямоугольником. Кстати, всмотритесь. Шкаф изображен со стороны улицы. Как думаете, это удобно? После подписания проекта, просто поместить значок внутрь дома будет не просто. Обычно ШУ всегда располагают внутри, но проконтролировать этот момент у проектировщика стоит.

Но продолжим. От ШУ отходит пять линий (групп) трёхжильных кабелей. Это увидели? Отлично. И запомните, только точка означает соединение (разветвление) кабелей. Просто пересечение линий ни о каком соединении не говорит! А дальше просто. Помните в детстве рисованные лабиринты? Начинаете от ШУ и ведите пальцем отдельно взятую группу до размещённых на ней электроустановок. Заметили: розетка XS-2 – это отдельная группа без каких-либо ответвлений.

Что из себя внутри представляет ШУ, отображает «**Эскиз шкафа учета 0,38 кВ (справочно)**». Об этом мы поговорим в другом уроке. А принцип расключения групп отображен на «**Схеме принципиальной питающей сети**» (в дальнейшем «**Схема**»). При помощи этой «**Схемы**» можно кое-что добавить к тому, что мы узнали по «**Плану**». По «**Плану**» мы увидели пять отходящих групп от ШУ. А на схеме изображено и подписано семь отходящих кабелей. Почему? Давайте разбираться. В таблице есть колонка «**Наименование электроприемника**» и прописаны семь наименований. Над каждым наименованием изображен соответствующий кабель. На каждом кабеле есть надписи. О чем они – указывают графы слева. Чертеж не разлинеен таблицей, иначе было бы слишком много линий, загромождивших схему.

Начнем с электроприемника «Розетка 380 В». У нее есть условное обозначение, но на «**Плане**» мы ее не видим. Объясняет графа «Способ прокладки» - напротив заглавия графы написано «в шкафу учета», т.е. внутри ШУ, а потому и не изображена. «Марка и сечение проводника» указывает 4 ПВ-2 1х4 мм – это четыре провода ПВ-2 с сечением каждой жилы 4 мм<sup>2</sup>. По тому же принципу смотрим следующие группы. Группу освещения по «**Плану**» найти не трудно. На ней только светильники. Розеточную группу помещений также – на ней по «**Плану**» одни розетки. Видите, даже указанные на «**Плане**» наименования помещений оказались не лишними. По «**Схеме**» видим: марка проводника – ВВГнг; кабель трехжильный сечением по 2,5 мм<sup>2</sup>; способ прокладки – труба гофрированная. И т.д. седьмая группа – резервная. Она начинается и заканчивается в ШУ – автомат в резерве.

Справа на «**Схеме**» осталась не рассмотренная часть, изображающая принцип выполнения уравнивания потенциалов. Сложная фраза, а по-простому – заземление. И здесь же перечислено, что именно необходимо заземлить. Более детально это изображено на «**Плане системы уравнивания потенциалов**». По примеру уже рассмотренных чертежей, здесь Вы сможете разобраться самостоятельно. К вопросу заземления мы вернемся в одном из последующих уроков.

На этом рассмотрение проекта приостановим. Но к нему мы еще будем обращаться по мере необходимости. Сегодня же постарайтесь для себя отметить: проект способен многие вопросы осветить, только придется листать его туда-обратно. Не бойтесь этой головоломки. А условные обозначения запомнить не трудно, тем более что для жилого дома их не много. Теперь, не спеша, вдумываясь, анализируя, просмотрите еще раз этот урок. Учесть и описать все тонкости трудно, но, по крайней мере, основу чтения проекта, принцип, мы постарались Вам объяснить. И как обычно: если что-то осталось не понятным, обязательно пишите.

В следующем уроке мы начнем рассматривать, как именно эти проекты воплощают в жизнь.

## **-Урок 4-**

### **Укладка проводки и самые простые расключения**

#### **Начинаем творить**

Вы замечаете, как с каждым уроком мы все глубже погружаемся в мир электромонтажа. Сегодня нам предстоит рассмотреть уже практические действия. Итак, ознакомившись с проектом, Вы для себя сложили представление, где и что будет расположено. Теперь, взяв «План сети»,

отметьте на стенах места расположения розеток и выключателей. Важно отметить не только место – обозначьте горизонтальной линией точную высоту для каждой розетки и выключателя.

От каждой розетки, выключателя кабель будет подниматься строго перпендикулярно вверх. Если у Вас открытая проводка, т.е. кабели не прячутся под штукатурку или гипсокартон, а расположены видимо или в коробе, то прочертите линию при помощи уровня. Если проводка скрытая, то избегайте соблазна вести проводку по кратчайшему пути. Позднее, точно зная, что кабель идет строго вверх, Вы сможете абсолютно спокойно просверливать в стене отверстия, не видя кабеля.

Под потолком для горизонтальной укладки кабеля отводится пространство в 15 см от уровня потолка. Т.е. ниже опускаться нельзя. Конечно, если в проекте это расстояние оговорено, то придерживайтесь Ваших предписаний.

### **Возможная неприятность**

Не редкость следующая ситуация. По окончании электромонтажа стены оштукатуривают. За тем приходят сантехники и, так порой получается, что крепления для труб фиксируют на высоте именно 15 см от потолка. Или предусмотрен подвесной потолок и поддерживающая конструкция крепится на той же высоте. Поэтому будьте предусмотрительны. А если получаются накладки, то в духе сотрудничества эти ситуации легко решаются.

### **Работа с перфоратором**

По проекту Вы видите, в каких местах необходимо пройти сквозь стены. Помните, сквозь стену должен пройти не просто кабель, а кабель в защитной трубе. Поэтому отверстия должны быть соответствующими. Отверстия производятся на той же высоте, что и укладка кабеля. Если у Вас подвесной потолок, то это хорошо. В том смысле, что это упрощает работу. Кабель можно укладывать не по стенам, а по потолку - над потолком нет необходимости соблюдать прямые углы.

А если у Вас бетонные плиты перекрытий и кабель проходит в пустотах этих плит, то придется поработать. Обычно светильник (люстра) располагается по центру комнаты. Не всегда пустота в плите будет соответствовать этой точке. Тонким сверлом просверлите отверстие – сплошной бетон – сместитесь влево или вправо по ширине плиты и попробуйте опять. «Нащупали» пустоту – воспользуйтесь долотом и расширьте отверстие. Таким же образом у стены в той же пустоте пробейте отверстие для входа кабеля.

В целях экономии кабеля допускается вести проводку по пустотам плит. Можно по периметру комнаты на противоположную стену. Но если по пустоте ближе, то почему бы и нет.

### **Еще одна неприятность**

При изготовлении плит, а так же при их укладке обычно во втором канале от края плиты расположена петля для крюка подъемного крана. Это место при строительстве заделывают раствором и в результате канал закупорен бетонной пробкой. Если Вам удобен для проводки другой канал, то проще сместиться в него, нежели штробить в проблемном.

### **Коробки расключения**

При скрытой проводке перфоратор потребуется для долбления ниш под коробки расключения. Остановимся и на этом вопросе. Какие именно коробки нужны прописано в «Спецификации». В магазине электромонтажных изделий по буквенно-цифровой аббревиатуре Вам их предоставят или схожие по требуемым характеристикам. На стенах проще устанавливать круглые коробки, нежели квадратные. Квадратные, чтобы выставить ровно, надо помучиться.

Если Ваши стены обшивают гипсокартонном и расстояния между обшивкой и стеной хватает для коробки – тем проще. Нет необходимости в перфораторе. А если нет, или если слой штукатурки будет пару сантиметров? Необходимо выбить нишу, но не стоит от души – чем глубже не значит лучше. Причина: поверхность штукатурки и лицевая сторона коробки должны быть на одном уровне, одной плоскости, т.е. коробка не утоплена в стену. Но это, думаем, понятно. Сами коробки устанавливают уже после укладки проводки при расключении.

Где устанавливают коробки? Начните с конца группы. К примеру, возьмем розеточную группу. Там, где последняя розетка, коробка не нужна – кабель приходит непосредственно к розетке. Движемся по линии (группе) и приходим к розетке, расположенной на линии. Кабель идет вверху под потолком, и здесь необходим спуск к розетке. Это место разрыва питающего провода и подсоединения спуска на розетку. Значит, здесь устанавливаем коробку расключения. Таким же образом подсоединяем и остальные розетки.

На «Плане» есть точки на линиях. Как мы уже говорили – это разветвления группы. Здесь также стоит установить коробку: питающий кабель пришел и разветвляется на два (или более) ответвления.

А если розетки расположены недалеко друг от друга? Чтобы не устраивать бросающиеся в глаза скопления коробок можно объединить пару коробок в одну. Получается: в коробку приходит питающий кабель, а отходит, возможно, спуск на розетку, отходящий питающий кабель для другой коробки и вместе с ним кабель для близко расположенной розетки.

Коробки группы освещения располагают обычно над выключателем. В коробке расключаются входящий питающий кабель и отходящие: один на выключатель, а второй на светильник. Как именно расключаются жилы кабелей рассмотрим позднее.

Что мы имеем. Вы разместили места нахождения розеток, выключателей, светильников. Определили, как именно будут проложены кабели и просверлили сквозные отверстия. Выбили, по необходимости, ниши под коробки расключения и отверстия в потолке.

### Подготовка крепления для кабеля



Если по проекту указана укладка в гофрированной трубе, то разобраться здесь просто. Под трубы разного диаметра есть соответствующее крепление. К кирпичным, бетонным стенам крепится так: дюбель + винт (см. 1). Отмеряете необходимый отрезок трубы и с помощью стальной скобы в трубе втягиваете нужный кабель. Если гофрированная труба не нужна, то самый распространенный способ: это строительный гвоздь + полоска-лоскут из мягкой жести. Возможны и другие варианты.

Основные принципы крепления. Кабель не должен провисать, оттопыриваться от стены. Это особо касается поворота кабеля на 90 градусов и входа-выхода кабеля в-из коробки. Чем ближе расположено крепление к повороту (с двух сторон) или к коробке, тем надежнее будет держаться кабель. Кстати, если кабель хорошо закреплен, то коробка расключения

будет держаться как надо уже за счет расключенных в ней кабелей. Что теперь мы видим? Крепление набито (или насверлено и установлено).

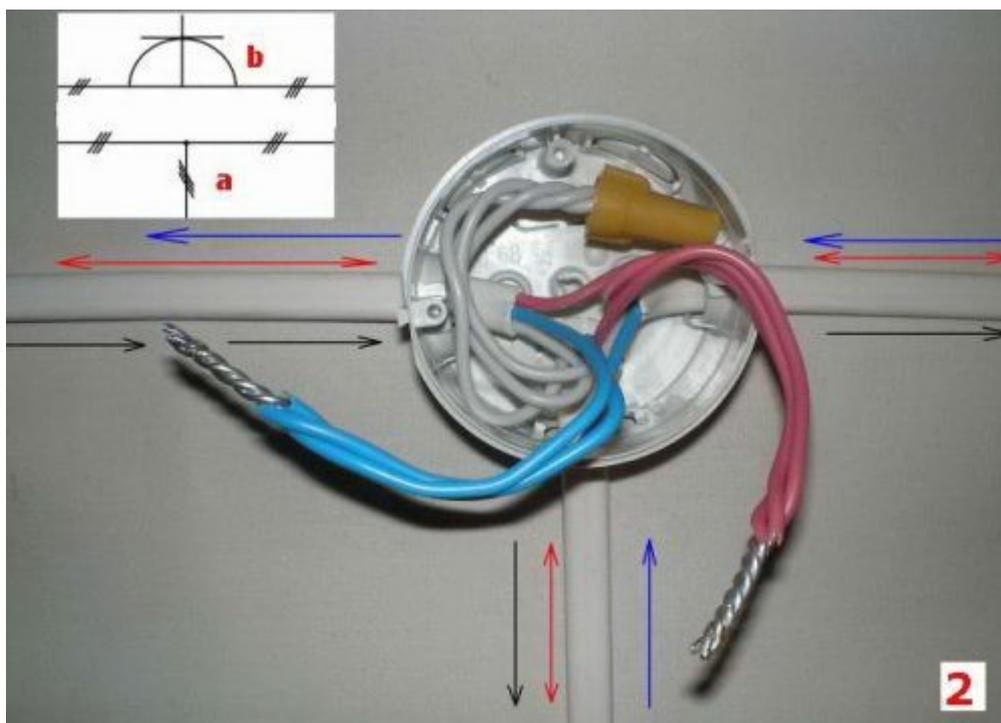
### **Крепим кабель!**

Оттолкнемся опять от розеточной группы. Опять с конца – так проще. Гофрированная труба должна вплотную примыкать к коробке расключения с одной стороны и к установочной коробке для розеток с другой (в обиходе называемой «стакан»). Об установке стаканов поговорим в одном из последующих уроков. Пока для Вас ориентир – точно обозначенная черта на месте установки розетки.

Запас кабеля для подключения розетки. Принцип. Черта – центр стакана. Вы имеете представление, что стакан монтируется в стену или крепиться к гипсокартону. При установке розетки жилы не должны быть натянуты, но и безмерный запас ни к чему. Запас нужен на далекое будущее, если подгорят подключенные жилы и придется их обкусить и подключить по-новому.

В коробке расключения запас кабеля отмеряют от входа в коробку примерно 20 см. Постарайтесь, чтобы концы в коробке были одинаковой длины. Это облегчит укладку уже расключенных жил в коробке и выглядеть будет более эстетичней. Но т.к. диаметры коробок различны, то и эта цифра может колебаться. Принцип. Опять думаем о будущем. Если придется перерасключать коробку – обломается жила (или когда-нибудь отгорит) – оставленный запас поможет без лишних нервов решить проблему.

По ходу заметим. Мы не приводим конкретных цифр – правил. Главное понимать причину производимых действий. Со временем при постоянной практике выработается чутьё, приобретется опыт. А пока, если не уверены: больше – не меньше. При монтаже проводки без гофрированной трубы принципы остаются те же.



### Как расключать жилы?

Итак, в коробку пришел питающий кабель, вниз спустился кабель на розетку, и отходящий на другую коробку или розетку. Снимите верхнюю изоляцию кабеля. И постарайтесь это сделать не повредив изоляцию на самих жилах. В идеале верхний слой изоляции снять вплоть до входа в коробку. Это поможет с большей пластичностью уложить жилы после распайки. Сами жилы в коробке розеточной группы расключают «по цветам».

На иллюстрации этот принцип отображен отчетливо (см. 2) – цвет к цвету. Не допускайте соединение различных цветов. Это может привести к короткому замыканию. Ножом снимите с каждой жилы сантиметров по 5 изоляции. За тем плоскогубцами делаете скрутку. В данном случае на скрутку мы накручиваем т.н. СИЗ. Очищенные участки жил не должны выглядывать из-под СИЗа. Примерьте и лишнее обкусите.

Здесь руководствуемся принципом полной изолированности. Расключенные жилы кто-то надежно обматывает изолентой; кто-то пользуется клеммником; кто-то надевает трубку ПВХ. При монтаже проводки из меди кто-то пользуется специальным сварочным аппаратом для сплавления жил в месте расключения (может, поэтому процесс расключения порой называют распайкой). Но главное, чтобы не соприкоснулись отличающиеся жилы «металл на металл».

## **Белый, синий, красный**

На иллюстрации Вы видите три разных цвета: белый, синий, красный. В различных кабелях может быть разная комбинация цветов. Но т.к. Вы используете кабель из одной бухты, то в коробке встречаются жилы одинаковых цветов. Для себя Вы должны точно определить какой цвет будет фазного провода, какой у нулевого и, если предусмотрено, у заземления. Обычно ноль – синий, заземление – желто-зеленое (в нашем случае – красное) и фаза – белая. Определитесь с цветом – запомните – этим руководствуйтесь.

## **Полезное сравнение**

Вспомним опять школу – физику – электрические цепи. Фазный провод – по нему подается напряжение. Проще говоря, по нему приходит ток к электроприбору. А по нулевому – возвращается. Приведем пример – сравнение. Практически у каждого из нас есть дома трубы, по которым вода приходит в наш дом. После использования ей надо куда-то уйти. Для этого предусмотрены другие трубы – слив. Вода движется по заданному маршруту. Если водоснабжение и слив где-то соединятся – это неприятность ещё та. Так же и ток. Приходит по фазе, уходит по нулю, при соединении – неприятность – короткое замыкание. Но в системе водоснабжения вода переходит из одной трубы в другую в специальном месте ее использования, скажем в умывальнике. А в электрической системе этим переходом являются только электроприборы.

Коробка расключения розеточной группы Вернемся к рис. 2. Фаза (черная стрелка) по питающему проводу пришла к коробке. Разветвилась на спуск к розетке и на питание для следующей коробки. Вы представляете, что в эту розетку будет что-то включено. Ток делает свое дело и возвращается по нулевому проводу (синяя стрелка). В коробке расключения нули объединяются, и ток уходит туда, откуда и пришел. Заметьте, нигде фаза и ноль не соприкасаются!

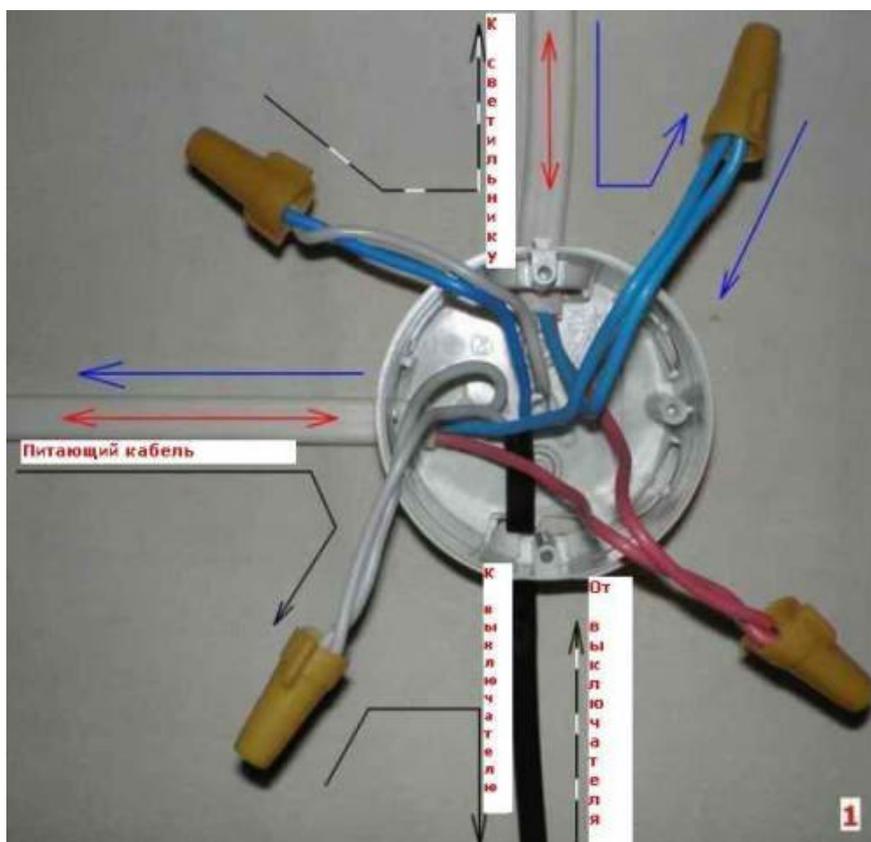
Провод заземления (красная стрелка). Зачем он нужен. Если вода где-то прорывает трубы, то вырывает система отвода воды, дренаж. Если в электроприборе (холодильник, бойлер, стиральная машина и т.д.) оголенный фазный провод соприкасается с металлическим корпусом, то прикоснувшись к такому прибору в лучшем случае будет пощипывание, но может быть и хуже. Поэтому «растекающийся» ток по корпусу надо куда-то отвести. С этой задачей и справляется провод заземления. Внутри электроприбора заземление подсоединено непосредственно к корпусу. Т.к. система

заземления является полностью независимой резервной системой, то и она нигде с фазным и нулевым проводом не соединяется!

