

# “Я электрик!”

электронный электротехнический журнал



“Я электрик!” – журнал для облегчения жизни  
специалистов-электриков

**Автор: Повный Андрей**

Сайт журнала: [www.electrolibrary.narod.ru](http://www.electrolibrary.narod.ru)

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

**Издательство  
электронной  
литературы**



**Выпуск №1**

**19 июня 2006 г.**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Пробники	3
10 распространенных мнений об освещении и 11 причин, почему они не верны	7
Дефекты скрытой электропроводки	11
Схемы электроустановок зданий. Система уравнивания потенциалов	14
Нормативные документы. Молниезащита зданий	18
ИБП с двойным преобразованием энергии малой и средней мощности: схемотехника и технические характеристики	20
Компенсация реактивной мощности	33
Каталог и описание электросчётчиков	36
Технические характеристики проводов марок АПВ, АППВ, ПВ1, ПВ2, ПВ3, ППВ	49

**Электронный электротехнический  
журнал “Я электрик!” может  
распространяться без каких либо  
ограничений при сохранении его  
формата**

## Пробники

Их разделяют на две группы. К первой относят те пробники, которые служат для проверки целостности обесточенной электрической цепи при ремонте бра, настольных ламп, электроплиток и т.п. Каждый из этих пробников состоит из проводников, источника тока и сигнализатора появления тока.

В простейшем из пробников первой группы источником тока является батарейка от карманного фонаря, сигнализатором - электролампочка в 1,5 В. Патрон для электролампочки делают путем навивки на подходящий по диаметру стержень проволоки. Если проволока окажется слишком упруга, то ее отжигают. Понятно, что диаметр проволоки в спирали должен обеспечивать возможность вкручивания электролампочки. Все элементы пробника можно разместить в коробочке, проделав в ней отверстия для проводов и электролампочки.

Пластмасса, дерево, картон - предпочтительные материалы для коробочки. Провода для пробника пригодны любые. Главное, чтобы они были в изоляции. о многожильный провод долговечнее одножильного, который будет ломаться при частом применении пробника. Специальные щупы для этого пробника не требуются. Достаточно на 2...4 мм очистить от изоляции свободные концы проводов. Электролампочка - не обязательный элемент схемы этого пробника. Ее с успехом заменят телефонная трубка, наушники или радиоточка. В момент приложения щупов к проверяемому участку раздается характерный треск, если, конечно, электроцепь устройства цела.

Вместо электролампочки с успехом используют один из измерительных приборов с резистором, который ставят для ограничения электротока, идущего через прибор. Причем эти приборы должны быть магнитоэлектрического типа постоянного тока. В миллиамперметре повышение чувствительности обеспечивают удалением шунта. А в вольтметре устраняют добавочный резистор, припаивая к контактам проводник. Если есть выбор, то для пробника лучше взять миллиамперметр с диаметром шкалы в 65...80 мм и предельным показанием шкалы в 100 мкА...1 мА. Перед удалением шунта проверьте отклонение стрелки прибора по шкале. Иногда придется подбирать другой шунт, который бы устранил удары стрелки об ограничитель шкалы.

Наш пробник с измерительным прибором фактически является и омметром, ибо им можно определить не только место обрыва проверяемой цепи, но и примерное сопротивление этой цепи. Кстати, в качестве измерительных пробников пригодны и головки, измеряющие в магнитофонах уровень записи.

Сопротивление резисторов для ограничения силы тока рассчитывают как отношение напряжения элемента питания к току полного отклонения стрелки прибора. Например, для элемента в 1,5 В и при токе отклонения стрелки на всю шкалу в 1 мА резистор должен иметь сопротивление 1,5 кОм. После сборки омметра резистор можно подобрать точнее путем подключения к рассчитанному резистору параллельно еще одного. Сопротивление этого резистора берется в несколько раз большим, когда стрелка прибора не достигает конца шкалы. Но если стрелка зашкаливает, то сопротивление резистора в несколько десятков раз уменьшают.