Итак, с коробкой расключения розеточной группы разобрались?

В следующем уроке мы рассмотрим более сложные коробки расключения.

## **-Урок 5- Сложные расключения - почувствуйте себя профессионалом**



### **Коробки освещения**

Как и в розеточной группе, к коробке группы освещения приходит питающий кабель. А вот дальше начинается интересное. Помните, в розеточной группе мы расключаем жилы «по цветам» - ток просто разветвляется и идет напрямую к электроприбору. Если напрямую соединить в коробке освещения питающий кабель с кабелем, идущим на люстру (или светильник), то лампочка будет постоянно гореть.

Но Вы же хотите управлять свечением лампочки. Поэтому от коробки освещения отходит кабель к выключателю. Вспомним пример с водопроводом. На трубе подачи воды могут установить т.н. вентиль. Вентиль закрыт – вода не поступает, вентиль открыт – вода пошла. И здесь суть в том, что вода пошла в начале к месту ее использования, а потом уже в слив. Так же и с током. Выключатель открывает-закрывает подачу тока для лампочки. А после сделанной работы – свечения лампочки – уходит по нулю обратно.

Как на практике будет выглядеть расключение коробки освещения, изображено на рис.1.

Рассмотрим движение тока. Итак, по питающему кабелю ток приходит к коробке. С коробки ток спускается на выключатель. Для этого мы соединяем белую жилу (фаза) питающего кабеля с белой, идущей на выключатель. Уже потом, в будущем, Вы всегда будете знать, даже без индикаторной отвертки, что в выключателе белая жила – питающая (и при не выключенных автоматах в ШУ – под напряжением).

Потом, Вы представляете, если выключатель включить, ток должен вернуться в коробку. Т.к. в кабеле только одна белая жила, то ток от выключателя возвращается по другой (в нашем случае – по синей). А потому эта жила становится питающей светильника. Именно ее (синюю жилу с кабеля выключателя) мы подсоединяем к белой жиле кабеля светильника. Оставшиеся ноль и заземление с питающего кабеля подсоединяем к нулю и заземлению светильника.

Надеемся, Вас не смутило и не зародило чувство паники («а вдруг не так расключу») эта особенность: белая жила на синюю. По началу может и будет какое-то чувство неуверенности в действиях при расключении – боязнь ошибки. Поэтому всегда представляйте круг движения тока. Именно Вы создаете этот путь. Последовательно в коробке расключаете и думаете: откуда пришел и куда отправился ток. И помните – в коробке фаза, ноль и заземление никогда не соединяются!

На рис.1 черная стрелка – движение тока к выключателю (питание); прерывистая черная – управляемое движение тока к лампочке; синяя – ноль (путь возвращения); красная – заземление.

### **Если выключатель двухклавишный?**

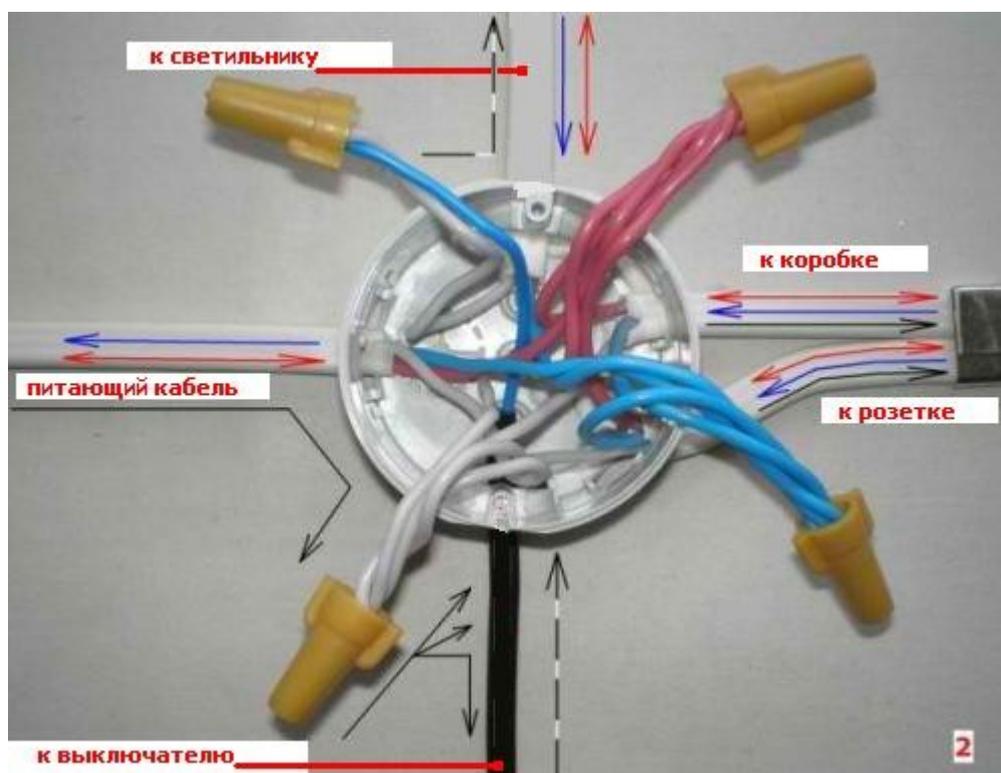
В этом случае на выключатель идет трехжильный кабель: белая жила – питание, а оставшиеся две – это возврат тока к коробке. На светильник идет соответственно четырехжильный: две жилы – питание и ноль с заземлением.

Двухклавишный выключатель делит ток на два управляемых потока. Что бы визуально представить, то схематически управление током одноклавишным (а) и двухклавишным (b) выключателями изображено на рис.4. Пронумерованные точки (1,2,3) – это клеммы – места подсоединения жил к выключателю. Элемент выключателя, обведенный в красный кружок, - это подвижная его часть. Мы представляем, что при включении эта маленькая черточка опускается и замыкает цепь. Так получается круг для движения тока.

### Совмещенные коробки

Если проводка сделана одной группой, или, согласно нашему проекту, на кухне освещение и розетки объединены. Рассмотрим такой случай на примере, изображенном на рис.2. В коробку, как обычно, приходит питание. И здесь Вам просто необходимо объединить знания расключения коробок для розеток и для освещения.

Приходящее питание, кабели на розетки, а так же питание для последующей коробки расключаются «по цветам». Получаются три скрутки: белая – фаза, синяя – ноль, красная – заземление. Представьте, что это и есть питание для освещения. К белой скрутке подсоединяем питание для выключателя, отходящий (или отходящие) от выключателя – к питанию на светильник. Ноль и заземление от светильника – к нашим главным скруткам.



### **Самое увлекательное**

Может сложиться представление: взяли две нужных жилы – скрутили, потом посмотрели, ага, еще надо и прикрутили поверх первых двух, а потом может и еще одну. Некрасиво и не надежно. Правильно делать так: кабели сошлись в коробку – разделали жилы – внимательно рассмотрели – развели жилы пучками, которые будут объединены в одну скрутку, - скрутили нужные жилы в одну скрутку одним разом(!) – еще раз проверили расключение сложной коробки – закрыли коробку. И поверьте, расключать коробку, где сошлись пять или более кабелей захватывает больше, чем решение сложного ребуса!

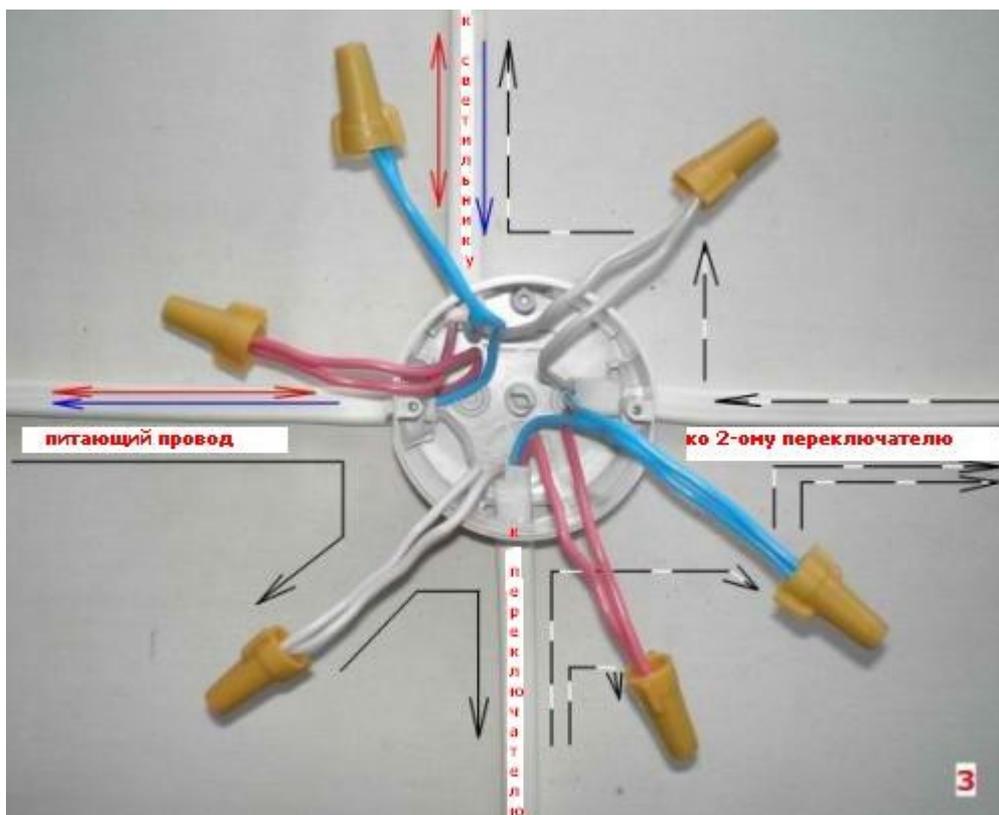
### **Управление светом с двух мест**

Помните, на «Плане» проекта было два переключателя для управления светом в котельной из двух мест: коридора и улицы. Вы, возможно, захотите такое изобразить на лестнице: управлять светом как сверху, так и снизу. Или где-то еще. Как быть?

В этом случае как раз и помогает переключатель. Переключатель – это особый вид выключателя, к которому ток приходит по одному пути, а уходит или по одному, или по другому. Объединив два переключателя в одну схему, они успешно справляются с задачей управления света с разных (двух) мест.

Расключение такой коробки, а так же движение тока, изображено на рис.3. Как и ранее: черная линия – движение питающего тока; прерывистая черная – движение управляемого тока; синяя – ноль; красная – заземление.

Посмотрите на рис.4 с. Пронумерованные точки – это клеммы переключателя. В обведенном красным кругом месте соединяющая косая черточка обозначает подвижную часть переключателя, которая направляет ток или по одному, или по второму направлению. Попробуйте представить, как будет двигаться ток, если переключать переключатель. Нашли положение, когда замыкается цепь и загорается лампочка? Перемещаясь ко второму переключателю и нажимая на него мы разрываем цепь. Всё очень просто.



### О чем стоит помнить

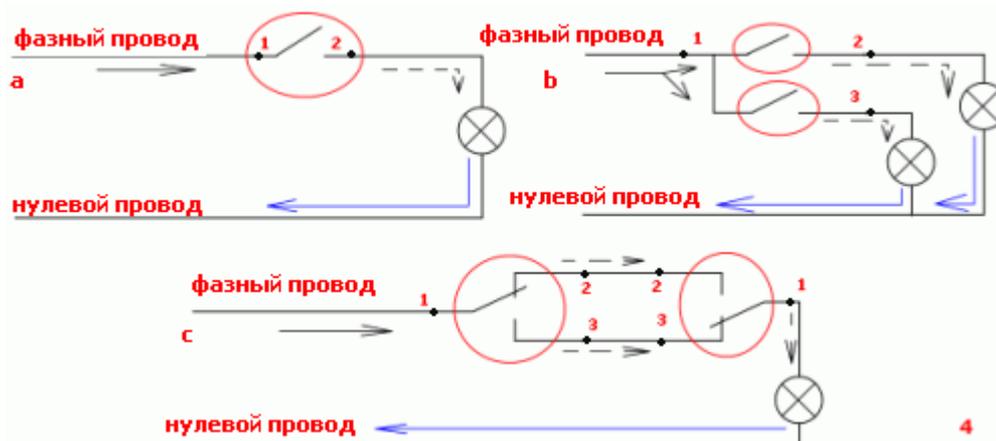
В переключателе три клеммы. На первый переключатель ток подается на точку 1, со второго переключателя – уходит с точки 1. Как определить эту соответствующую клемму? Разные производители по-разному располагают клеммы: где-то клемма 1 будет находиться отделено, но бывает, что отдельно расположена клемма 2 или 3. Поэтому берете тестер и прозваниваете.

Точки (клеммы) 2 и 3 при любом положении клавиши переключателя не звонятся. Для тех, кому тестер тягать с собой лень: берете, помните, отвертку с батарейками. У неё свойство: одним пальцем руки прикасаетесь к одному концу отвертки, а другим пальцем другой руки прикасаетесь к жалу отвертки – лампочка внутри отвертки светиться. Цепь замыкается через ваше тело и этого минимального тока хватает для свечения.

Вот Вам и прозвонка – жалом прикоснулись к одной клемме (палец держим на окончании), а свободной рукой прикасаемся ко второй клемме (не достаёте – дотянитесь металлическим гвоздиком). Щёлкаем клавишей и смотрим, в каком положении отвертка будет светиться. В обоих положениях не светиться между конкретными клеммами – значит это клеммы 2 и 3.

Движение тока см. рис. 3. Ток направляем к переключателю к «главной» клемме 1. или по одной, или по второй обратной жиле ток идет ко второму переключателю. В зависимости от положения второго

переключателя ток двигается (или не двигается) к лампочке. В коробке расключения ноль и заземление как обычно – «по цветам».



Мы постарались привести основные виды коробок расключения. Но, Вы же понимаете, что учесть все случаи невозможно. Порой попадались желающие, чтобы коробок в комнате было как можно меньше, или даже одна. Расход кабеля соответственно не ограничивался. А в коробке расключения сходится 10 и более кабелей. Но, руководствуясь выше приведенными принципами и не торопясь, Вы сможете расключать такие коробки. Немного опыта и Вы потянете и не такое! Тем более, что в следующем уроке мы затронем то, благодаря чему себя можно будет назвать действительно электромонтажником – сварка.

## **-Урок 6-**

### **Заземление-придется быть "на ты" со сваркой**

#### **Условия**

Причину, для чего нужна система выравнивания потенциалов (заземление), мы уже затрагивали. Но вот вопрос, а везде ли её можно смонтировать? В частном доме – без вопросов.

В новых многоквартирных домах электропроводка монтируется трехпроводной: фаза, ноль и заземление (по крайней мере должна быть таковой). Если захочется, и это допустимо, сделать перепланировку и заменить проводку, то от щитка всё монтируется по новой.

А в «хрущевках» как быть? Про заземление тогда никто не думал. Зато теперь почему-то очень многие подумали и требуют, чтобы, по крайней мере, розетки были с заземлением. И это понятно. Ведь практически в любой инструкции к бытовому прибору прописано, мол, заземление жизненно необходимо. И чего только не делают наши коллеги в поисках «земли».

Кто-то внимательно рассматривает щиток (место нахождения счетчика с пробками или автоматами). Если щиток заземлен – повезло – провод заземления каким-то образом прикручивается к металлической части щитка.

Кто-то заземляется от водопроводных труб. Трубы металлические, длина их необъятная, где-то должны быть заземлены. Так что в случае чего току есть куда «растечься».

Кто-то решает проблему проще. В розетке с клеммы с нулевой жилой делается перемычка на болт заземления.

Кто-то придумывает что-то ещё. Выдумок-решений много. Но поверьте, даже в каждом выше приведенном случае есть и обратная сторона медали. Описать всё – это новый урок потребуется. И как факт: многие живут в таких квартирах с бытовой техникой и ничего повально страшного не случается. Хотя предусмотрительные устанавливают УЗО (но об автоматах поговорим в следующем уроке).

### **Заземление собственного дома**

Если в новых многоэтажках эта проблема решена, то в частном доме придется потрудиться. Вернемся к нашему проекту. На «Плане системы уравнивания потенциалов» (в дальнейшем в этом уроке «План») достаточно просто отображено следующее. Значок «Повторное заземление» указывает на примерное расположение контура заземления. Чуть позже объясним, что это такое. Главное отчетливо показаны соединение контура с ШУ (шкаф учета) и отходящие линии.

Что необходимо заземлить так же на «Плане» указано. Как это выполнить? От ШУ до коробок линии имеют пояснение ПВ-2 1x10 мм<sup>2</sup> / т.г. 10. По «Спецификации», в данном случае, - это одножильный медный провод сечением 10 мм<sup>2</sup>, уложенный в гофрированной трубе диаметром 10 мм. Укладывается заземление вместе с проводкой, хотя, если б не дверной проем, можно и снизу в 15 см от пола. После коробки с клемником отходящие провода имеют предписание, указывающее на их сечение 6 мм<sup>2</sup> и способ прокладки – открыто (!).

### **Отступление**

Представьте просторную ванную комнату с идеально выложенной плиткой, по которой, извиваясь змейкой, расползаются блестящие медные жилы. Если Вы дизайнер, то придумать сочетание цветов и уместность присутствия меди Вы сможете. А если нет? Вести в коробе через всю комнату? А если по проекту не медь, а изолированный черный

алюминиевый, и соответственно более толстый, провод. Почему бы тогда не спрятать под плитку как обычную проводку и вывести в нужном месте. Обычно «Энергонадзор» не придирается к такой импровизации не по проекту. Но если в Вашей местности педантичные чиновники, то решайте этот вопрос заранее ещё с проектировщиком.