В некоторых случаях, несмотря на наличие делений на шкале, ее приходится повторно градуировать. На необходимость этого укажут контрольные замеры сопротивлений величиной в 100 Ом, 1 кОм и

т.п. Промежутки между отмеченными положениями стрелки делят по окружности на равное число частей. Чем больше будет сопротивлений для контрольных проверок и чем меньше будут промежутки без отметок, тем точнее градуировка шкалы. Источники тока для пробников первой группы - не менее разнообразны, чем сигнализаторы. Когда нет батареек для карманного фонарика, используют аккумуляторы, радио- и осветительную сеть. Но тогда соблюдение правил техники безопасности обязательно во избежание смерти!!!

Для пробника с источником питания от осветительной сети с напряжением в 127 или 220 В все элементы берутся из материалов, предназначенных для этой сети: электролампа, патрон, провод, вилка. Удобнее пробник смонтировать в коробке из непроводящего материала. Это, в частности, устраним опасность взрыва колбы в моменты функционирования пробника. Если же все элементы пробника открыты, то электролампу прячут в пластмассовый стаканчик или хотя бы надевают на нее картонный четырехгранник, в котором она продается. При этом открытую часть упаковки со стороны колбы не направляйте ни на себя, ни на другого человека.

Для уменьшения размеров пробника можно применить патрон и лампочку от холодильника или швейной машины. Шнуры и провода для пробников от осветительной сети применяют следующих марок: ШВП-1, ШПС, ПВС, ШВВП и т.д. Так как эти провода и шнуры довольно трудно приобрести в магазине, то используют остающиеся от пришедших в негодность утюга, электроплитки и т.п. Щупы к концам проводников не обязательно приделывать. Из-под изоляции проводника жилы могут выступать на 1...2 мм. Сама изоляция проводников от обнаженных окончаний на длине в 100... 150 мм покрывается в несколько слоев прорезиненной электроизоляционной лентой. Но когда щупы предназначены для проникновения к точкам, расположенным не на поверхности, то их конструируют несколько иначе.

Для первого варианта можно использовать цанговые карандаши. Из них изымают внутренности. Через цангу пропускают обрезок медной проволоки с диаметром, равным диаметру грифеля. Длина обрезка должна быть такая, чтобы после припайки жилы проводника место припайки "скрылось" внутри пластмассового корпуса. Из цанги обрезок может выглядывать на несколько миллиметров.

Недостаток этого варианта в том, что цанги можно охватить пальцами и ток "двинется" через тело. Пробниками с источником питания от осветительной сети с напряжением в 17 или 220 В разрешается пользоваться только внутри сухих помещений вдали от заземленных устройств (трубы водоснабжения, трубы и батареи отопления и т.п.). Человек при этом должен стоять на резиновом коврик.

Другой вариант щупов напоминает щупы указателя напряжения или контрольной лампы. Вытачивают из пластмассы две трубки с фланцами. В каждую из трубок вводят и закрепляют латунный или медный стержень диаметром до 3,5 мм, к которому припаяна жила проводника. Сам спай располагают внутри пластмассовой трубки. Стержни из трубок могут выступать на нужную величину, скажем до 180 мм. При работе внутри устройства это не вызовет случайных контактов потому, что на стержни надевают поливинилхлоридные или резиновые трубки. Из этих трубок стержни выступают всего на 2...3 мм.

Пробником с источником питания от осветительной сети можно проверять электроцепи, тоже рассчитанные на это напряжение, то есть бра, люстры, утюги, пылесосы и т.п. Но для выверки монтажа телефона, радиоточки этот пробник использовать нельзя, ибо их детали рассчитаны на напряжение величиной всего в 30 В. На радиоприемниках, телевизорах, магнитофонах подобным пробником выверяют целостность лишь двух подводящих проводов и то, когда их можно отделить

благодаря специальному разъему от названных устройств. Несоблюдение этих рекомендаций приведет к сгоранию элементов проверяемого участка электроцепи.

Пробники со звуковой сигнализацией менее экономичны ранее приведенных. Поэтому при длительных перерывах в работе в них следует отключить источник питания. Детали одного из этих пробников монтируют на изоляционной планке в металлическом корпусе в виде наручных часов, с которыми соединяют металлический браслет.

Ко второй группе относятся пробники для определения наличия напряжения в проводниках, для нахождения фазного провода при подключении выключателей, патронов и т.п. Эти пробники, в свою очередь, делят на одно- и двухполюсные. Первые выполняют по типу авторучки и используют в основном в бытовых электроустановках, называя индикаторами-отвертками.

Действие индикатора-отвертки основано на свечении неоновой (газоразрядной) лампы при протекании через нее емкостного тока. Чтобы ограничить ток, попадающий на лампу, перед ней монтируется резистор сопротивлением в 1 мОм. Этот резистор и предотвращает превращение тлеющего разряда в газе лампы в пробойное. Для индикатора ИН-91 используют лампу ИН-3.

Для пользования индикатор рукояткой вставляют между указательным и средним пальцами руки. Большим пальцем надавливают на колпачок рукоятки. Тело человека начинает выполнять роль заземлителя, когда отверткой касаются поверхности, по которой протекает электроток. Даже при напряжении в проводнике до 380 В через индикатор, а потом тело человека протекает ток слишком малой силы, чтобы повредить. В этом и плюс и минус. Плюс, как отметили, в безопасности человека, а минус в том, что неоновая лампочка приблизительно одинаково светится как при напряжении 100 В, так и при 220 В. То есть при поисках обрыва электрической цепи нельзя без вольтметра или контрольной лампы определить действительное напряжение в электроцепи или, как говорится в одном из руководств, "недостатком подобных индикаторов является то, что с их помощью нельзя отличить нейтраль от фазного провода, имеющего обрыв, или определить принадлежность проводов к одной или разным фазам".

Индикатор-отвертка, снова подчеркиваю, спасла немало жизней при первичном определении наличия электротока на деталях электроустановок, когда контрольная лампа оказывается бессильной. Отвертку индикатора, конечно, применяют только как окончание щупа. А чтобы этим щупом, который у некоторых типов индикаторов достигает длины в 50 мм, не совершить замыкание, на стержень отвертки натягивают трубку из изоляционного материала так, чтобы металл выступал всего на 2...3 мм.

Самому можно изготовить индикатор-отвертку из отслуживших свой срок авторучки и стартера для люминесцентных ламп. Для этого отгибают лепестки и снимают алюминиевый стакан стартера, отсоединяют от контактных ножек два проводника неоновой лампы и снимают ее, оставив конденсатор на панели. Далее к одному из концов проводника припаивают резистор сопротивлением в 100...200 кОм. Чем больше сопротивление, тем меньше будет свечение лампы, которую вместе с резистором вставляют в корпус авторучки. К этому моменту в корпусе против места расположения лампы следует проделать отверстие.

Вместо пера и его опоры вставляют хорошо подобранный по диаметру металлический стержень. Ясно, что поршневой механизм или пипетку из корпуса заранее удаляют. Свободный конец лампы и металлический стержень соединяют пайкой или на резьбе, второй конец резистора - с



---

металлическим колпачком корпуса авторучки. Самодельный индикатор функционирует в диапазоне 50...220 В переменного напряжения.

Для авто- и мотолюбителей можно предложить пробник примерно той же конструкции. С его помощью отыскивают неисправности в электроцепи освещения, генератора, реле-регулятора и т.п. Отличие этого пробника от предыдущего в том, что здесь используют не газоразрядную, а обычную лампу на нужное напряжение в диапазоне 6... 12 В. Один провод от лампочки подсоединяют к щупу, другой (длинный) оснащают зажимом типа "крокодил". Для проверки нужной электроцепи "крокодилом" захватывают зачищенное место корпуса. Щуп после этого прикладывают к исследуемому проводу цепи. Если лампочка вспыхивает, цепь в порядке.