### **Подключение заземления**

В бойлере есть место (винт), обозначенное значком, как и «Повторное заземление» на «Плане». На ванне снизу есть специальный болт, или зажимаете под болт крепления ножек. Но Вы понимаете – заземление необходимо только для металлических ванн. С трубами также – заземляют только металлические. Вот только как?

Опять-таки кто-то приваривает специальное ушко, чтобы под болт зажать провод заземления; кто-то решает проще – затягивает вокруг трубы провод петель. А вот котел... На «Плане» изображено его заземление. Сколько котлов мы не встречали (для твердого топлива), так специального места для заземления не нашли. Порой крепим заземление к ножке котла или не делаем вообще. Но это как-то не серьезно. Если Вам удастся найти, напишите, поделимся Вашим открытием со всеми.

### **Вернемся к «Схеме принципиальной питающей сети»**

По «Схеме» видим, что сопротивление (R) «Повторного заземления» должно быть меньше 30 Ом. Если контур заземления выполнен правильно, то эта цифра не должна Вас беспокоить. Пунктирной линией «Повторное заземление» соединено с другой горизонтальной пунктирной линией, которая справа по «Схеме» обозначена «РЕ». Так же справа мы видим схему подсоединения «Проводников системы уравнивания потенциалов», которую более подробно мы рассмотрели по «Плану». Сейчас же отчетливо видим, что где-то в ШУ «Повторное заземление» и отходящие проводники соединяются. Как? Не в этом уроке.

Кстати, то, что обведено ещё одним пунктиром, справа на «Схеме» объясняется обозначением ШУ-0,38 кВ. Это внутренняя начинка ШУ, рассчитанного на 380 В. Её мы так же рассмотрим, но не сейчас.

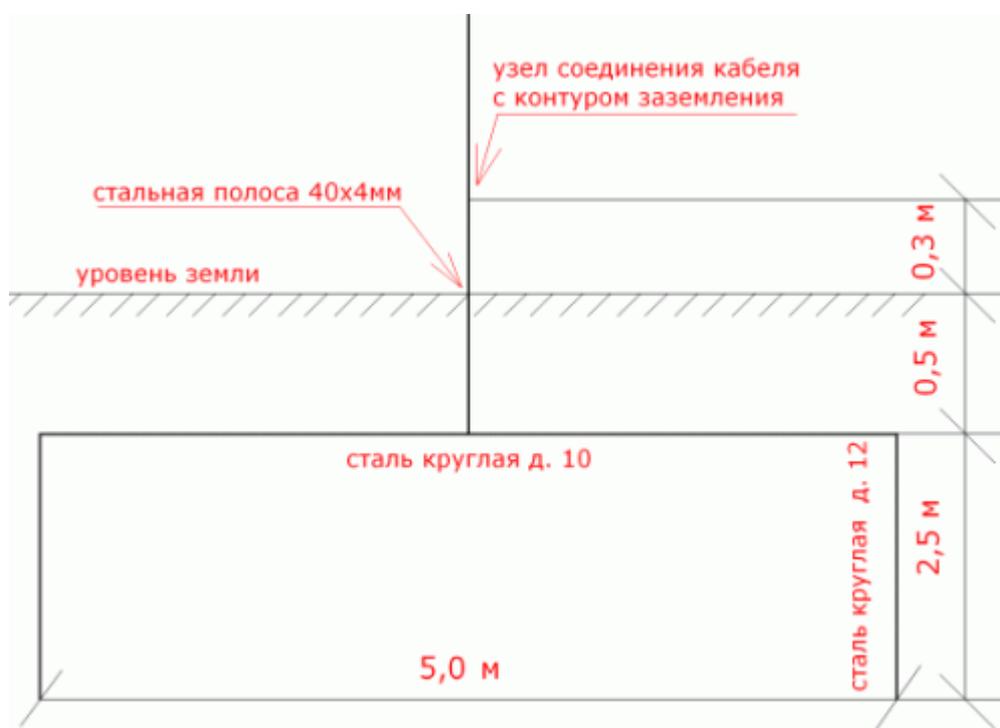
### **Контур заземления**

Так называется металлическая конструкция, находящаяся в земле, для отвода растекающегося тока. В проекте может (или даже должна) находится схема контура. Она может различной в зависимости от «Технических условий». Проектировщики могут предложить треугольный контур. Т.е., Вы

копаете траншею глубиной 0,5 м в виде равностороннего треугольника. В каждой вершине (угол) этого треугольника вбиваете штырь из стали (прописанного в проекте диаметра). Штыри также соединяют между собой сталью (с помощью сварки). Потом на той же глубине делаете отвод в сторону дома стальной полосой.

Могут предложить не треугольником, а по прямой через заданное расстояние вбить три штыря. Или один штырь из обмеднённого металла, который состоит из накручивающихся друг на друга частей. Как-то пришлось вбивать такое на глубину до 12 м, чтобы дотянуться до уровня грунтовых вод. Но думаем, Вам такое не грозит.

В нашем случае ограничились ниже приведенной схемой



На нашем примере полоса поднимается по стене дома на высоту не менее 0,3 м. В этой точке полоса соединяется с проводом, идущем к ШУ. Это болтовое соединение. В полосе просверливаете отверстие нужного диаметра, или к полосе привариваете болт. Понятное дело, что для ввода в здание необходимо сквозное отверстие.

Но в некоторых случаях контур поднимают по стене до крюков (уже не полосой, а катанкой) на которые крепятся изоляторы. На них подсоединяется питающий кабель дома к подходящим проводам от линии электропередач. На конструкции крюков предусмотрен болт, или отверстие под него, для подсоединения контура заземления. От этого болта провод заземления

вместе с питающим кабелем отходит к ШУ. Питающий кабель крепится до крюков и оставляется разумный запас для подсоединения. Подсоединять кабель к питающим проводам не Ваша прерогатива! Это производят соответствующие организации.

### **Наконец, сварка!**

А Вам приходилось когда-нибудь сваривать металл? Но, по крайней мере, как это делается, должны были видеть. Сваривать контур заземления – это то, что нужно для новичка (только не обижайтесь).

Вряд ли без особой надобности Вы будете покупать сварочный аппарат. Проще взять его на прокат. Это может быть небольшой, включающийся в простую розетку (220 В) аппарат, в особом случае – генератор. В центре проката Вам вкратце объяснят, как им пользоваться. Если нет, то попробуем мы.

На аппарате есть два выхода «+» и «-» (т.н. масса). К «+» подсоединяется кабель с держак (для электродов), к «-» - кабель с зажимом. В новых аппаратах разъёмы сделаны так, что, спутав места подключения, Вы всё равно не подключите, т.к. оба разъёма отличны. Подсоединив кабели, наденьте маску и подгоните её так, чтобы она уверенно держалась на голове.

Включаем аппарат! Только смотрите, чтобы держак и зажим не соприкасались. Вставляем электрод. Как понимаете, металл хорошо проводит ток. Перед Вами своеобразная электроцепь: сварочник – кабель с держак – электрод – свариваемый металл – кабель с зажимом – сварочник. Что-то плохо соприкасается – цепь нарушена и не работает.

Можете для начала попрактиковаться на обрезках прутков стали. Сомкните два прута, к одному прицепили зажим – варим место стыка. Почувствуйте процесс. Здесь, в принципе, не нужна точность и красота сварки, как на трубах водоснабжения.

Более нужна надёжность – крепость соединения. Итак, пробуем. Только помните, свечение дуги очень опасно для глаз, да и плотные рукавицы будут весьма кстати.

По началу электрод будет «залипать» - плотно «приклеиваться» к месту сварки. Старайтесь не допускать этого. Длительное залипание вредно для аппарата. Залипание возможно по двум причинам: не уловили ещё расстояние между концом электрода и местом сварки для образования дуги (трудно удерживать его постоянным). Или надо увеличить подаваемый ток

на аппарате. Но не переусердствуйте. Большой ток будет не сваривать, а резать металл. Ищите оптимальное сочетание. Как в любом деле, с опытом это будет даваться легко.

Чтобы не бросаться умной терминологией. Цель: сварить надежно металл. Через стекло маски Вы должны видеть раскаленный до красна металл, и постепенно место стыка делаете единым целым. Представьте, что Вы как бы занимаетесь шитьём особого рода. Заданная или выбранная сталь может быть различного диаметра. Для более толстой необходим и ток побольше и время для прогрева.

Подварили – обстучите место сварки молотком – осыпается шлак и видны недочеты шва. По необходимости наложите ещё один шов. Проще сваривать конструкцию контура сразу или забив штыри примерно до уровня земли, но не до уровня дна траншеи. Не очень там варить удобно. Места сварки, обождав, покрасить.

Теперь нам осталось разобраться с ШУ, а именно с его начинкой. Именно выбором автоматов завтра мы и займемся.

## **-Урок 7-**

### **Выбор автоматов защиты- основные понятия**

#### **Типы автоматов**

В основном используется три вида автоматов. Это, скажем, обыкновенный автоматический выключатель; устройство защитного отключения (УЗО); дифференциальный автомат (диф.автомат).

Автоматический выключатель – предназначен как для включения-отключения в ручную электроцепи, так и для защиты от короткого замыкания.

УЗО – контролирует (сравнивает) отходящий ток в дом, квартиру с возвращающимся. Если где-то нарушена изоляция и есть утечка тока, то УЗО моментально отключается. Диф.автомат – объединяет в себе способности автоматического выключателя и УЗО.

#### **Вернемся к проекту**

Рассматривая «Схему принципиальную питающей сети» и «Эскиз шкафа учета 0,38 кВ (справочно)», мы видим обозначения QF, QF1, QF2... QF13. Надеемся, Вы уже догадались, что это обозначение разных автоматов.

(Приносим извинения за незамеченную опечатку: на «Эскизе шкафа учета 0,38 кВ (справочно)» последние два автомата должны быть QF12 и QF13 (вместо повторяющихся опять QF10 и QF11)).

По «Спецификации» Вы с легкостью определяете, какие автоматы необходимо приобрести. А ещё задолго до этого в проектной организации Вы согласовываете, что именно Вы желаете. В соответствии с этим и были произведены расчеты на необходимую автоматику.

### **Если работы делаются без проекта?**

К примеру, дом, квартира уже давно в эксплуатации и есть необходимость после счетчика заменить проводку или провести отдельную розетку для стиральной машины, бойлера.

### **Выбор автоматического выключателя**

Четко себе представьте, что именно Вы хотите подключить к этой линии. Поставить один новый автомат на всю квартиру? Или сделать несколько групп? Тогда что и на какой группе будет подключено? Нас интересует не сколько название, сколько мощность приборов (Ватт). Если это одна розетка под стиральную машину – это одно. А если это все розетки кухни и Вы желаете их использовать одновременно – нужна примерная сумма потребляемой мощности – и, как понимаете, это уже совсем другое.

Самое время встряхнуть стариной и вспомнить школу, где мощность (P) мы находили, умножая силу тока (I) на напряжение (U), откуда  $I = P / U$ , в умных формулах дописывают  $I = P / U \times \cos\phi$ ?

Но если Вы опять посмотрите на «Схему принципиальную питающей сети», то все группы на 220 В (однофазные) имеют  $\cos\phi = 0,98$ , т.е. примерно 1, поэтому мы его опускаем. Вот только почему нас интересует ток (I)? Ответ: автоматические выключатели классифицируют по силе тока.

Ситуация. Вы решили провести розетку к прибору или в сумме на группе получается  $P = 2 \text{ кВт} = 2000 \text{ Вт}$ . Известно, что в розетке  $U = 220 \text{ В}$ , получаем  $I = 2000 / 220 = 9,09$ . Автомата на 10 А (номинальный ток автомата) будет достаточно – при величине более 10 А автомат отключится.

Сейчас для себя отметьте эту простую последовательность: определились с мощностью, разделили на 220, пришли в магазин и сказали, под какую величину тока нужен автоматический выключатель.

## Немного информации

Ниже мы приводим изображение автоматических выключателей. Как видите, они бывают не только однополюсными, но выпускаются и 2-, 3-, 4-полюсными. Должно быть, каждый видел обыкновенную пробку, вкрученную у счетчика. Со временем на замену им пришли автоматические пробки, которые выключались от короткого замыкания. Знакомо, правда? А однополюсный автоматический выключатель – это видоизмененная автоматическая пробка, только теперь его не вкрутишь, и подключить его надо правильным образом. Но об этом завтра.

Двухполюсный используют как замену двум пробкам у счетчика. Может так получиться, что выбьет пробку на нулевом проводе, а по фазе ток поступает – опасно. А двухполюсный автомат «выбьет» одновременно и ноль и фазу. 3-, 4- полюсные используются в трехфазных линиях.



## Выбор УЗО

При выборе УЗО руководствуются основным показателем: на какой ток утечки УЗО среагирует. Обычно на розеточную группу (много электроприборов) устанавливают УЗО 30 мА. А на отдельные линии, питающие только стиральную машину, только бойлер, только холодильник ставят УЗО 10 мА – такие чувствительные УЗО рекомендуют ставить на линии ванной комнаты или детской.

Если нет возможности в щитке квартиры установить УЗО, или очень трудоемко вести отдельную линию, то есть электророзетки со встроенным УЗО.

Приводим фото 1- и 3- фазного УЗО



### Выбор диф.автомата

Как уже отмечалось, диф.автомат совмещает в себе свойства автоматического выключателя и УЗО. Т.е. он срабатывает как при коротком замыкании, так и при утечке тока. Поэтому при выборе руководствуются обоими показателями. Благодаря компактности диф.автомат в ШУ экономит место, но может не сэкономить Ваши средства: часто по сумме автоматический выключатель и УЗО выходят дешевле, чем один диф.автомат (см. фото ниже).



Стоит заметить, что УЗО и диф.автомат очень чувствительные устройства. Они будут работать должным образом, если должным образом собрана проводка. Помните, нигде провода ноль и заземление не должны соединяться! Если в розетке Вы (как один из вариантов заземления из предыдущего урока) поставили перемычку между контактами нуля и заземления, то УЗО может реагировать и отключаться от прикосновения к корпусу прибора. Ставьте УЗО – уберите перемычку.

Если в Вашей квартире достаточно старая проводка, т.е. изоляция, стала дряхлой, хрупкой, то УЗО Вам это не простит – оно может постоянно фиксировать утечку тока и автоматически отключаться. Спокойней для нервов будет или поменять проводку или, опять-таки, установить розетку со встроенным УЗО.

Не ленитесь раз в месяц нажимать на установленном УЗО, диф.автомате на кнопку «Тест» - это имитированная утечка тока покажет, срабатывают ли автоматы, стоящие на страже Вашей жизни. Мы серьезно.

Надеемся, теперь Вам не трудно определить какие характеристики должны иметь нужные Вам автоматы. Здесь мы не ставили перед собой задачу расписать принцип работы и отличительные характеристики автоматов. Описали пару основных принципов. И примите к сведению: расчет автоматике для трехфазного тока более сложен. Помимо всего прочего, честно говоря, как среди любого товара есть подделки, брак, могут быть и такие автоматы. Поэтому советуйтесь со специалистами в Вашей местности, чья продукция себя хорошо зарекомендовала.

С начинкой ШУ отчасти разобрались, осталось расключить. Об этом в следующем уроке.

## **-Урок 8- Щит управления**

Многие электромонтажники не берутся за расключение шкафов управления, предпочитая доверить это более опытным. Хотя, не пробуя, как набраться опыта? На самом деле расключать ШУ несложно. Скорее трудоемко. Может и придется на одном месте отстоять несколько часов, зато от этой работы дом оживает – энергия бежит ко всем приборам, устройствам, светильникам. Мы опишем последовательность действий, и Вы увидите, как все просто.

## Устанавливаем ШУ

Предварительно действуем по знакомому образцу – смотрим обозначение по «Спецификации» и именно такой приобретаем. Рассматривая проект, Вы определяете, в какой части дома должен находиться ШУ. Как ранее замечалось, лучше чтобы шкаф находился внутри дома. К этому месту при монтаже Вы сводите все кабельные группы.

Чтобы не путаться, откуда какой кабель лучше всего сразу их подписывать (маркером по белой изоляции; на бумажке, примотанной к кабелю изолентой или как-то ещё). Питающий кабель с улицы, провод заземления – это уже трудно с чем-то спутать.

Весь этот пучок кабелей спускается по стене, и здесь его надо надежно и аккуратно закрепить. До какой высоты? Оттолкнемся от цитаты из ПУЭ: «Высота от пола до коробки зажимов счетчиков должна быть в пределах 0,8-1,7 м. Допускается высота менее 0,8 м, но не менее 0,4 м».

Теперь включаем воображение: в ШУ будет устанавливаться счетчик на высоте 0,8-1,7 м от пола. Место расположения счетчика в ШУ видим – прикладываем ШУ к стене так, что бы табло счетчика потом оказалось на уровне Ваших глаз (делаем же для себя, а при обычном росте по такому методу всегда попадете в отведенные пределы). Там, где оказался верх шкафа – место, до которого надежно крепим кабель.

В ШУ для ввода кабеля отверстия могут располагаться на верхней части и не всегда нужного диаметра. Если вводить кабели сверху, то картина будет неприглядной, особенно в жилом, отделанном помещении. Эстетичней будет прорезать в задней стенке по центру под самым верхом отверстие нужного размера.

Если ШУ из металла, то кромки отверстия стоит обработать напильником – острые края могут повредить изоляцию. Способ, чтобы быть более спокойным за целостность изоляции введенных кабелей: с питающего толстого кабеля снимаете верхнюю изоляцию, разрезая её вдоль кабеля – снятая изоляция напоминает разрезанную вдоль трубку – эту трубку нужной длины наденьте на кромку вырезанного отверстия.

Итак, кабели ввели, шкаф на нужную высоту подняли. Если это крупный шкаф, то не стыдно выставить ровно и с помощью уровня («на глаз» лучше не надо). Крепим к стене.

Осторожно снимите верхнюю изоляцию с каждого кабеля вплоть до входа в ШУ, и не забудьте пометить, где какой кабель. Но помните, если в

Вашем проекте есть свои прописанные особенности установки ШУ – обязательно придерживайтесь их.

### **Вернемся к проекту**

«Схема принципиальная питающей сети» (в дальнейшем «Схема») в верхней своей части поясняет, что вводной кабель (видите, пунктирная линия – граница ШУ) выполнен кабелем АВВГнг в котором четыре жилы сечением 16 мм<sup>2</sup>, и длиной 5 м (хотя по факту длина может быть и другой). В этом кабеле есть одна особая жила «PEN» - это приходящий нулевой провод.

И вот здесь, будьте внимательны. Согласно «Спецификации» и «Эскизу» «P1» - это счетчик. Перед ним трехжильный провод разорван автоматом QF с номинальным током 50 А (этот автомат должен выдерживать ток всех одновременно включенных групп и главное предназначение – отключать ток при необходимости замены счетчика, автоматов).