Преобладающее число электриков-профессионалов при ремонте электросети в бытовых помещениях пользуются контрольными лампами. Хотя это строго-настроено запрещается правилами техники безопасности. Разрешено применять лишь указатели напряжения, другие специальные приспособления. Но разрешенное обычно отсутствует, да и не всегда ими удобно обнаружить наличие электротока. Можно ли малосведущему в электрике человеку применять контрольную лампу? Считаю, что безопаснее ее использовать, чем лезть в воду, не зная броду: Чтобы эту безопасность осуществить на практике, следует соблюсти ряд условий.

- 1.** Контрольную лампу пускать в дело только до электросчетчика.
- 2.** На руки "контролер" должен надеть диэлектрические перчатки, натянув их раструб на рукава одежды. Эти перчатки в сухом помещении в некоторой степени заменят хозяйственные резиновые перчатки.
- 3.** Стоять "контролеру" разрешается только на сухом диэлектрическом коврик или сухой диэлектрической дорожке. Допустимо их заменить хозяйственным резиновым ковриком, который нужно сложить вдвое и поместить на сухой деревянной доске. Надобность в доске отпадает, когда под резиновым ковриком есть сухой деревянный пол или пол, устланный линолеумом.
- 4.** Контрольную лампу следует поместить в коробку из изоляционного материала с прорезью для светового сигнала. Сетчатый металлический чехол предохраняет лампу от ударов, но при взрыве колбы лампы мелкие осколки могут поразить глаза, кожу...
- 5.** Два проводника к патрону лампы нужно ввести в коробку через разные отверстия. Это исключит замыкание между проводниками, когда их изоляцию перетрут кромки отверстий. Поэтому в отверстия для проводников хорошо бы вставить и закрепить пластмассовые втулки со скругленными краями. Длину проводников из каждого отверстия делают не менее 1 м. Когда проводят проверку наличия напряжения, коробка с лампой должна висеть на проводниках. Если эту проверку проводят вблизи пола, то коробку с лампой отодвигают от себя на возможно дальнейшее расстояние. Сами шнуры и провода для проводников выбирают вышеописанного типа, т.е. ШВП-1, ШПС и т.п.
- 6.** Держатели щупов проводников изготавливают из пластмассы так, как это описывалось ранее. Фланцы на щупах исключают попадание пальцев на токонесущие части установок, да и на обнаженные концы металлических щупов, вставленных в эти держатели.
- 7.** Контрольную лампу оснащают электролампой напряжением в 220 В. Бывает, и при этом напряжении колба лампы после прохождения по ней тока взрывается. Поэтому всегда следует

---

отворачиваться от любой лампы в момент включения. Ну, а если на лампу подать, например, 380 В, то колба сразу разлетится. Отсюда и рекомендация: запрещается пользование контрольной лампой за пределами электросети, "обслуживаемой" электросчетчиком!!! Так, на этажном электрощитке, куда выходит проводка из квартиры к электросчетчику в современных многоэтажных домах, неумелый жилец щупами контрольной лампы как раз и "поймает" 380 В. То же может произойти и на электропроводах в одноэтажный сельский дом.

**Источник информации:** <http://www.diagram.com.ua/>

[все про освещение](#)

## **10 распространенных мнений об освещении и 11 причин, почему они не верны**

В глазах обычных пользователей проблемы освещения подчас выглядят чуть ли не надуманными, а профессия инженеров-электриков сводится к банальному "вкручиванию лампочек". Действительно, что может быть сложного, на первый взгляд, в нехитрой конструкции из патрона, декоративного абажура и сияющей внутри до боли знакомой грушевидной лампочки (или, по западной классификации, А60)? Да и сколько нужно ламп, казалось бы, можно прикинуть самому. Очень может быть, для человека, который не слишком обременяет себя заботами о благоустройстве своего жилища, такой подход вполне оправдан. Но, к сожалению, иногда он автоматически переносится и на освещение более серьезных объектов – офисов, магазинов, ресторанов, целых зданий. И приводит это к самым плачевным результатам – от абсолютно неадекватного обстановке освещения до потенциально опасных для человека ситуаций. Обобщив свой опыт общения с клиентами, мы берем на себя смелость прокомментировать десять чаще всего встречающихся заблуждений клиентов светотехнических компаний.

**Мнение первое.** *Чем проще осветительная система, тем лучше. Долой всякие там аппараты и трансформаторы!*

**Комментарий.** Не будем оспаривать известную истину, что все гениальное просто, заметим только, что здесь мы имеем дело с обратным утверждением: все простое гениально, что весьма сомнительно. Без преувеличения можно сказать, что практически все современные источники света, предназначенные для прямого включения в сеть, проигрывают лампам аналогичного назначения, требующим дополнительной аппаратуры. Проигрывают во всем – световой отдаче, богатстве ассортимента, сроках службы и даже в стоимости "жизненного цикла" (в суммарных затратах на лампу за все ее время работы). Во всем кроме, быть может, начальной цены. Самое любопытное, что и это не всегда.

Для светотехника-профессионала очевидно, что подобное стремление к "простоте" ничуть не разумнее требования – если бы кто-нибудь отважился его высказать – отказаться от компьютеров ради бухгалтерских счетов, они ведь так просты и к тому же проверены временем.

**Мнение второе.** *Если "обычная лампочка" (имеется в виду все та же А60) стоит 5 рублей, а "энергосберегающая" – 250, то вторая должна служить в 50 раз дольше, чтобы окупиться.*

**Комментарий.** Здесь снова стоит упомянуть о стоимости жизненного цикла лампы – единственном понятии, которое должно действительно волновать рачительного хозяина освещения. Она складывается из стоимости лампы и всех затрат за время ее работы.

Проведем небольшой расчет. Начнем с самого простого примера – компактной люминесцентной лампы. Будем считать, что стоимость ее жизненного цикла складывается из начальной цены и суммарной оплаты за израсходованную ею электроэнергию. Принимая цену одного киловатт-часа равной 1 рублю, мощность лампы – 11 Вт (0,011 кВт) и весьма скромный срок ее службы 5000 ч, получим: компактная лампа будет стоить своему владельцу  $250 + 0,011 \times 5000 \times 1 = 305$  руб.

Аналогичная по световому потоку лампа накаливания имеет мощность 60 Вт и срок службы 1000 ч. Повторив расчет, выясним, что она обойдется в  $5 + 0,06 \times 1000 \times 1 = 65$  руб. Однако за тот же период, что и в предыдущем случае, понадобится в пять раз больше ламп (325 руб.). Разница невелика, скажут скептики. Но теперь давайте представим, что эту лампу предстоит установить не одну и не в частной квартире, а целых 100 в труднодоступной люстре какого-нибудь дворца. В этом случае к цене каждой заменяемой лампы добавляется стоимость работы по ее замене, и вот здесь-то мы можем по-настоящему "почувствовать разницу".

Предположим, замена одной лампы в этой люстре обойдется всего в 20 руб. (и это с учетом затрат на установку лестниц и страховок, зарплату монтера и мало ли еще на что). Повторив наши расчеты, получим уже более чем 30-процентную разницу (325 и 425 руб. за одну лампу или 10 000 руб. чистой экономии на одной люстре)! Как видим, даже пятикратная разница в сроке службы способна окупить 50-кратную разницу в цене.

**Мнение третье.** *Если каждый раз, выходя из помещения, гасить свет, можно неплохо сэкономить.*

**Комментарий.** Увы, опять экономика, но и на этот раз с важной технической стороной. Для начала разделим понятия "экономия электроэнергии" и "экономия денег". Увеличивая число отключений/включений лампы, мы, без сомнения, экономим электроэнергию. Однако частое "нарушение спокойствия" чрезвычайно вредно для самой лампы. Воспользуемся цифрами из предыдущего примера. Предположим, что за счет "разумного" отключения света компактная лампа проработала всего 2500 ч вместо 5000 ч непрерывного горения. Сэкономленная энергия принесет в бюджет пользователя целых  $0,011 \times 2500 \times 1 = 27,5$  руб. Однако вполне вероятна ситуация, что после этих же 2500 ч работы лампа выйдет из строя (чему особенно способствуют искрящие выключатели, импульсивность нажатия на них и многие неприятные сюрпризы, тающиеся в отечественных электросетях). Вычитая из стоимости новой лампы (250 руб.) полученную нами экономию, подсчитываем чистый убыток: 222,5 руб.