Но посмотрите, с чем соединяется нулевая жила в ШУ? С пунктиром – контуром заземления. Это исключение из правила, которое мы постоянно упоминали: ноль и заземление нигде не пересекаются. Повторим – это единственное исключение. А уже с контура заземления берется ноль и подается к счетчику. После счетчика заземление, ноль, а тем более фаза нигде не соединяются.

Справа на «Схеме» линии прописаны следующим образом: пунктир «PE» - заземление; сплошная «N1» - ноль; сплошная «L1,L2,L3» - это три фазы в одной линии (по принципу как на кабеле количество штрихов означало количество жил).

Как видим, каждая группа имеет свои автоматы со своими характеристиками. Каждая группа имеет примерную надпись, к примеру «Резервная группа» - Гр.6 (L3). Это значит группа номер 6 и запитана от третьей фазы. Каждая группа имеет прописанную свою фазу, кроме розетки 380 В – она трехфазная. Какая фаза будет первой, второй, третьей определяете Вы и придерживайтесь этого.

Но с непривычки представить до конца, каким образом расключить все жилы по «Схеме» будет трудно. Но не случайно она и названа принципиальной схемой. А потому большой помощью является «Эскиз».

## **И вновь ребус**

Не пугайтесь большого количества линий. Все они имеют четкое начало и понятное завершение. Как в старом добром лабиринте – от входа движемся к выходу.

Итак, рассматриваем «Эскиз». Он выполнен так, что, разместив автоматы внутри ШУ, Вы увидите примерно такую же картину. Единственное, что стоило бы понять, это как расключаются кабели. Итак, слева видим вводной автомат QF. К нему есть предписание – предусмотреть возможность для опломбировки.

В любом ШУ есть место, где отдельно ставиться вводной автомат и закрывается отдельной крышкой. Разделанный вводной кабель, в смысле со снятой верхней изоляцией, подключаете к верхним зажимам автомата: отдельная жила в отдельный зажим. Здесь также избегайте желания укладывать жилы по диагонали.

Старайтесь, чтобы повороты были под прямым углом, для спуска вниз жил используйте углы ШУ или специальные ребра с отверстиями (к ним можно подвязать кабель). Тем самым Вы красиво уложите кабель, а прямые углы создадут на будущее запас кабеля (вдруг отгорит) – вот тогда и можно будет по кратчайшему пути. При вводе жил в зажим изоляцию снимайте так, чтобы чистого металла практически не было видно.

После вводного автомата ток идет к счетчику. На «Эскизе» видно, как от QF снизу три жилы (наши три фазы) движутся к счетчику. На счетчике клеммы 3, 6, 9 – это уже отходящие от счетчика жилы для запитки автоматов. Кстати, на крышке каждого счетчика должна быть схема его подключения и расписано, куда ток приходит и откуда уходит – лишний раз удостоверьтесь в правильности действий.

Вновь обратим Ваше внимание на приходящий ноль с вводным кабелем «PEN». Он сразу подключается к общему клеммнику контура заземления. Это металлический клеммник, который крепится к корпусу (в старые времена это был болт на который под гайку зажимались жилы).

На этот клеммник подсоединяются ноль вводной; ноль, отходящий к счетчику; провод от контура заземления на улице; провода заземления труб и конкретных приборов; жилы заземления от каждой группы. Считайте, что треть жил в ШУ уже пристроили.

Со счетчика ноль отходит на свой клеммник. Этот клеммник крепится как автомат, у него изолированное основание. С нуля на каждое УЗО на

соответствующий контакт (N) делаем перемычку. Как видите: 6 групп – 6 отходящих перемычек. Предварительно до этого шага автоматы необходимо разместить внутри ШУ.

Обычно автоматический выключатель и УЗО компонуют парами. На верхнюю клемму автомата приходит фаза, с нижней переходит на УЗО. Получаем, что на УЗО сверху приходит на одну клемму фаза, на другую ноль – причина понятна, правда? А снизу к УЗО подсоединяется уходящая группа (фазная и нулевая жилы) в дом, квартиру. Заменить их и избежать перехода фазы с автомата на автомат может дорогостоящий диф.автомат. Но проектировщик может решить проблему по-другому.

Посмотрите на автоматы QF3, QF4, QF5. Вначале стоит двухполюсный автомат УЗО, а от него подключены два(!) автоматических выключателя. Сэкономленное УЗО? По «Схеме» эти автоматы отвечают один за розетки, второй за освещение в жилых комнатах.

Если УЗО сработает на розетки, то погаснет и свет. Надеемся, это тоже понятно? Питающая жила приводит ток на УЗО (верхняя клемма), а с УЗО (нижняя клемма) ток разветвляется на два направления. Это УЗО контролирует ток как на одном кабеле, так и на втором.

Вернемся к отходящим от счетчика фазным жилам. Согласно «Эскизу» каждая фаза приходит на свой клеммник и разветвляется. На «Схеме» мы так же видели, что группы запитаны от своих фаз. Это также изолированный клеммник. Но для экономии места роль клеммника могут выполнять верхние зажимы автомата QF1. Каждая фаза достигла первое место своего распределения, а дальше с верхних клемм QF1 с первой два ответвления, со второй – одно, с третьей – два.

Ну вот кажется и все. Мы расписали последовательность расключения конкретного случая.

Попробуем выделить общие принципы.

Вешаем ШУ так, чтобы счетчик был на уровне глаз.

Приходящий питающий кабель: фазные жилы (или фазная жила) – на вводной автомат; приходящий ноль – к контуру заземления.

С вводного автомата питающие жилы (понимаем, что это путь фазы, тока) к счетчику. На клеммной колодке контура заземления собираем все, что касается заземления и перемычка ноль для счетчика. Со счетчика перемычка на отделённую клеммную колодку нуля. Отсюда перемычки на N-зажим УЗО

или диф.автомата. (А если без УЗО или диф.автомата? Подумайте, что тогда подсоединяется к колодке нуля? Если нет промежуточного звена цепи, а цепь не должна разрываться – подсоединяем напрямую к колодке нулевые жилы групп.) Увязываем согласно проекту между собой УЗО и автоматические выключатели. Монтируем питающие линии между счетчиком и автоматами. Подсоединяем к автоматам отходящие группы (кабели).

Сложно? Для первого раза даже, возможно, очень. Но, «тяжело в ученье – легко в бою».

## **Итоги**

Мельком вспоминая прошедшие уроки, понимаем, что наша попытка познакомить Вас с основами электромонтажа не позволила охватить абсолютно все. Существует великое множество книг, руководств; проводятся десятки форумов; созданы специализированные сайты - и все это посвящено вопросам электромонтажа. Сегодня мы коснемся некоторых ситуаций, решение которых может представлять трудность.

## **Особенности панельных домов**

В основном наш курс касался создания проводки, либо полной ее замены в частном доме. Это применимо и к квартирам. Так вот, есть особый тип многоэтажных домов - панельные. Все рассмотренные принципы создания проводки относятся и к этим домам, но здесь есть своя специфика.

Изначально при создании плит внутри их располагают пустотные трубки для проводки. Под потолком Вы увидите коробки расключения. Чтобы протянуть кабели к розеткам и выключателям было проще, трубки располагают по диагонали - так короче.

При замене проводки можно пользоваться этими каналами, только помните: внутренний диаметр их ограничен - много кабелей сразу не протянешь. В последнее время стали попадаться плиты не с трубками, а с наружными каналами - в них и крепиться кабель. Но они тоже выполнены по диагонали.

На будущее помните, что в панельном доме кабель от розетки, выключателя может не идти строго вверх. В целях экономии проводов каналы связывали в каждом типе панельных домов по-своему. Не каждый из стариков-монтажников вспомнит, что откуда подключено.

В плитах перекрытия каналы к светильникам также расположены по кратчайшему пути. И помните - это не пустотные плиты. При замене

проводки в таком доме, изменении места расположения розеток, выключателей Вы для себя решите какие трубки практичней было б использовать. Штробить бетон всегда успеете.

И ещё, опять-таки в последнее время в качестве коробки расключения стали использовать отверстия в плитах перекрытия. В целях экономии от коробки многожильный кабель доходит до светильника - кабель разделяется - нужные жилы подключают к светильнику - остальные подсоединяют к кабелю, запитывающему розетки на противоположной стене.

Т.к. во время перегрузок электросети больше всего страдают именно места соединений, то со временем, если потребуется осмотреть вот такую коробку расключения, придется снимать светильник, закрывающий это отверстие. А теперь представьте, что надо сделать, если будет подшивной потолок.

Общее правило для любого типа домов: коробка расключения должна быть легко доступна. А в отношении панельного дома: если Вы надумали сделать проводку по-своему с помощью штроб - наведите справки в эксплуатационной организации, отвечающей за Ваш дом.

### **Кое-что об укладке кабеля**

В отношении укладки кабеля есть одно требование - кабели не должны пересекаться. Порой это не возможно, поэтому заранее представляйте, какой кабель как и где укладывать. Но не волнуйтесь - это не принципиальная ошибка.

Все проходы сквозь стены (если не в трубах), при вводе кабеля в панель перекрытия и при выходе - в этих местах на кабеле должна быть надета трубка ПХВ.

### **Работа "короной"**

При обсуждении электромонтажных работ, мы не упомянули, как высверливать отверстия под "стаканы". Помните, мы советовали четкой линией отмечать точное место и высоту расположения розеток, выключателей, а кабель доводить до этого места с разумным запасом. Здесь все просто: черта - центр; корончатым сверлом не спеша, практически на всю длину сверла, высверливаете ниши - получаются они идеально ровными.

Чтобы кабель не заламывался при вводе в стакан, долотом верхнюю часть ниши сделайте более полой. Устанавливают стаканы на алебастровый раствор (схватывается быстро) с уже просунутым кабелем.

Стаканы выставляют с учетом того, что после оштукатуривания стен кромка стакана и лицевой слой штукатурки будут на одной плоскости. Для гипсокартона, пластиковых панелей существуют не такие мощные короны, да и способ фиксации стаканов иной - прижимающие лапки с тыльной стороны того же гипсокартона.

### **Подключение светильников**

При подключении светильников, особенно с несколькими лампочками, можно столкнуться с такой картиной: от каждой лампочки выходит два провода, но, по цвету, они не отличаются. Как быть? Очень просто: один провод в одну кучку, а второй - во вторую. Получается две группы проводов. Одну подсоединяем к приходящей на светильник фазной жиле кабеля, а вторую - на нулевую. Если выключатель двухклавишный, то одну группу проводов спокойно подсоединяем к нулевой жиле. А со второй определитесь: какие лампочки должны гореть друг с другом. Делите соответственно провода на две группы и подсоединяете соответственно каждую к отдельной фазной жиле.

При подключении т.н. точечных светильников последовательность соединения такова. От коробки расключения на светильники идет ноль и управляемая выключателем фаза. Если один светильник, то понятное дело, подсоединяем к клеммнику. А если светильников несколько? Необходимо соединить их параллельно. На практике это выглядит так: на первый светильник пришли ноль и фаза - возьмите и в каждую клемму подсоедините к приходящим по проводу - вот Ваши ноль и фаза для следующего светильника. И т.д.

В последнее время появилось множество сопутствующих электрике товаров. Это и трансформаторы для ламп, блоки защиты ламп, датчики движения, таймеры... На упаковке каждого приводится схема подключения. Но мы понимаем, то, что для нас просто и понятно, для многих совсем не просто и не понятно. Хотя уже это в рамках курса, Вы уж извините, освещать не будем.

Мы постарались представить, какими основными сведениями должен располагать начинающий самостоятельный электромонтажник. Мы не пишем "электрик" - это человек, следящий за исправной работой электросистемы; мы пишем - "электромонтажник" - человек, создающий электросистему. И при желании Вам под силу стать профессионалом в этом деле!

Источник: <http://reprincev.oskol.in/>

## Электрический щит гаража

Автомобильный гараж для личной машины обычно включает в себя помещение, где располагается само средство передвижения и подвал. Причем часть подвала, как правило, отводят под смотровую яму, а часть - под погреб. Последний располагают либо перед гаражом под проезжей частью (при двухстороннем расположении гаражных боксов), либо сзади - при строительстве гаражей в один ряд.



Довольно часто часть первого этажа (собственно гаража) и подвал оборудуют под мастерскую, где устанавливают механизмы с электрическим приводом (токарные, фрезерные и тому подобные станки) и, как правило, электросварочный аппарат. Поэтому электрическая энергия в гараже необходима как для освещения помещения, так и для питания электропривода механизмов, а также всевозможных зарядных и пусковых устройств, обслуживающих автомобиль.

Освещение непосредственно гаража можно выполнить в четырех точках, например, две точки слева и две справа, либо две точки впереди и две позади, то есть схема освещения будет состоять из двух групп с выключателем на каждую группу. Освещение подвала по условиям электробезопасности осуществляют через трансформатор 220/36 В и подразделяют на три группы, одна из которых обеспечивает освещение смотровой ямы, другая - погреба, третья - входа в подвал.

Схема электрощита, к которому подключают все токоприемники в гараже, показана на рис. 1. Прежде всего для щита понадобится счетчик активной электроэнергии РІ. Если есть сварочный трансформатор, то лучше счетчик подобрать с токовой обмоткой, выдерживающей ток не менее 50 А. Автомат SF в схеме также должен быть рассчитан на ток 50 А.

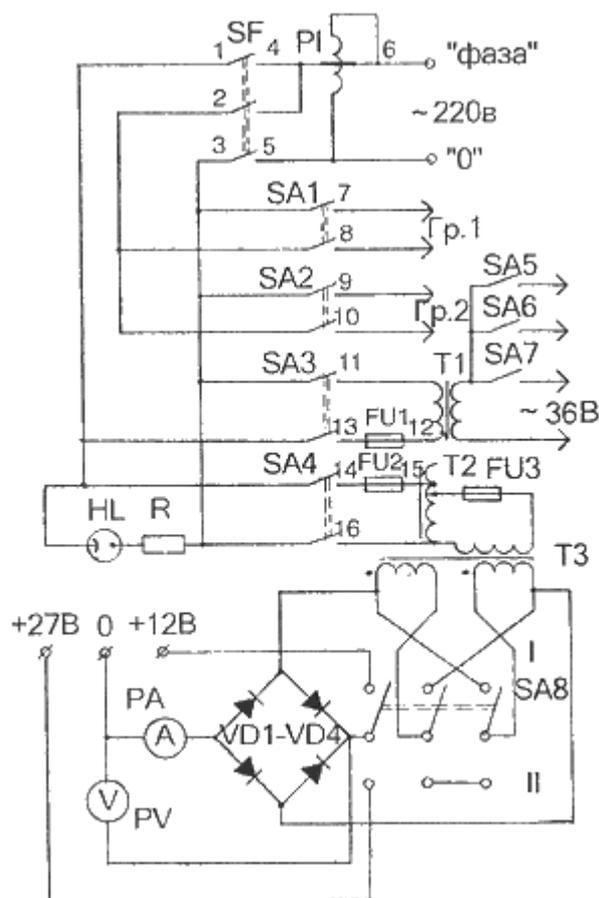


Рис. 1. Схема гаражного щита с зарядным устройством

Освещение гаража осуществляют, как было сказано выше, по двум группам (Гр) с помощью двухполюсных тумблеров SA1 и SA2. Освещение подвала ведут через трансформатор T1 (36 В) мощностью не менее 250 ВА, включаемого тумблером SA3 через предохранитель FU1, по трем группам через однополюсные тумблера SA5; SA6; SA7.

Разводку питания по гаражу и подвалу производят в соответствии с правилами ПУЭ и технике безопасности. Необходимость в определенном числе гнезд (розеток) определяет непосредственно потребитель.

Зарядное устройство должно присутствовать в каждом гараже, а если оно самодельное, то его желательно расположить прямо в щите. Самодельное зарядное устройство лучше выполнить на отдельном силовом трансформаторе. Если же такой возможности нет, то в качестве силового трансформатора зарядного устройства можно использовать трансформатор для освещения подвала

Схема зарядного устройства на основе осветительного трансформатора, который продолжает, кстати, выполнять и свои прямые обязанности, будет приведена ниже. Наиболее простая конструкция регулируемого зарядного устройства получается на основе лабораторного автотрансформатора (ЛАТР-2) с током нагрузки 2 А (возможны также варианты зарядных устройств на основе автотрансформаторов блоков питания от старых телевизоров). ЛАТР-2 имеет выходное напряжение 250 В и мощность  $P=500$  ВА.

Автотрансформатор Т2 в схеме рис. 1 включается тумблером SA4. Через предохранитель FU2, установленный на входе автотрансформатора Т2 и через предохранитель FU3 на выходе напряжение с автотрансформатора подается на вход трансформатора Т3, который может выдавать два регулируемых напряжения 12 В и 27 В (максимальное значение 15 В и 30 В соответственно). Эти напряжения необходимы для токоприемников на 12 В и 27 В (авиационные двигатели и аппаратура).

Вторичная обмотка трансформатора Т3 намотана в два провода (бифилярно) и коммутируется тумблером SA8, так что в положении I обмотки включаются параллельно, а в положении II - последовательно. Обратим ваше внимание, что максимальное выходное напряжение автотрансформатора составляет 250 В, поэтому первичная обмотка Т3 должна быть рассчитана не на 220 В, а на 250 В, то есть на 30 В больше.

Если используется готовый трансформатор Т3 (его первичная обмотка), то необходимо либо домотать дополнительные витки на 30 В, либо ограничить угол поворота регулирующей ручки автотрансформатора.

Заметим также, что наличие в схеме силового трансформатора Т3 обязательно, так как оно обеспечивает:

- гальваническую развязку между первичным (опасным для жизни) напряжением 220...250 В и вторичным (низковольтным);
- увеличение силы выходного тока (ведь ток нашего автотрансформатора не должен превышать 2 А независимо от значения его выходного напряжения). Здесь же при  $U = 15$  В и соответствующей мощности Т3 выходной ток будет равен:  
$$I = P/U = 500/15 = 33 \text{ А}$$

С трехполюсного тумблера SA8 напряжение поступает на мостовой выпрямитель VD1 - VD4 и далее через амперметр РА - на клеммы 12 В и 27 В, которые также коммутируются тумблером SA8. Напряжение 12 В необходимо для питания автомобильных токоприемников (аккумулятора, переноски, двигателей вспомогательных механизмов, кроме стартера, и т.д.),

напряжение 27 В требуется для токоприемников, предназначенных для применения в авиации, а также для одновременной зарядки двух автомобильных аккумуляторов. Естественно, что ток источника напряжением 27 В в два раза меньше тока источника напряжением 12 В.

Схема, при которой возможно совместное использование силового трансформатора Т1 как для зарядного устройства, так и для освещения подвала, показана на рис. 2. Первичная обмотка трансформатора Т1 подключена к выводам 11 и 12, как и в схеме на рис. 1, вторичная обмотка - к выводам 19 и 23 соединена для освещения подвала. Однако вторичная обмотка трансформатора Т1 имеет вывод 24 в средней точке, что позволяет получать постоянное напряжение 0...15 В по схеме со средней точкой, когда каждая полуобмотка (18 В) вторичной обмотки трансформатора Т1 работает в течение полупериода на половинном напряжении этой вторичной обмотки. Нагрузку подключают к клеммам 24 и 26 (см. рис. 2). В двухполупериодном выпрямителе работают тиристоры VS1 и VS2, каждый в свой полупериод.