К слову, именно по этой причине в городах Европы, а затем и в Москве отказались от ночного отключения части уличных светильников: оказалось не по карману.

**Мнение четвертое.** *Если светильник обозначен как "защищенный", удар электрическим током вам не грозит.*

**Комментарий.** Стоп. Давайте разберемся в терминах. Существуют три основных вида защиты светильника – от пыли, влаги и механических воздействий. Именно их обычно указывают в каталогах и прайс-листах. Существуют и критерии, по которым судят о защищенности внешнего мира от данного светильника, например его пожаро- и взрывобезопасность. К ним относится и не всегда внятно обозначенный первый, второй или третий класс электробезопасности, который и дает ответ на интересующий нас вопрос.

Иногда пользователь ошибочно полагает, что герметичный корпус светильника гарантирует электробезопасность. Напрасно! Резиновые уплотнители защищают лишь светильник, но никак не нас с вами. Ничто не мешает уплотненному светильнику относиться к первому классу по электробезопасности (требует заземляющего проводника), а пресловутому заземлителю отсутствовать на положенном месте. Поражение током обеспечено.

Высокую степень защиты человека обеспечивают лишь светильники третьего класса, питающиеся от заведомо безопасного напряжения (12 В и менее). Именно они рекомендованы для ванных комнат и саун, где даже влажные стены являются хорошим проводником тока.



**Мнение пятое.** *Чем меньше напряжение сети, тем дольше прослужит лампа.*

**Комментарий.** А это представление заимствовано не иначе как из практики применения обычных ламп накаливания (кстати, только для них оно и справедливо). Действительно, чем меньше температура нагрева вольфрамовой спирали, тем дольше она не перегорит. Однако все современные лампы используют другие принципы получения света. Даже ближайшие "родственники" лампы А60 – галогенные лампы накаливания – требуют для нормальной работы поддержания фиксированной температуры спирали. При снижении напряжения она снижается, а значит, нарушается так называемый "галогенный цикл", восстанавливающий нить накала, и срок службы лампы может снизиться практически в 2 раза.

Многие современные электронные балласты работают по принципу поддержания постоянной мощности лампы, что заставляет их при падении сетевого напряжения увеличивать рабочий ток. В этом случае возможны их перегрузка и выход из строя. Время разгорания мощных разрядных ламп, при котором сильно распыляются их электроды и сокращается срок службы, также увеличивается с уменьшением напряжения сети. И во всех без исключения случаях непропорционально уменьшится световой поток ламп.

Вывод один: стандарты на нижний и верхний пределы сетевого напряжения существуют все же не напрасно.

**Мнение шестое.** *Конденсаторы в светильниках – лишний элемент, и без них все прекрасно работает, так что переплачивать за них лишние 30–50 руб. никому не хочется.*

**Комментарий.** Так может рассуждать только человек, в руках которого никогда не плавилась выключатели! Светильники с разрядными лампами потребляют в несколько раз больший ток без конденсаторов, чем с ними (при той же мощности по счетчику, что любопытно). Велика вероятность перегрузки сети и перегорания (в буквальном смысле) выключателя, на первый взгляд способного работать со светильниками такой мощности. Небольшая экономия на конденсаторах рискует обернуться масштабными проблемами (хорошо, если только экономическими).