Схема управления тиристорами построена на основе двухбазового диода VT и включает в себя помимо двухбазового диода VT диоды VD3 и VD4, резисторы R1 - R5, конденсатор С.

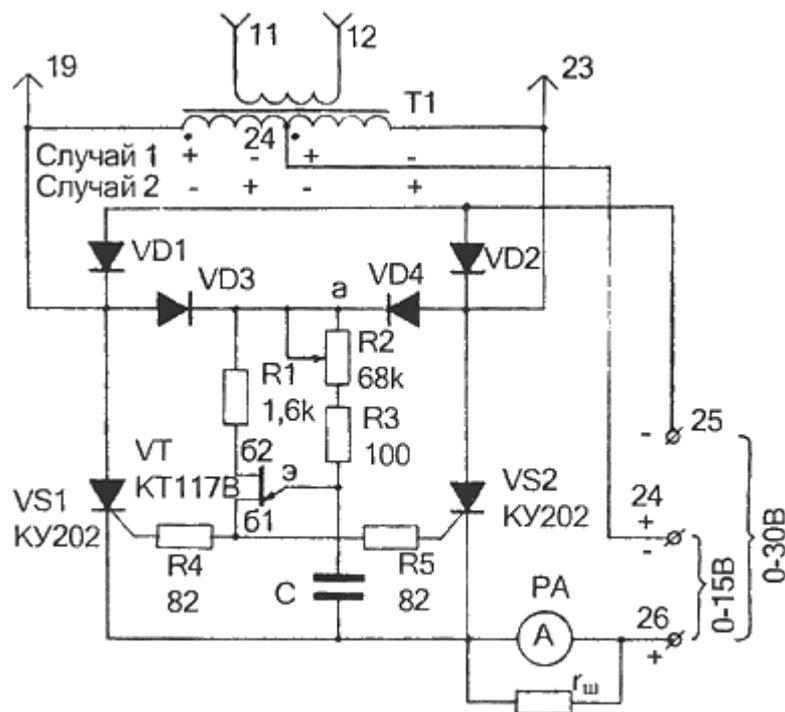


Рис. 2. Схема освещения подвала совместно с зарядным устройством

Выпрямленное диодами VD3 и VD4 (рис.3, а) напряжение поступает через резисторы R2 и R3 на питание схемы управления и заряжает конденсатор С (рис.3, б) на пути к клеммам нагрузки (клеммы 24 и 26) ток

проходит измерительную цепь РА - гш. Как только конденсатор С зарядится до порога срабатывания двухбазового диода VT, последний отпирается и конденсатор С разряжается через низкоомную цепь на выходы VS1 и VS2, однако включается тот тиристор, на котором анодное напряжение положительное.

На схеме, приведенной на рис. 2, это тиристор VC1 (случай 1). Таким образом, тиристор VS1 открывается и пропускает остатки полуволны синусоидального напряжения с трансформатора Т1 на нагрузку (рис.3, в). При малом R2 (бегунок резистора внизу) полуволна пропускается почти полностью, что соответствует максимальному выходному напряжению. При большом R2 (то есть бегунок вверху) на выходе создается нулевое напряжение.

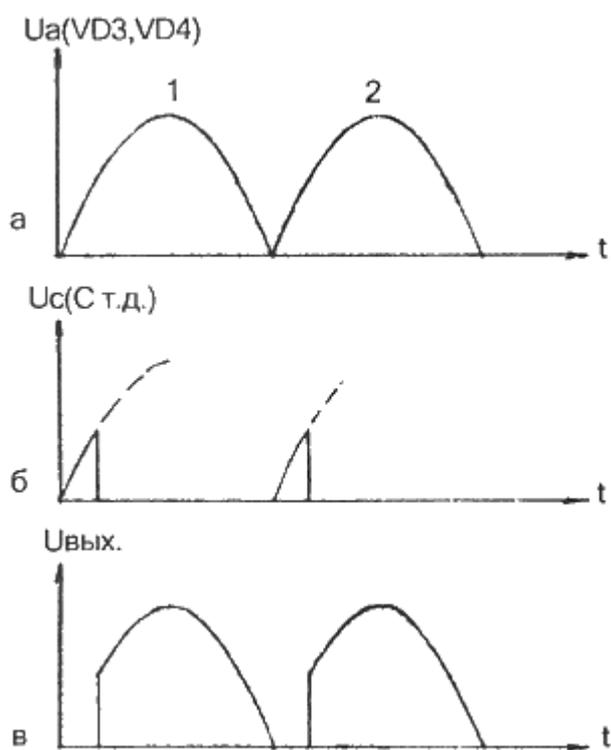


Рис. 3. Диаграммы работы зарядного устройства

С открытием тиристора напряжение со схемы управления снимается, так как оно целиком передается в нагрузку (более низкоомную, чем цепь управления). По окончании полупериода и с началом следующего полупериода синусоидального напряжения (этот случай 2 на рис. 2) тиристор VS1 закрывается, а тиристор VS2 готовится к открытию от управляющего импульса при достижении порогового напряжения на конденсаторе С. Далее процесс повторяется.

При съеме напряжения с клемм 24 и 26, удается получить максимальный ток, так как силовые обмотки 19 -24 и 24 - 23 трансформатора Т1 работают поочередно в течении одного полупериода.

Меньший в два раза ток можно получать на клеммах 25 и 26, однако максимальное напряжение на выходе будет вдвое больше. В этом случае источник работает по схеме мостового выпрямителя: диоды VD1 и VD2, а также тиристоры VS1 и VS2 образуют мостовую схему.

Таким образом, схема позволяет получить два регулируемых выходных напряжения  $U_1 = 0...15$  В,  $U_2 = 0...30$  В и переменное напряжение 36 В для освещения подвальных помещений. Обмотка ЛАТРа используется в качестве первичной обмотки.

Трансформатор Т1 изготовлен на основе вышеупомянутого ЛАТРа на ток до 2А. Регулятор - бегунок у него ликвидируют. Обмотку ЛАТРа включают в сеть 220 В на клеммы 0 и 250 В (это позволяет значительно сократить ток холостого хода трансформатора в результате пониженного значения индукции). Далее на первичную обмотку, обеспечив ее изоляцию, наматывают вторичную обмотку алюминиевым или медным проводом сечением 9 мм (шина 4,5x2 мм) в бумажной или стеклянной изоляции. Вторичная обмотка состоит из 80 витков с выводом в средней точке. Схема стабильно работает (только при подключении нагрузки, понятно) во всех диа

На основе ЛАТРа "выпрямитель" на 0...15 В позволяет получить ток до 35 А, а "выпрямитель" на 0...30 В - ток до 15 А, что позволяет заряжать автомобильные аккумуляторы различных емкостей. Значение переменного тока на вторичной обмотке трансформатора Т1 (см. рис. 2) 12...15 А, так что трансформатор позволит установить в гараже (клеммы 19 и 23) пять 36-вольтовых 100-ваттных ламп.

Возможно использование трансформатора и выпрямителя одновременно, однако при этом общая нагрузка не должна превышать 500 Вт. В общем этим источником можно пользоваться для самых различных целей. Конструктивно выпрямитель выполнен в общем силовом шкафу. Тиристоры и силовые диоды расположены на двух дюралюминиевых радиаторах размером 200x100x10 мм.

В схеме рис. 1 помимо указанных выше изделий применены счетчик однофазный бытовой СО (на ток 17...34 А), трехфазный автомат типа АЕ на 25 А. На высоком напряжении установлены тумблера (SA1, SA2, SA3 и SA4) типа ТВ-1-2 (двухполюсные), в цепях низкого напряжения применены однополюсные тумблеры (SA5, SA6 и SA7) типа ТВ-1. Тумблер SA8, через который протекает ток до 30 А, типа ЗППГ-15К или ЗППН45 (из

авиационного оборудования). Трансформатор Т1 типа ОСМ-3 (ТБС-2) мощностью 250 Вт, Т3 - мощностью 400...630 Вт, диоды VD1 - VD4 типа Д215, Д242 на ток до 10 А и на обратное напряжение не менее 50 В. В качестве измерительных приборов можно использовать любые миллиамперметры с соответствующим подбором шунтов и добавочных сопротивлений (самодельных).

В схеме рис. 2 при отсутствии ЛАТРа можно использовать трансформатор ОСМ-3 мощностью 400...630 Вт, диоды те же, тиристоры КУ202. Диоды VD3 и VD4 - любые слаботочные диоды типа КД. Остальные номиналы указаны на схеме.

Источник: <http://homemade-product.ru/>

## Три фазы - это не так-то просто

Одному популярному журналу задали вопрос: как найти концы обмоток у трехфазного электродвигателя, если бирки на них потерялись?

В ответе, лаконичном, но неверном, предлагалось определить обмотки с помощью тестера. На самом деле осуществить это у трехфазного электродвигателя не так-то просто.



Попробуем разобраться, как это сделать. Обмотки на статоре асинхронного трехфазного электродвигателя размещены в определенной последовательности и подключены к клеммам на соединительном щитке следующим образом (рис. 1). Клеммы с обозначениями С1, С2 и С3 относятся к началам трех фазных обмоток, а с обозначениями С4, С5 и С6 - к концам этих обмоток. Напряжение подается на клеммы С1, С2 и С3.

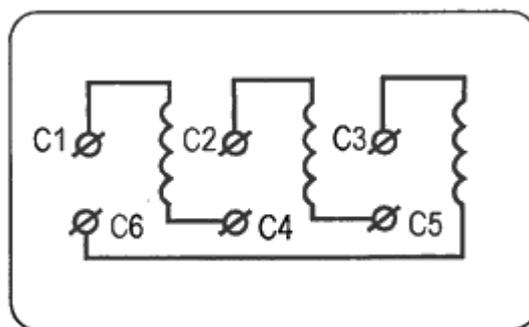


Рис. 1. Схема соединений обмоток асинхронного трехфазного электродвигателя переменного тока

Если замкнуть между собой клеммы C6, C4 и C5, то обмотки электродвигателя будут включены по схеме "звезда" (рис. 2), а если замкнуть попарно клеммы C1 и C6, C2 и C4 и C3 и C5 - то по схеме "треугольник" (рис. 3).

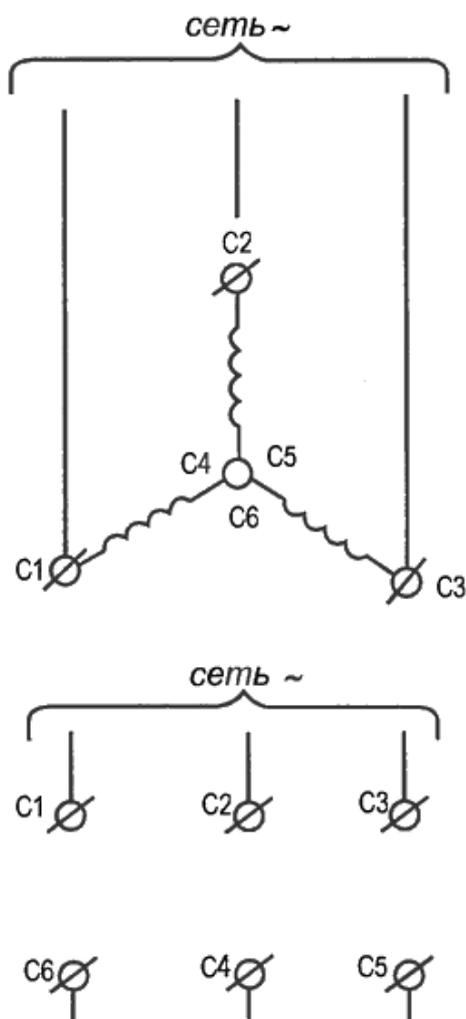


Рис. 2. Схема соединений обмоток асинхронного трехфазного электродвигателя в "звезду"

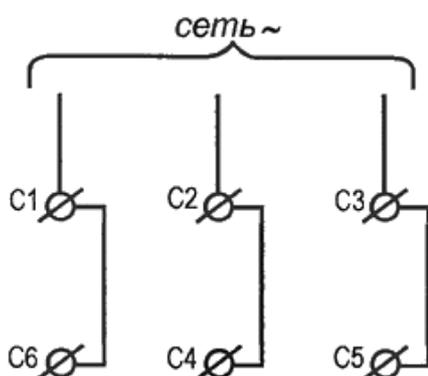
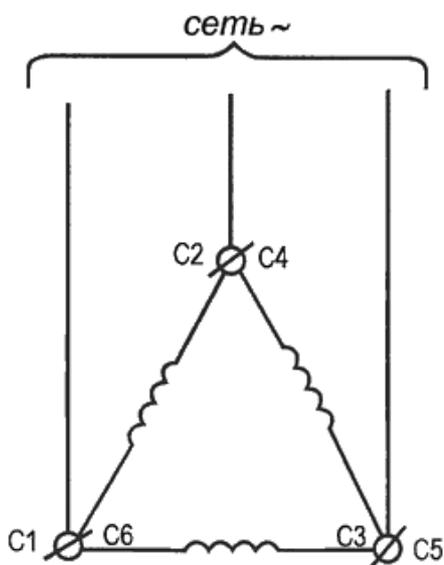


Рис. 3. Схема соединений обмоток асинхронного трехфазного электродвигателя "треугольник"

При этом совершенно безразлично, какие выводы соединены друг с другом, хотя само по себе понятие "начало" обмотки и ее "конец" весьма относительно. Поэтому просто "прозвонить" обмотки и найти, какие провода относятся к каждой из обмоток, - мало, нужно еще найти их "начала" и "концы".

Предположим, мы установили выводы трех обмоток и обозначили их буквами А-В, С-Д и Е-Ф, но не знаем, какие из выводов являются "началом" обмоток (рис. 4). Соединим выводы так, как показано на рис. 5, включив обмотки по схеме "звезда". При этом возможны два варианта: либо вам повезет и все три обмотки будут включены правильно, либо одна из обмоток окажется включенной наоборот (именно этот вариант показан на рис. 5).

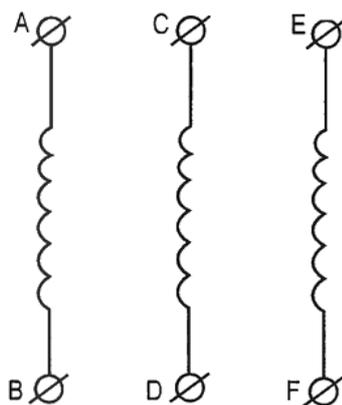


Рис. 4. Прозваниваем обмотки двигателя и присваиваем выводам соответствующие обозначения

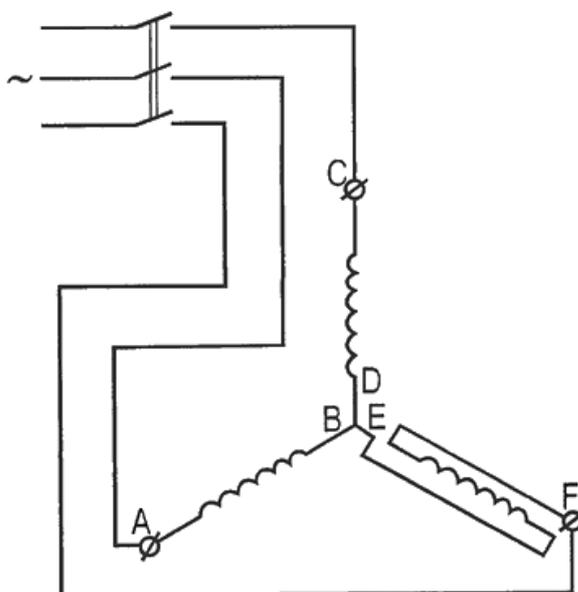


Рис. 5. Возможный вариант произвольного соединения обмоток

Теперь подадим напряжение на выводы: а именно, на концы, обозначенные буквами А, С и F. Подавать напряжение нужно кратковременно, ведь, если мы включили обмотки так, как показано на рис. 5, электродвигатель, скорее всего, просто не запустится и его потребуется быстро отключить от сети. Однако некоторые типы электродвигателей начинают вращаться даже при таком неправильном включении обмоток, однако двигатель не развивает расчетную мощность и его легко в этом случае остановить за вал.

На следующем этапе наших испытаний отключим сетевое напряжение и поменяем местами выводы любой обмотки, например А-В (см. рис. 5). Возможно, что вы угадаете, и все обмотки включены правильно - двигатель будет работать нормально. Но возможен вариант, что и после этого переключения ничего не изменится, то есть опять правильно будут включены только две обмотки. Тогда вернем концы обмотки А-В на прежние места и

поменяем выводы на другой обмотке, например С-D. Если и в этом случае ничего не получится, восстановим прежнее подключение обмотки С-D и поменяем местами выводы последней из обмоток, то есть F-E. Вот теперь все три обмотки будут включены правильно. Как уже говорилось, вполне вероятно, вам повезет сразу, и вы с первой попытки включите обмотки правильно. Что же, прекрасно. Однако все-таки проверьте правильность включения двигателя переключением одной из обмоток. Что в этом случае произойдет, вы легко догадаетесь сами.

Далее следует обозначить концы обмоток в соответствии с принятыми нормами. Тем концам, которые были подключены к сети, присвойте обозначения С1 (другой конец этой обмотки - С4), С2 (другой конец - С5) и С3 (другой конец - С6), после чего закрепите их на клеммах соединительного щитка в соответствии с рис. 1.

А теперь небольшая информация для повышения эрудиции.

Трехфазные электродвигатели выпускаются на различные номинальные напряжения, в частности на напряжения 220 и 380 В. Номинальным напряжением трехфазного электродвигателя называется напряжение на фазной обмотке, то есть на клеммах С1-С4 или С2-С4 или С3-С6. Иногда номинальное напряжение трехфазного электродвигателя называют фазным напряжением электродвигателя.

В отличие от этого напряжение на зажимах С1, С2 и С3 (по отношению друг к другу) называется линейным для двигателя (для электрической сети - это фазное напряжение).

Значения фазного и линейного напряжений двигателя совпадают при включении обмоток электродвигателя "треугольником", а при соединении обмоток в "звезду" линейное напряжение больше фазного в корень квадратный из 3 раз.

Если номинальное напряжение электродвигателя 220 В, то при линейном напряжении в сети 380 В обмотки нужно соединять в "звезду", а при линейном напряжении в сети 220 В обмотки придется соединять в "треугольник". Иногда на табличке электродвигателя есть указание на это - надпись 220/380 В и " $\Delta/\lambda$ ". Смысл этого обозначения расшифровывается следующим образом: фазное напряжение для обмоток данного электродвигателя составляет 220 В, что реализуется при включении обмоток "треугольником", а для использования этого электродвигателя в сети с напряжением 380 В обмотки требуется соединять в "звезду".