**Мнение седьмое.** Если светильник питается от сети 220 В, в нем заведомо не могут присутствовать большие напряжения. **Комментарий.** Довольно опасное заблуждение, которое может приводить к получению электротравм. Начнем с упоминания газосветных установок (некоторые из которых имеют компактное, "комнатное" исполнение), содержащих повышающие трансформаторы (рабочее напряжение до 10 кВ). Затем нелишне упомянуть зажигающие устройства металлогалогенных и натриевых ламп (1,5-4 кВ) и обычные стартеры для люминесцентных ламп (зажигающее напряжение 250–400 В). Разумеется, в каждом случае должна использоваться соответствующая изоляция. А завершают опасный список уже упомянутые конденсаторы в люминесцентных светильниках, на которых при работе выделяется 300–400 В (знающие электротехнику понимают, за счет чего это возможно). Нелишне упомянуть, что накопленный ими при работе заряд сохраняется длительное время, так что вполне возможно получить удар током даже от выключенного светильника.

**Мнение восьмое.** Можно самому "на коленках" спаять волшебную схему "Вечной лампы" (про читал о ней в интернете), в которой люминесцентная лампа будет гореть вечно. Зачем тогда все эти премудрости: балласты, стартеры и т. п.?

**Комментарий.** До чего только не додумываются люди в погоне за бесплатным сыром! Во-первых, эта схема предполагает, что лампа питается постоянным током, а значит, свечение будет угасать у одного конца лампы и концентрироваться у второго (так называемый катафорез). Во-вторых, не обремененные светотехническими знаниями электронщики советуют последовательно с лампой включить лампу накаливания или – еще похлеще – мощный резистор. Следовательно, как минимум половина электроэнергии уйдет на нагрев этого оригинально решенного "балласта". И в-третьих, хотя схема действительно позволяет зажигать перегоревшие лампы, их срок службы все

равно не бесконечен: лампа перестанет зажигаться ровно в тот момент, когда металлические части электродов внутри нее окончательно расплытятся. И этот момент не заставит себя долго ждать. Так что все-таки не мешает уделить немного внимания премудростям традиционных схем включения.

**Мнение девятое.** *Неужели све тотехники не могут наконец рассчитать единые нормы количества светильников на квадратный метр! И незачем было бы всякие программы изобре тать.*

**Комментарий.** Если бы все было так просто... А вообще это утверждение так и хочется поставить в один ряд с вопросом: "Какую освещенность дает эта лампа?" Дело в том, что освещенность зависит не только от того, какая именно лампа ее создает, но и от многих других факторов: расположения лампы и расстояния до нее, наличия отражающих поверхностей и т. д. От этих же факторов (помимо типа светильника и заданной освещенности) зависит и необходимое количество светильников в помещении. Даже при одинаковых размерах комнат их количество может заметно отличаться – например, при различном цвете отделки стен и пола.

Поэтому, увы, самый правильный расчет возможен только в индивидуальном порядке для каждого случая и только с использованием компьютера (альтернатива – многочасовые расчеты на калькуляторе).

**Мнение десятое.** *Зачем нужны федеральные (городские) нормы освещения? Все должен определять заказчик – тот, кто платит деньги за оборудование.*

**Комментарий.** Руководствуясь таким подходом, недолго оказаться в каменном веке, когда обитатели каждой пещеры освещали ее на свой манер или вовсе предпочитали оставаться в темноте. Существуют объективные физиологические требования к освещению, несоблюдение которых отрицательно влияет на здоровье человека. В первую очередь, разумеется, на зрение. Упрощенно говоря, обязательные нормы, которые предписывают не только количество света (освещенность, яркость), но и его качество, не позволяют создателям и владельцам осветительных систем ухудшать наше с вами здоровье неграмотным освещением. Именно соблюдение, а не нарушение норм позволяет разработчику освещения ощутить всю свою ответственность перед заказчиком. Здесь может возникнуть вопрос: а как быть со свободой выбора? Разумеется, у заказчика она остается. По своему желанию, в соответствии со своими финансовыми возможностями он имеет право существенно превосходить минимальные требования норм. (Нарушением, как известно, является не само по себе отклонение от нормы, а лишь то, которое приводит к ухудшению условий освещения.) Попутно заметим, что когда речь идет о жилых помещениях, то нормы носят в основном рекомендательный характер, ведь хозяева жилья сами несут ответственность за свое самочувствие. В завершение, как и обещали, одиннадцатый комментарий. Самая большая ошибка некоторых людей, сталкивающихся с проблемой освещения, – попытка обойтись собственными силами, не привлекая светотехников. Кого-то на эту мысль наталкивает простота знакомых с детства лампочек накаливания. Кто-то, может быть, просто рассчитывает сэкономить... Однако подобная практика не менее нелепа, чем, скажем, создание собственными силами телевизоров, мебели и других высокотехнологичных вещей. Иначе говоря, не стоит изобретать велосипед, когда в одной только Москве существуют десятки светотехнических фирм, в которых работают настоящие профессионалы своего дела.