Соответственно, если номинальное напряжение электродвигателя 380 В, то при линейном напряжении в сети 380 В обмотки соединяют в "треугольник", а соединив обмотки в "звезду", его можно включить в трехфазную сеть с линейным напряжением 660 В. Включать такой электродвигатель в сеть с линейным напряжением 220 В бессмысленно - он работать не сможет.

Источник: <http://homemade-product.ru/>

### Полезные ссылки:



**Интернет-журнал Электрик. Инфо**  
**– нескучный сайт для электриков и сочувствующих**  
<http://elektrik.info/>

На сайте: обзоры интересных электротехнических новинок, уроки и советы от профессиональных электриков, тонкости и секреты, интересные факты из мира электротехники и многое другое.

**Школа для электрика**  
<http://electricalschool.info/>

Образовательный сайт по электротехнике. Устройство, проектирование, монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт электрооборудования.



## Эвакуация в правильном свете

*Генеральный директор ООО "Белый свет 2000" Горюшин Сергей Юрьевич*

Одно из важных мест в системах обеспечения безопасной жизнедеятельности человека занимает аварийное освещение.

Продолжительное время в России не придавали особого значения данному вопросу. Однако в последние годы ситуация начала меняться в связи с принятием новых нормативных документов, приближающих нашу страну к европейским стандартам, а также с участвовавшими террористическими актами, пожарами и техногенными авариями.



Аварийное освещение включается при повреждении системы рабочего питания и предназначено для обеспечения эвакуации людей при отключении энергоснабжения, которое может произойти при пожаре или любой техногенной аварии.

Аварийное освещение бывает двух типов: эвакуационное и освещение безопасности. Освещение безопасности позволяет не только провести эвакуацию, но и обеспечить завершение технологических процессов, которые невозможно прервать мгновенно. Оно необходимо и на тех объектах, которые нельзя оставлять без электроэнергии длительное время (опасные производства, больницы, аэропорты, детские и социальные учреждения). Аварийное освещение должно работать от 1 до 3 ч. в зависимости от категории здания.

В настоящий момент порядок оснащения зданий системами аварийного освещения регламентирует Федеральный закон № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», своды правил СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий», СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности», ПУЭ-7 «Правила устройства электроустановок», СНИП23.05-95 «Естественное и искусственное освещение», ГОСТ Р МЭК

605981-1-2003 «Осветительные приборы. Часть 2-22. Специальные требования. Светильники для аварийного освещения».

Для высотных зданий ФГУ ВНИИПО МЧС России разработал специальные рекомендации по обеспечению пожарной безопасности многофункциональных высотных зданий. К сожалению, весь набор документов не раскрывает в полной мере требования к аварийному освещению и отстает от европейских норм (EN 1838 и EN 60598-2-22). Кроме того, каждый отдельный документ регламентирует только узкие требования по системам аварийного освещения.

Такой набор нормативных документов вызывает серьезные трудности у всех участников процесса: проектировщиков, строителей, надзорных, эксплуатирующих и монтажных организаций, а также у производителей оборудования для систем аварийного освещения. Тем более что возможности выпускаемого оборудования, основанного на современных технологиях, серьезно превосходят требования существующих нормативных документов, например, в части автономных источников питания с центральной аккумуляторной батареей для аварийного освещения (EN50171).

В связи с этим компанией «Белый свет 2000» было инициировано создание нового стандарта, и специалисты компании вошли в группу разработчиков совместно со специалистами Московского института электробезопасности и энергосбережения (МИЭЭ) и Всероссийского научно-исследовательского института стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ). В результате был создан новый ГОСТ Р 50571.29-2009 «Электрические установки зданий. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование».

Основным отличием этого документа является то, что он аккумулирует и более детально раскрывает требования к электротехнической части установок аварийного освещения, в том числе и требования к оборудованию аварийного освещения. А именно к источникам электроснабжения для аварийного освещения как генераторного, так и аккумуляторного типа, световым приборам, требования к цепям питания и защитным устройствам. Впервые было введено понятие «центральная аккумуляторная установка» и описаны средства и методы проведения обязательных периодических испытаний и проверок.

ГОСТ более детально описывает требования к источникам питания для аварийного освещения и позволяет избежать ошибки использования не соответствующих требованиям источников аварийного питания. Кроме того, документ регламентирует количество светильников на одной цепи питания,

защищенных одним устройством защиты. Однако в ГОСТ не вошли требования к светотехнической части аварийных световых установок.

Требования к светотехническим параметрам аварийного освещения будут наиболее полно описаны в разрабатываемом в настоящее время государственном своде правил по проектированию систем аварийного освещения зданий и сооружений МСП 3.02-103, который будет приближен к Европейским нормам.

В этом СП будут четко расписаны все параметры аварийного освещения. Впервые в российских нормах указывается уровень освещенности, время переключения в аварийный режим и длительность работы не только для различных зон и помещений, но и типов объектов. В своде правил будут свои разделы для аварийного освещения в зрелищных учреждениях и местах собраний, на предприятиях общественного питания, в торговых помещениях и спортивных сооружениях, бассейнах, гостиницах, жилых домах, в учреждениях здравоохранения и медицинских помещениях, в школах и дошкольных учреждениях, гаражах и крытых паркингах. Конечно же, в документе будет раздел «Аварийное освещение высотных зданий».

При организации аварийного освещения в высотных зданиях существует несколько основных задач: повышенные требования к надежности системы аварийного освещения, возможность ее интеграции в системы инженерного оборудования и управления зданием, оптимизация издержек в процессе эксплуатации. Со всеми этими задачами оптимально справляется система аварийного освещения с центральной аккумуляторной батареей.

Высокая надежность такой системы обеспечивается как надежной компонентной базой, так и наличием функции автоматизированного проведения обязательных испытаний и тестирований. При этом все данные и возникающие ошибки сохраняются в электронном журнале в течение 2 лет, включая данные монитора всех светильников аварийного освещения, подключенных к данной системе.

Достоинством данной системы является и возможность ее интеграции на верхнем уровне в общую систему управления и диспетчеризации инженерным оборудованием здания. А минимизация издержек при эксплуатации обеспечивается за счет использования батарей с десятилетним ресурсом, проведения регламентных работ, включая работы по замене батарей в одном месте, а не в каждом светильнике, и централизованным тестированием самих светильников, информация о котором выводится на центральный пункт.

Все это позволяет оперативно вести ремонтные работы только на вышедших из строя светильниках. Применение же в качестве источника автономного электропитания аварийного освещения UPS или дизельных генераторов имеет ряд существенных недостатков. Применение в качестве источников бесперебойного питания UPS –возможно, в некоторых случаях, более дешевый, но менее надежный вариант, а, исходя из требований нового ГОСТ Р 50571.29-2009 часть 5-55, большинство UPS вообще не подходит для аварийного освещения. Это связано с тем, что для защиты инвертора в UPS имеется байпас, который при перегрузках или коротком замыкании переключает выходные цепи на входные, чтобы отработала автоматика питания самого UPS. И если при аварийном отключении электроэнергии в цепях световых указателей и светильников, подключенных к UPS, происходит короткое замыкание (например, во время пожара), байпас переключит выходную нагрузку на вход, где нет подачи электропитания. В результате отключится все аварийное освещение.

Система аварийного освещения с центральной аккумуляторной батареей работает по-другому. Для аварийного электропитания все световые указатели и светильники, минуя дополнительные устройства электроники и инвертора, подключаются через предохранительные устройства напрямую к батарее, без байпаса.

При коротком замыкании просто отработают системы предохранителей в щите аварийного освещения, это обычно или размыкатели, или обыкновенные плавкие вставки. В этом случае выключится только та группа светильников, на которой произошла перегрузка или короткое замыкание. Все остальные цепи будут продолжать работать.

Применение же дизельных генераторов в качестве источников питания аварийного освещения имеет следующие недостатки: длительное время перехода в аварийный режим, вызванное необходимым временем для запуска дизеля. Кроме того, необходимо оборудовать в здании специальное помещение под дизель-генераторную установку с высокими требованиями по пожарной безопасности.

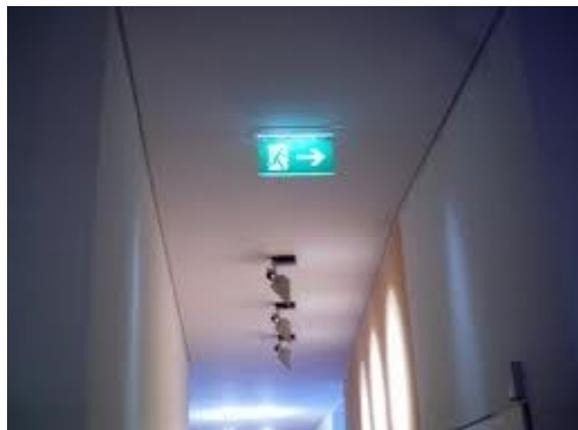
Недостатком является и отсутствие у схем с UPS и дизельными генераторами возможности мониторинга каждого светового прибора и автоматизации проведения испытаний и тестирования системы аварийного освещения.

Источник: <http://www.belysvet.ru/>

## Свет надежды

Мир современного человека насыщен множеством механизмов, делающих его жизнь комфортной.

Однако техногенное направление развития цивилизации ставит во главу угла проблему применения систем обеспечения безопасной жизнедеятельности человека. Одно из важных мест среди них занимает аварийное освещение. О вопросах организации систем аварийного освещения мы попросили рассказать генерального директора ООО «Белый свет 2000» Сергея Горюшина и технического директора компании Вячеслава Елисеева.



**Что такое «аварийное освещение» и какие документы регламентируют оснащение зданий системами аварийного освещения?**

*Сергея Горюшин.* Аварийное освещение включается при повреждении системы питания рабочего и предназначено для обеспечения эвакуации людей при отключении энергоснабжения, которое может произойти при пожаре или любой техногенной аварии.

Аварийное освещение бывает двух типов: эвакуационное и освещение безопасности. Освещение безопасности позволяет не только провести эвакуацию, но и обеспечить завершение технологических процессов, которые невозможно прервать мгновенно. Оно необходимо и на тех объектах, которые нельзя оставлять без электроэнергии длительное время (опасные производства, больницы, аэропорты, детские и социальные учреждения). Аварийное освещение должно работать от одного до трех часов в зависимости от категории здания.

В настоящий момент порядок оснащения зданий системами аварийного освещения регламентирует федеральный закон № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», своды правил СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий», СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности», ПУЭ-7 «Правила устройства электроустановок», СНИП23.05-95 «Естественное и искусственное освещение», ГОСТ Р МЭК

605981- 1-2003 «Осветительные приборы. Часть 2-22.Специальные требования. Светильники для аварийного освещения». Для высотных зданий ФГУ ВНИИПО МЧС РОССИИ разработал специальные рекомендации по обеспечению пожарной безопасности многофункциональных высотных зданий.

К сожалению, весь набор документов не раскрывает в полной мере требований к аварийному освещению и отстает от европейских норм (EN 1838 и EN 60598-2-22). Кроме того каждый отдельный документы регламентируют только узкие требования по системам аварийного освещения.

Такой набор нормативных документов вызывает серьезные трудности у всех участников процесса: проектировщиков, строителей, надзорных, эксплуатирующих и монтажных организаций, а также у производителей оборудования для систем аварийного освещения. Тем более, что возможности выпускаемого оборудования, основанного на современных технологиях, серьезно превосходят требования существующих нормативных документов, например в части автономных источников питания с центральной аккумуляторной батареей для аварийного освещения. (EN50171).

В связи с этим нами не только было инициировано создание нового стандарта, но и наши специалисты входили в группу разработчиков совместно со специалистами Московского института электробезопасности и энергосбережения (МИЭЭ) и Всероссийского научно-исследовательского института стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ). В результате был создан новый ГОСТ Р50571.29-2009 («Электрические установки зданий. Часть 5-55.Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование»).

**В чем основное отличие нового ГОСТа от существующих документов?**

*Вячеслав Елисеев.* Основным отличием является то, что этот документ аккумулирует и более детально раскрывает требования к электротехнической части установок аварийного освещения, в том числе и требования к оборудованию аварийного освещения. А именно к источникам электроснабжения для аварийного освещения как генераторного, так и аккумуляторного типа, световым приборам, требования к цепям питания и защитным устройствам. Впервые было введено понятие термина центральная аккумуляторная установка и описаны средства и методы проведения обязательных периодических испытаний и проверок. ГОСТ

более детально описывает требования к источникам питания для аварийного освещения и позволяет избежать ошибки использования несоответствующих требованиям источников аварийного питания.

Кроме того документ регламентирует количество светильников на одной цепи питания защищенных одним устройством защиты. Однако, в ГОСТ не вошли требования к светотехнической части аварийных световых установок. Требования к светотехническим параметрам аварийного освещения будут наиболее полно описаны в новом, разрабатываемом в настоящее время «Своде правил по аварийному освещению».

### **Какие существуют нормативы по уровню освещенности путей эвакуации и чем отличаются наши нормы от европейских?**

*Сергея Горюшин* Европейские нормы отличаются от наших тем, что уровень освещенности путей эвакуации - проходы, лестницы, запасные выходы - должен иметь минимальное значение в 1 люкс в отличие от наших 0,5.

Регламентируется время включения и минимальная продолжительность работы светильников (1 час). Кроме того, в европейских нормах есть категории зданий, в которых аварийное освещение должно работать до 8 часов (клиники, гостиницы, пансионаты для престарелых). У нас же работа ограничена 3 часами (для высотных зданий) и для эвакуации, и для собственно аварийного освещения.

Для освещения безопасности норматив обычно составляет до 10% от рабочего (но не более 15 люкс). Российские нормы требуют не менее 5% (но не менее 2 люкс). Для очень опасных производств этот показатель может быть выше и регламентируется отраслевыми нормами, но при этом освещенность более 30 люкс допустима только в обоснованных случаях. Сейчас разрабатывается новый Свод правил (СП) по аварийному освещению, где требования приближены к европейским нормам.

### **Какие параметры будут отражены в новом документе по освещенности помещений?**

*Сергея Горюшин* В новом СП будут четко расписаны все параметры аварийного освещения. Впервые в российских нормах указывается уровень освещенности, время переключения в аварийный режим и длительность работы не только для различных зон и помещений, но и типов объектов. В своде правил будут свои разделы для аварийного освещения в зрелищных

учреждениях и местах собраний, на предприятиях общественного питания, в торговых помещениях и спортивных сооружениях, бассейнах, гостиницах, жилых домах, в учреждениях здравоохранения и медицинских помещениях, в школах и дошкольных учреждениях, гаражах и крытых паркингах. Конечно же, в документе будет раздел и «Аварийное освещение высотных зданий».

Планируемые показатели для высотных зданий

Помещения высотных зданий	Вид аварийного освещения	освещённость (люкс) Минимальная	Максимальное время переключения (с)	Расчётная длительность работы источника аварийного электроснабжения (ч)	Постоянно включенные эвакуационные указатели и указатели безопасности
Пути эвакуации включая: лестницы, лифтовые площадки, используемые при эвакуации холлы и коридоры, основные и запасные выходы на улицу;	Эвакуационное: освещение путей эвакуации	1	1	3	+
Кабины пассажирских лифтов	Эвакуационное: антипаническое	3	15	3	-
Кабины лифтов для пожарных расчетов	Освещение зон повышенной опасности (освещение безопасности)	15	1	3	-
Особые помещения для обеспечения безопасности	Освещение зон повышенной опасности (освещение безопасности)	15	0,5	3(4)	-

Электropомещения	Освещение зон повышенной опасности (освещение безопасности)	15	0,5	3	-
------------------	---	----	-----	---	---

### **Какие основные задачи приходится решать при организации аварийного освещения в высотных зданиях?**

*Вячеслав Елисеев.* Основных задач несколько: повышенные требования к надежности системы аварийного освещения, возможность ее интеграции в системы инженерного оборудования и управления зданием, оптимизация издержек в процессе эксплуатации. Со всеми этими задачами на наш взгляд оптимально справляется система аварийного освещения с центральной аккумуляторной батареей.

Высокая надежность такой системы обеспечивается как надежной компонентной базой, так и наличием функции автоматизированного проведения обязательных испытаний и тестирований. При этом все данные и возникающие ошибки сохраняются в электронном журнале в течение 2 лет, включая данные мониторинга всех светильников аварийного освещения, подключенных к данной системе.

Достоинством данной системы является и возможность ее интеграции на верхнем уровне в общую систему управления и диспетчеризации инженерным оборудованием здания. А минимизация издержек при эксплуатации обеспечивается за счет использования батарей с десятилетним ресурсом, проведения регламентных работ, включая работы по замене батарей в одном месте, а не в каждом светильнике, и централизованным тестированием самих светильников, информация о котором выводится на центральный пункт.

Все это позволяет оперативно вести ремонтные работы только на вышедших из строя светильниках. Применение же в качестве источника автономного электропитания аварийного освещения UPS или дизельных генераторов имеет ряд существенных недостатков.

Применение в качестве источников бесперебойного питания UPS – возможно, в некоторых случаях, более дешевый, но менее надежный вариант, а исходя из требований нового ГОСТ Р50571.29-2009 часть 5-55 большинство UPS вообще не подходят для аварийного освещения. Это связано с тем, что для защиты инвертора в UPS имеется байпас, который при перегрузках или коротком замыкании переключает выходные цепи на входные, чтобы отработала автоматика питания самого UPS. И если при аварийном

отключении электроэнергии в цепях световых указателей и светильников, подключенных к UPS, происходит короткое замыкание (например, во время пожара), байпас переключит выходную нагрузку на вход, где нет подачи электропитания. В результате отключится все аварийное освещение. Система аварийного освещения с центральной аккумуляторной батареей работает по-другому. Для аварийного электропитания все световые указатели и светильники, минуя дополнительные устройства электроники и инвертора, подключаются через предохранительные устройства напрямую к батарее, без байпаса.

При коротком замыкании просто отработают системы предохранителей в щите аварийного освещения, это обычно или размыкатели, или обыкновенные плавкие вставки. В этом случае выключится только та группа светильников, на которой произошла перегрузка или короткое замыкание. Все остальные цепи будут продолжать работать. Применение же дизельных генераторов в качестве источников питания аварийного освещения имеет следующие недостатки: длительное время перехода в аварийный режим, вызванное необходимым временем для запуска дизеля.

Кроме того, необходимо оборудовать в здании специальное помещение под дизель-генераторную установку с высокими требованиями по пожарной безопасности. Недостатком является и отсутствие у схем с UPS и дизельными генераторами возможности мониторинга каждого светового прибора и автоматизации проведения испытаний и тестирования системы аварийного освещения. Организация аварийного освещения в высотных зданиях – отдельная большая тема.

Источник: <http://www.belysvet.ru/>

## Оптимальное решение

За последние десятилетия здания значительно прибавили в росте. Дома в 25–30 этажей уже не редкость в массовой застройке крупных городов. Однако, в силу своей специфики, высотные здания имеют большую степень потенциальной пожарной и террористической опасности, а эвакуация людей из них сильно затрудняется. Поэтому огромную роль играет организация аварийного освещения в небоскребах. Об этом, а также о типах и видах оборудования, наиболее пригодных для использования в высотных зданиях, рассказывают генеральный директор ООО «Белый свет 2000» Сергей Горюшин и технический директор компании Вячеслав Елисеев.

**В чем заключается особенность организации аварийного освещения в высотных зданиях?**

Сергей Горюшин: Высотные здания требуют особого подхода из-за размеров эксплуатируемых площадей. Аварийное освещение необходимо устанавливать на каждом этаже, иначе сложно проводить эвакуацию в экстренных случаях. Сейчас уже разработаны рекомендации по обеспечению пожарной безопасности многофункциональных высотных зданий, включая требования по аварийному оповещению и управлению эвакуацией. Аварийное освещение для высоток относится к первой или первой особой категории энергообеспечения.

Это означает, что оно должно работать как минимум от двух источников питания, один из которых автономный. Соответственно, техническое решение может иметь 2 варианта: автономный источник аккумуляторного типа находится в самом приборе либо используется автономный аккумуляторный источник питания группового типа (на большую группу приборов).

### **Какое оборудование вы предлагаете для высотных зданий?**

Вячеслав Елисеев: Для высотных зданий наиболее оптимальным решением мы считаем использование централизованной системы аварийного освещения (ЦСАО) «БС-Электро». Это независимый источник электроснабжения. Система обеспечивает все виды и режимы аварийного освещения в зданиях и сооружениях и позволяет использовать типовые осветительные установки с высокими световыми характеристиками для больших помещений и пространств, где это необходимо по условиям безопасности или требованиям технологического процесса. Кроме электроснабжения сети аварийного освещения, «БС-Электро» дополнительно выполняет функцию распределительного щита и системы управления этим освещением.

Система используется в зданиях общественного назначения, таких как крытые спортивные сооружения, концертные залы, кинотеатры и театры, офисы, супермаркеты и крытые рынки, выставочные павильоны, аэропорты, вокзалы.

Устанавливают «БС-Электро» и в промышленных зданиях и сооружениях: транспортных тоннелях, крытых автопарковках, складских помещениях большой площади, производственных цехах, промышленных зонах, на особо охраняемых территориях.

При исчезновении или значительном отклонении напряжения питания на входе система автоматически переключает нагрузку (сеть аварийного

освещения) с питания переменным током на питание постоянным током 216сВ от аккумуляторной батареи.

При нормализации напряжения система автоматически возвращает нагрузку на питание переменным током и осуществляет заряд аккумуляторной батареи. ЦСАО «БС-Электро» имеет высокий уровень надежности и защиту от неправильного подключения. Система проста в эксплуатации и обслуживании, имеет автоматическое (ежедневное или ежемесячное, ежегодное) самотестирование и тестирование групп нагрузки. В электронном журнале сохраняются все события, сообщения об ошибках и т. п. за двухлетний период.

Централизованная система аварийного освещения имеет защиту аккумуляторной батареи от глубокого разряда, перегрузок и перегрева. В зависимости от температуры аккумуляторной батареи и конструктивного исполнения аккумуляторов, происходит температурная компенсация зарядного напряжения. Кроме того, есть селективная защита от перегрузок и короткого замыкания в цепях нагрузки и от перенапряжения на входе, а управление двигателем активной вентиляции производится автоматически.

Настройку системой можно осуществлять со встроенной панели управления. Она модифицируется и конфигурируется в зависимости от изменений или расширения функциональных задач с применением дополнительных блоков и опций. Мониторинг состояния системы и управления группами нагрузки можно осуществлять дистанционно, есть возможность включения в общую систему диспетчеризации и управления инженерным оборудованием зданий (BMS).

**На какую площадь рассчитано это оборудование? Сколько комплектов понадобится, скажем, для 40-этажного здания?**

С.Г.: Количество оборудования зависит от площади здания. Для обеспечения нормированного уровня освещенности необходимо определенное количество световых приборов на конкретную площадь. Соответственно, от этой площади считается потребляемая общая мощность светильников, и тогда под них выбирается централизованная система питания.

Если говорить о комплектах, шкаф может быть и один. Максимальная мощность комплекта (шкаф + батарея) 8 – 10 кВт. Для большого сооружения надо 30 – 40 кВт (в зависимости от площади здания). Значит, потребуются или три таких комплекта, или один шкаф с автоматикой плюс стеллаж с

батареи. В принципе, система позволяет сконфигурировать комплект (шкаф с автоматикой плюс батарея) до 80 кВт и протянуть много линий.

Каждый проект индивидуален, как и сама система. Стандартизируется только наличие системы аварийного освещения, а сама система и источник питания подбираются исходя из конфигурации. Так делается, потому что, в принципе, можно от каждого светильника протянуть линию к шкафу. Новый стандарт ГОСТ Р 50571. 29-1009, введенный в действие с 1 июля этого года, рекомендует запитывать от одной цепи не более 20 светильников аварийного освещения с общей нагрузкой 6 А. При этом каждая цепь должна быть защищена одним устройством защиты от сверхтока таким образом, чтобы его срабатывание при коротком замыкании не приводило к потере питания в любой смежной цепи. Причем в помещениях и на путях эвакуации людей, оснащенных несколькими светильниками аварийного освещения, провода к ним должны поочередно подводиться от двух отдельных цепей таким образом, чтобы вдоль пути эвакуации поддерживался определенный уровень освещения даже в случае выхода из строя одной из цепей. В Германии, например, ставят одну систему на первом этаже, одну – на верхнем, и подключают по 20 светильников к верхней и нижней системам питания. В случае пожара внизу работает верхнее подключение. В небоскребах системы питания обычно ставят через несколько этажей. Однако для обеспечения безопасности здание должно быть оснащено не только аварийным освещением, но и системой оповещения и управления эвакуацией.

**На чем основывается выбор такой системы? Какие их типы применяются в высотных зданиях?**

В. Е. : Все высотные здания должны быть оборудованы не только средствами тушения пожара, но и системой оповещения и эвакуации, которые имеют нескольких типов сложности. Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) должна соответствовать требованиям норм пожарной безопасности (НПБ).

Согласно НПБ 104-2003, в зданиях высотой от 75 до 150 метров СОУЭ должна быть не ниже 3 типа для пожарных отсеков с жилыми помещениями, а для зданий высотой более 150 м – не ниже 4 типа. Для пожарных отсеков с помещениями общественного назначения в зданиях высотой до 150 м – не ниже 4 типа. Если высота здания превышает 150 м, то СОУЭ должна быть уже не ниже 5 типа.

Согласно НПБ 104-2003, необходимо применять систему начиная с третьего типа и заканчивая пятым, т. е. с речевыми и световыми оповещателями «выход», с динамическими световыми указателями направления движения. Кроме того, здание должно быть разделено на зоны

пожарного оповещения с обязательной обратной связью с помещением пожарного поста – диспетчерской.

При возникновении пожара на этаже у одного эвакуовыхода динамические указатели направляют поток эвакуации в другую сторону. То есть, информация от пожарных извещателей передается на специальный контроллер, который посылает сигналы на управляемые динамические указатели, ориентируя людей в сторону эвакуационного выхода, не перекрытого пожаром, так как возгорание на этажах может быть в разных местах.

**Эти системы сборные или, как правило, они основываются на базе элементов одного производителя?**

С. Г. : Все эти системы многоуровневые. Они могут состоять из элементов как одного, так и нескольких производителей. К нижнему уровню относятся исполнительные элементы – различного рода извещатели и оповещатели, и они могут быть от разных компаний. Все эти элементы по линии управления выводятся на специальный контроллер, который позволяет отслеживать большое число компонентов и управлять ими. И уже эти контроллеры по линии управления соединяются между собой и выводятся на диспетчерский пункт, с которого при помощи софта можно управлять всем процессом.

Аналогичная схема применяется и в управлении другим инженерным оборудованием здания. И интеграция элементов разных систем может происходить на разных уровнях. Например, динамические указатели питаются от ЦСАО «БС-Электро», которая интегрируется в систему управления на верхнем уровне, а управляются от контроллера системы обнаружения пожара и оповещения. И все это сводится в одну диспетчерскую.

**То есть, все производимые элементы систем должны быть совместимыми и легко интегрироваться в различных сочетаниях?**

В. Е. : Да. Ведь одним из требований к инженерному оборудованию высотных зданий является возможность подключения систем безопасности, кондиционирования, вентилирования, климатики и т. д. через специальные сети и протоколы к единой системе диспетчеризации и управления. ЦСАО «БС-Электро» позволяет подключиться через протокол TCP/IP к диспетчерскому пункту по линии LAN. Это дает возможность непосредственно из диспетчерской контролировать аварийное освещение и управлять им.

Диспетчер ведет мониторинг системы – работает она или нет, где находится поломка и какая возникла ошибка. Также есть возможность вручную с софта или по сигналу противопожарной системы включить аварийный режим – перевести все светильники аварийного освещения и указатели путей эвакуации в постоянный режим. Например, в случае, когда пожар уже начался, а электропитание в пожарном отсеке еще есть. Если электропитание уже пропало, система сама автоматически переведет в аварийный режим. Причем, ЦСАО «БС-Электро» построена таким образом, что даже при выходе из строя ее центрального процессора все равно работают силовая часть и блок мониторинга на наличие напряжения. И в случае прекращения подачи основного питания система переключится на работу от аккумуляторных батарей.

**Насколько это экономически оправданно использование этих систем?**

С. Г. : Эти системы экономически выгодны, особенно при больших площадях зданий, где система аварийного освещения имеет большое количество световых приборов и указателей. В процессе эксплуатации систему аварийного освещения нужно периодически тестировать. Согласно нормативным требованиям к аварийному освещению, ее работоспособность нужно проверять минимум один раз в год. То есть ежегодно системы переводят в аварийный режим и проверяют, отработали ли они положенное время. А в Европе, согласно нормам, этот тест вообще проводится еженедельно.

Если система аварийного освещения построена так, что каждый световой прибор и указатель пути эвакуации имеет свой источник питания, соответственно, каждый светильник и указатель необходимо тестировать вручную, а это процесс трудоемкий и затратный.

Централизованная система позволяет делать это в автоматическом режиме, записывая результаты теста в собственную память или распечатывая с помощью встроенного принтера. Кроме этого, в автономных светильниках и указателях необходимо периодически – обычно раз в четыре года, менять встроенную аккумуляторную батарею.

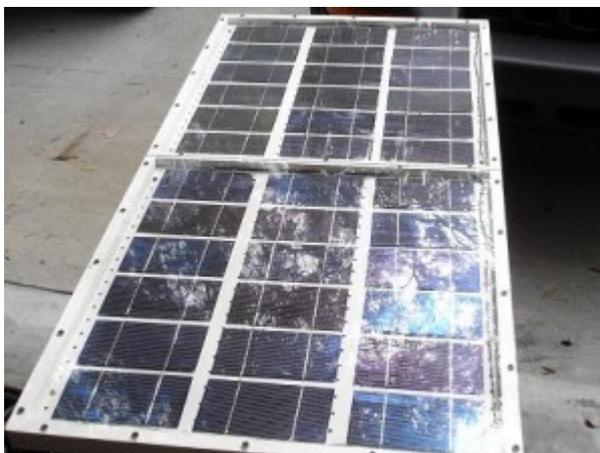
В централизованной системе батареи имеют 10-летний срок эксплуатации, и меняются они только в одном шкафу, а не в каждом светильнике. Таким образом, можно сказать, что система на автономных светильниках при правильной эксплуатации более надежна, но менее

экономична с точки зрения эксплуатационных затрат, особенно для больших зданий.

Источник: <http://www.belysvet.ru/>

## Как самому сделать солнечную батарею

Представляю вашему вниманию детальное пошаговое руководство по самостоятельной сборке самодельной солнечной батареи. Данная статья – вольный перевод Майкла Дэвиса о постройке недорогой солнечной батареи.



Пару лет назад я купил удаленный участок в Аризоне. Я астроном, и мне нужно было удаленное от крупных городов место для астрономических наблюдений. Я нашел такое место. Проблема в том, что из-за удаленности на участке нет никакого электроснабжения. Ну, на самом деле для меня это не проблема. Нет электричества – нет ночной засветки неба. Тем не менее, хорошо бы иметь хоть какое-то электроснабжение, т.к. жизнь в XXI веке сильно от него зависит.

Я построил ветрогенератор для электрообеспечения этого участка. Он работает хорошо, когда ветер дует. К сожалению, мне нужно больше энергии. И эта энергия должна быть более стабильна. А то такое ощущение, что у меня на участке ветер дует всегда, но только не тогда когда мне нужна энергия. В Аризоне более 300 солнечных дней в году, поэтому солнечная батарея кажется очевидным дополнением к ветрогенератору.

К сожалению, солнечные батареи недешевы, поэтому я решил сделать все сам. Использовал самые обычные инструменты и недорогие и

распространенные материалы, чтобы сделать батарею конкурирующую с коммерческими образцами по мощности, но не оставляющим никакого шанса по цене.

Итак, что же такое солнечная батарея (СБ)? По существу, это контейнер, содержащий массив солнечных элементов. Солнечные элементы, это те штуки, которые на самом деле делают всю работу по преобразованию солнечной энергии в электричество. К сожалению, для получения мощности, достаточной для практического применения, солнечных элементов надо достаточно много.

Также, солнечные элементы ОЧЕНЬ хрупкие. Поэтому их и объединяют в СБ. Батарея содержит достаточное количество элементов для получения высокой мощности и защищает элементы от повреждения. Звучит не слишком сложно. Я уверен, что смогу сделать это сам.

Я начал свой проект, как обычно, с поиска в сети информации по самодельным СБ и был шокирован как же ее мало. Тот факт, что мало кто сделал свои собственные солнечные батареи, заставлял меня думать, что это должно быть очень сложно. Задумка была отложена в долгий ящик, но я никогда не переставал думать о ней.

Спустя какое-то время, я пришел к следующим умозаключениям:

- главное препятствие в постройке СБ это приобретение солнечных элементов за разумную цену
- новые солнечные элементы очень дороги и их сложно найти в нормальном количестве за любые деньги
- дефектные и поврежденные солнечные элементы есть в наличии на eBay и других местах гораздо дешевле
- солнечные элементы «второго сорта» возможно, могут быть использованы для изготовления солнечной батареи

Когда до меня дошло, что я могу использовать дефектные элементы, чтобы сделать свою СБ, я взялся за работу. Начал с покупки элементов на eBay.



Купил несколько блоков монокристаллических солнечных элементов размером 3х6 дюйма. Чтобы сделать СБ, необходимо соединить последовательно 36 таких элементов. Каждый элемент генерирует порядка 0,5В. 36 элементов, соединенных последовательно дадут нам около 18В, которые будут достаточны для зарядки батарей на 12В. (Да, такое высокое напряжение действительно необходимо для эффективной зарядки 12В аккумуляторов).

Солнечные элементы этого типа тонкие как бумага, хрупкие и ломкие как стекло. Их очень легко повредить. Продавец этих элементов окунул наборы из 18 шт. в воск для стабилизации и доставки без повреждений. Воск – это головная боль при его удалении. Если у вас есть возможность, ищите элементы, не покрытые воском. Но помните, что они могут получить больше повреждений при транспортировке.

Заметьте, что мои элементы уже имеют припаянные проводники. Ищите элементы с уже припаянными проводниками. Даже с такими элементами вам нужно быть готовым много поработать паяльником. Если же вы купите элементы без проводников, приготовьтесь работать паяльником раза в 2-3 больше. Короче, лучше переплатить за уже припаянные провода.



Также я купил пару наборов элементов без заливки воском у другого продавца. Эти элементы пришли упакованные в пластиковую коробку. Они болтались в коробке и немного обкололись по бокам и углам. Незначительные сколы не имеют особого значения. Они не смогут снизить мощность элемента настолько, чтобы об этом надо было беспокоиться. Купленных мной элементов должно хватить на сборку двух СБ. Я знаю, что, возможно, сломаю парочку при сборке, поэтому купил чуть больше.

Солнечные элементы продаются самого широкого спектра форм и размеров. Вы можете использовать более крупные или мелкие, чем мои 3х6дюймов. Просто помните:

- Элементы одного типа производят одинаковое напряжение независимо от их размера. Поэтому для получения заданного напряжения всегда потребуется одинаковое количество элементов.
- Большие по размеру элементы могут генерировать БОльший ток, а меньшие по размеру, соответственно – меньший ток.
- Общая мощность вашей батареи определяется как ее напряжение умноженное на генерируемый ток.

Использование больших по размеру элементов позволит получить большую мощность при том же напряжении, но батарея получится крупнее и тяжелее.

Использование меньших элементов позволит уменьшить и облегчить батарею, но не сможет обеспечить такую же мощность. Также стоит отметить, что использование в одной батарее элементов разных размеров – плохая идея.

Причина в том, что максимальный ток, генерируемый вашей батареей, будет ограничен током самого маленького элемента, а более крупные

элементы не будут работать в полную силу. Солнечные элементы, на которых я остановил выбор, имеют размер 3х6 дюйма и способны генерировать ток примерно 3 ампера.

Я планирую соединить последовательно 36 таких элементов, чтобы получить напряжение чуть больше 18 вольт. В результате должна получиться батарея, способная выдавать мощность порядка 60 ватт на ярком солнце. Звучит не сильно впечатляюще, но все же это лучше чем ничего. При чем, это 60Вт каждый день, когда светит солнце.

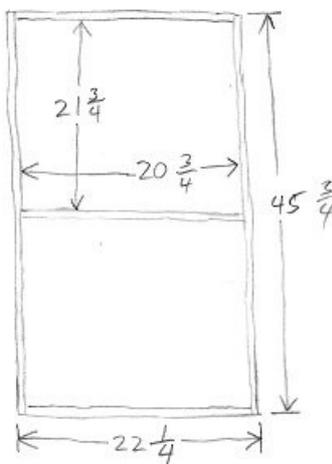
Эта энергия будет идти на зарядку аккумулятора, который будет использоваться для питания светильников и небольшой аппаратуры всего несколько часов после наступления темноты. Просто когда я иду спать, мои энергетические потребности сводятся к нулю. Короче, 60 Вт это вполне достаточно, особенно учитывая, что у меня есть ветрогенератор, который тоже производит энергию, когда дует ветер.

После того как вы купите свои солнечные элементы спрячьте их в безопасное место, где они не разобьются, не попадут детям для игр и не будут съедены вашей собакой до тех пор, пока вы не будете готовы установить их в вашу СБ. Элементы очень хрупкие. Грубое обращение превратит ваши дорогие солнечные элементы в маленькие синенькие блестящие и ни для чего непригодные осколки.



Итак, солнечная батарея это просто неглубокий ящик. Я начал с постройки такого ящика. Я сделал его неглубоким, чтобы борта не затеняли солнечные элементы, когда солнце светит под углом. Сделан он из фанеры толщиной 3/8 дюйма с бортиками из реек толщиной 3/4 дюйма. Бортики приклеены и привинчены на место. Батарея будет содержать 36 элементов размером 3х6 дюймов. Я решил разделить их на две группы по 18 шт. просто

для того, чтобы их было проще паять в будущем. Отсюда и центральная планка посередине ящика.



Вот небольшой набросок, показывающий размеры моей СБ. Все размеры в дюймах (простите меня, поклонники метрической системы). Бортики толщиной  $\frac{3}{4}$  дюйма идут вокруг всего листа фанеры. Такой же бортик идет по центру и делит батарею на две части. В общем, я решил сделать так. Но в принципе, размеры и общий дизайн не критичны. Можете свободно все варьировать в своем эскизе.

Размеры же тут я привою для тех людей, которые постоянно ноют, чтобы я включил их в свои эскизы. Я всегда поощряю народ экспериментировать и изобретать что-то свое, нежели слепо следовать инструкциям, написанным мной (или кем-то еще). Возможно, у вас получится лучше.



Вид одной из половин моей будущей батареи. В этой половине будет размещена первая группа из 18 элементов. Обратите внимание на небольшие

отверстия в бортиках. Это будет нижняя часть батареи (на фото верх находится внизу). Это вентиляционные отверстия, предназначенные для выравнивания давления воздуха внутри и снаружи СБ и служащие для удаления влаги.

Эти отверстия должны быть только внизу батареи, иначе дождь и роса попадут внутрь. Такие же вентиляционные отверстия должны быть сделаны в центральной разделительной планке.



Далее я вырезал два подходящих по размеру куска ДВП. Они будут служить подложками, на которых будут собираться солнечные элементы. Они должны свободно помещаться между бортиками. Не обязательно использовать именно перфорированные листы ДВП, просто у меня оказались такие под рукой. Пойдет любой тонкий, жесткий и не проводящий ток материал.



Чтобы защитить батарею от погодных неприятностей, лицевую сторону закрываем оргстеклом. Эти два куска оргстекла были вырезаны, чтобы закрывать всю батарею полностью. У меня не было одного достаточно большого куска.

Стекло тоже можно использовать, но стекло бьется. Град, камни и летящий мусор могут разбить стекло, а от оргстекла просто отскочат. Как видите, начинает вырисовываться картинка, как солнечная батарея будет выглядеть в итоге.



Упс! На фото два листа оргстекла соединенные на центральной перегородке. Я сверлил отверстия вокруг кромки, чтобы посадить оргстекло на шурупы. Будьте осторожны, сверля отверстия возле кромки оргстекла. Будете сильно давить – сломается, что у меня и произошло. В итоге, я просто приклеил отломавшийся кусок и просверлил недалеко новое отверстие.



После этого, я окрасил все деревянные части солнечной батареи несколькими слоями краски, чтобы защитить их от влаги и воздействия окружающей среды. Ящик я покрасил внутри и снаружи. При выборе типа краски и ее цвета был использован научный подход. Я взболтал всю краску из остатков, имеющихся у меня в гараже, и выбрал ту банку, в которой краски хватит, чтобы сделать всю работу.



Подложки тоже были окрашены в несколько слоев с обеих сторон. Убедитесь, что вы хорошо все прокрасили, иначе дерево может покоробиться от влаги. А это может повредить солнечные элементы, которые будут приклеены к подложкам.

Теперь, когда у меня есть основа для СБ, самое время подготовить солнечные элементы.

Как я говорил раньше, удаление воска с солнечных элементов – это настоящая головная боль. После нескольких проб и ошибок я все-таки нашел неплохой способ. Но я по-прежнему рекомендую покупать элементы у того, кто не заливает их воском.



Первый шаг, это «купание» в горячей воде, чтобы растопить воск и отделить элементы друг от друга. Не дайте воде закипеть, иначе пузырьки пара будут сильно бить элементы один о другой. Кипящая вода также может быть слишком горячей, в элементах могут быть нарушены электрические контакты.

Я также рекомендую погружать элементы в холодную воду, а потом медленно их нагревать, чтобы исключить неравномерный нагрев. Пластиковые щипцы и лопатка помогут отделить элементы, когда воск растает. Постарайтесь сильно не тянуть за металлические проводники –могут порваться. Я обнаружил это, когда пробовал разделить свои элементы. Хорошо, что я купил их с запасом.



Тут показана финальная версия «установки» которую я использовал. Моя подруга спросила, что это я готовлю. Вообразите ее удивление, когда я ответил: «Солнечные элементы». Первая «горячая ванна» для растапливания

воска находится на заднем плане справа. На переднем плане слева – горячая мыльная вода, а справа – чистая горячая вода. Температуры во всех кастрюлях ниже температуры кипения воды.

Сначала в дальней кастрюле растапливаем воск, переносим элементы по одному в мыльную воду, чтобы удалить остатки воска, после чего промываем в чистой воде. Выкладываем элементы для просушки на полотенце. Вы можете менять мыльную воду и воду для промывки почаще. Только не сливайте использованную воду в канализацию, т.к. воск затвердеет и засорит сток.

Этот процесс удалил практически весь воск с солнечных элементов. Только на некоторых остались тонкие пленки, но это не мешает пайке и работе элементов. Промывка растворителем, возможно, удалит остатки воска, но это может быть опасно и зловонно.



Несколько разделенных и очищенных солнечных элементов сушатся на полотенце. После разделения и удаления защитного воска из-за своей хрупкости они стали удивительно сложными в обращении и хранении. Я рекомендую оставить их в воске до тех пор, пока вы не будете готовы установить их в вашу СБ. Это позволит вам не разбить их до того, как вы сможете их использовать. Поэтому постройте сначала основу для батареи. У меня же пришло уже время установить их.



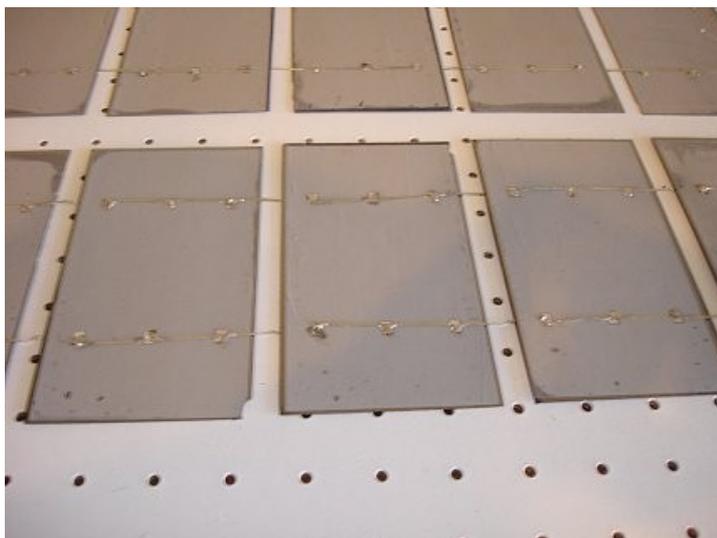
Я начал с отрисовки сетки на каждой основе, для упрощения процесса установки каждого элемента. Потом я выложил элементы по этой сетке обратной стороной вверх, так их можно спаять вместе. Все 18 элементов для каждой половины батареи должны быть соединены последовательно, после чего обе половины также должны быть соединены последовательно для получения требуемого напряжения.



Спаивать элементы между собой поначалу сложно, но я быстро приловчился. Начинайте только с двух элементов. Разместите соединительные проводники одного из них так, чтобы они пересекали точки пайки на обратной стороне другого. Также нужно убедиться, что расстояние между элементами соответствует разметке.

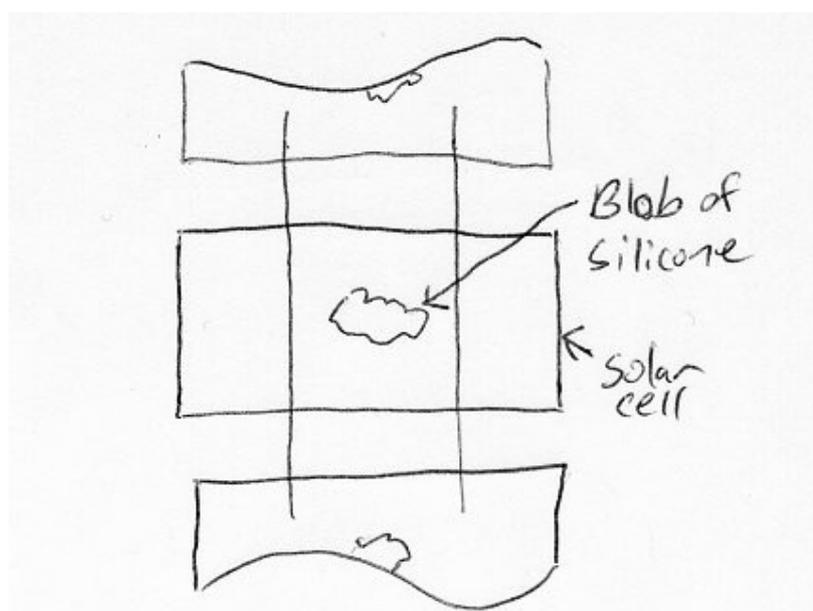
Я использовал маломощный паяльник и прутковый припой с сердцевинкой из канифоли. Также перед пайкой я смазывал флюсом точки пайки на элементах при помощи специального карандаша. Не давите на

паяльник! Элементы тонкие и хрупкие, нажмете сильно – сломаете. Я был неаккуратен пару раз – пришлось выбросить несколько элементов.



Повторять пайку пришлось до тех пор, пока не получилась цепочка из 6-ти элементов. Соединительные шины от сломанных элементов я припаял к обратной стороне последнего элемента цепочки. Таких цепочек я сделал три, повторив процедуру еще дважды. Всего 18 элементов для первой половины батареи.

Три цепочки элементов должны быть соединены последовательно. Поэтому среднюю цепочку поворачиваем на 180 градусов по отношению к двум другим. Ориентация цепочек получилась правильной (элементы все еще лежат обратной стороной вверх на подложке). Следующий шаг – приклеивание элементов на место.

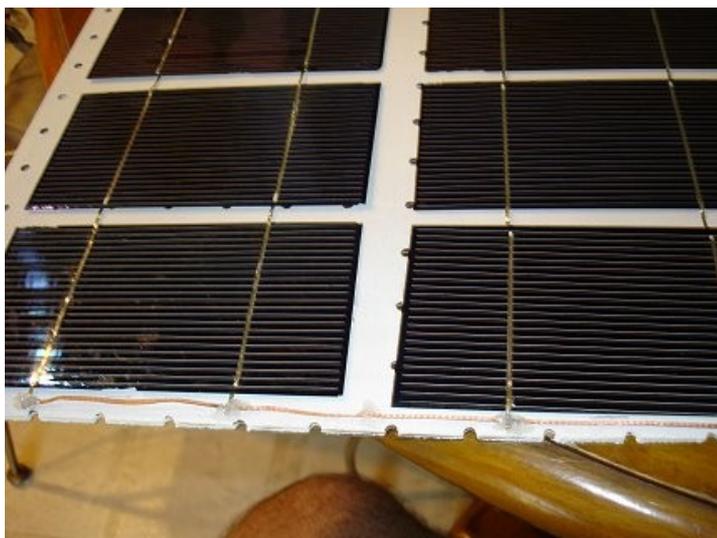


Приклеивание элементов потребует некоторой сноровки. Наносим небольшую каплю силиконового герметика в центре каждого из шести элементов одной цепочки. После этого переворачиваем цепочку лицевой стороной вверх и размещаем элементы по разметке, которую нанесли раньше. Легонько прижмите элементы, надавливая по центру, чтобы приклеить их к основе. Сложности возникают в основном при переворачивании гибкой цепочки элементов. Вторая пара рук тут не повредит.

Не наносите слишком много клея и не приклеивайте элементы нигде кроме центра. Элементы и подложка, на которой они смонтированы, будут расширяться, сжиматься, гнуться и деформироваться при изменении температуры и влажности. Если вы приклеите элемент по всей площади, он со временем сломается. Приклеивание только в центре дает элементам возможность свободно деформироваться отдельно от основы. Элементы и основа могут деформироваться по-разному и элементы не сломаются.



Вот полностью собранная половина батареи. Я использовал медную оплетку от кабеля для соединения первой и второй цепочки элементов.



Можно использовать специальные шины или даже обычные провода. Просто у меня под рукой была медная оплетка от кабеля. Такое же соединение делаем с обратной стороны между второй и третьей цепочкой элементов. Каплей герметика я прикрепил провод к основанию, чтобы он не «гулял» и не гнулся.



Тест первой половины солнечной батареи на солнце. При слабом солнце в дымке эта половина генерирует 9,31В. Ура! Работает! Теперь мне нужно сделать еще одну такую же половину батареи.



После того как обе основы с элементами будут готовы, я смогу установить их на место в подготовленную коробку и соединить. Каждая из половин помещается на свое место. Я использовал 4 небольших шурупа для крепления основы с элементами внутри батареи.



Провод для соединения половин батареи я пропустил через одно из вентиляционных отверстий в центральном бортике. Тут тоже пара капель герметика поможет закрепить провод на одном месте и предотвратить его болтание внутри батареи.



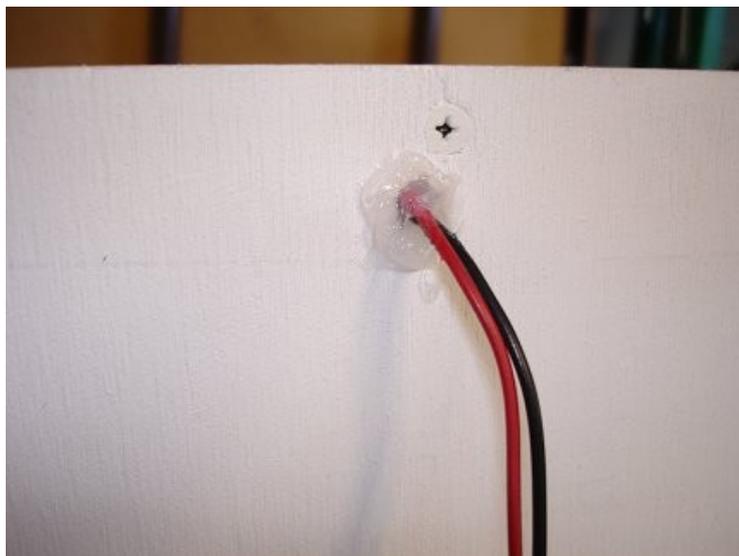
Каждая солнечная батарея в системе должна быть снабжена блокирующим диодом, соединенным последовательно с батареей. Диод нужен для предотвращения разряда аккумуляторов через батарею ночью и в пасмурную погоду.

Я использовал диод Шоттки на 3,3А. Диоды Шоттки имеют гораздо более низкое падение напряжения, чем обычные диоды. Соответственно, будут меньше потери мощности на диоде. Я купил набор из 25 диодов марки 31DQ03 на eBay всего за пару баксов. У меня останется еще много диодов для моих будущих СБ.

Сначала я планировал присоединить диод снаружи батареи. Но после того как посмотрел технические характеристики диодов, решил поместить их внутри батареи. У этих диодов падение напряжения уменьшается с ростом температуры. Внутри моей батареи будет высокая температура, диод будет работать более эффективно. Используем еще немного силиконового герметика чтобы закрепить диод.



Я просверлил отверстие в днище батареи ближе к верху, чтобы вывести провода наружу. Провода завязаны на узел, чтобы предотвратить их вытягивание из батареи, и закреплены все тем же герметиком. Важно дать герметику высохнуть до того, как мы будем крепить оргстекло на место. Советую, опираясь на предыдущий опыт. Испарения из силикона могут образовать пленку на внутренней поверхности оргстекла из элементов, если вы не дадите силикону высохнуть на открытом воздухе.



И еще немного герметика для герметизации выходного отверстия.



На выходной провод я прикрутил двух контактный разъем. Розетка этого разъема будет присоединена к контроллеру заряда аккумуляторов, который я использую для своего ветрогенератора. Таким образом, солнечная батарея сможет работать с ним параллельно.



Вот как выглядит законченная СБ с прикрученным экраном из оргстекла. Оргстекло пока еще не герметизировано. Я сначала не производил герметизацию стыков. Провел сначала небольшое тестирование. По результатам тестов мне потребовался доступ к внутренностям батареи, там обнаружилась проблема.

У меня на одном из элементов отошел контакт. Может быть, это произошло из-за перепада температур или из-за неаккуратного обращения с батареей. Кто знает? Я разобрал батарею и заменил этот поврежденный элемент. С тех пор проблем не было. В будущем, возможно, я герметизирую стыки под оргстеклом при помощи герметика или закрою их алюминиевой рамкой.



Вот результаты тестирования напряжения законченной батареи на ярком зимнем солнце. Вольтметр показывает 18,88В без нагрузки. Это в точности как я и рассчитывал.



А вот тест по току в тех же условиях (яркое зимнее солнце). Амперметр показывает 3,05А – ток короткого замыкания. Это как раз недалеко от расчетного тока элементов. Солнечная батарея прекрасно работает!



Солнечная батарея в работе. Я перемещаю ее пару раз в день для сохранения ориентации на солнце, но это не такая уж и большая сложность. Возможно, когда-нибудь я построю автоматическую систему слежения за солнцем.

Итак, сколько же все это стоило? Я сохранил все чеки от всех своих покупок для этого проекта. Ну и конечно многое уже было у меня в мастерской. Всякие куски дерева, провода и прочие полезные вещи (кто-то скажет, мусор) валяются также у меня вокруг мастерской. Короче, много чего уже было под рукой. Поэтому ваши подсчеты могут отличаться.

<b>Комплектующие</b>	<b>Происхождение</b>	<b>Стоимость</b>
Солнечные элементы	eBay	\$74.00*
Дерево	Строительный магазин	\$20.26
Оргстекло	Со свалки	\$0.00
Шурупы	Из запасов	\$0.00
Силиконовый герметик	Строительный магазин	\$3.95
Провода	Из запасов	\$0.00
Диод	eBay	\$0.20±
Двухконтактный разъем	Newark Electronics	\$6.08
Краска	Из запасов	\$0.00
	<b>Итого</b>	<b>\$104.85</b>

Не так уж и плохо! Это лишь малая часть стоимости серийной СБ такой же мощности. И это очень просто! У меня уже есть план построить еще несколько солнечных батарей, чтобы увеличить мощность. На самом деле я купил 4 набора по 18 элементов. В подсчете указана стоимость только двух наборов, которые пошли на построение солнечной батареи.

Источник: <http://next-energy.ru/>



Все предыдущие номера  
бесплатного электронного журнала «Я электрик!»:  
[Архив всех номеров журнала](#)