Источник информации: <http://www.pro-light.ru/>

АВТОР: Александр Фомин

## Дефекты скрытой электропроводки

Даже опытные профессионалы-электрики считают, что при отсутствии фазы или "земли (ноля)" на доступных местах жилы следует долбить стену, снимать покрытие и т.п. в поисках дефекта. Затем соединяют жилу провода у излома или укладывают в возникшую борозду другой провод или проводку. Замазывают борозду и заштукатуривают поверхность стены. Все это слишком трудоемко, если одновременно не производят ремонт квартиры или дома. Новый проводник в период между ремонтами комнаты гораздо проще проложить прямо по поверхности стены, потолка, карниза или под ним и т.п.

Приведу пример ремонта, когда для устранения излома провода где-то внутри стены использовано всего несколько сантиметров другого провода. Он по цвету совпадает с окраской стены и потому почти незаметен. Правда, поиски области повреждения жилы провода заняли достаточно времени. И так, патрон, выключатель и розетка смонтированы по вертикали стены. Они соединены между собой так, что электроток поступает от розетки к патрону. Электролампа к нажатиям клавиши выключателя "равнодушна". Метод исключения применяют в поисках причины отсутствия накала спирали лампы.

**Первый этап.** Он осуществлен. Изменения положения клавиши выключателя не вызвали вспыхания лампы. Клавишу оставляют включенной.

**Второй этап.** Выворачиваем лампу. Вкручиваем вслепую другую, предпочтительно новую. Лишь в момент контакта цоколя лампы и резьбы патрона допустимо смотреть на лампу. Позже - опасно! Взрыв колбы лампы возможен, хотя в большинстве случаев сгорает ее спираль...

Если и вторая лампа не создает света, то приступают к отгибанию пластинчатых контактов патрона в сторону, противоположную вкладышу. Это делают после установки клавиши выключателя в положение "Выключено" и выкручивания лампы и юбки патрона. Сборка в обратном порядке. Нет света - следующий этап.

**Третий этап.** Снимают крышку или клавишу выключателя, отворачивая винт или нажимая фиксатор. Сухой не токопроводящий материал должен быть при этом под ногами (сухой деревянный пол, резиновый не влажный коврик и т.п.). Контакты выключателя замыкают, скажем, губками плоскогубцев, держа их за пластмассовые или резиновые чехлы, натянутые на рукоятки этих плоскогубцев. Одна или две отвертки с изолированными рукоятками помогут осуществить то же.

Появление света докажет неисправность выключателя. Его меняют при вывернутых электропробках или опущенных рукоятках автоматических выключателей на щитке, хотя люди с некоторым опытом делают это, не касаясь пробок или автоматических выключателей. Однако они непременно стоят на не проводящем электроток материале и соблюдают другое правила техники безопасности. В частности, чтобы исключить искрение между контактами выключателя и концами жил проводов, снимают с последних нагрузку, то есть снимают выключатель и ставят новый с клавишами, зафиксированными в положении "Выключено". Если это трудно определить, то выворачивают лампочку (или лампочки), когда выключатель соединен с люстрой...

---

**Четвертый этап.** Замыкание контактов выключателя не вызвало накала спирали лампы, поэтому приступают к очередному этапу ремонта. Два шурупа вывертывают из подрозетника. Патрон повисает на проводах, выходящих через отверстие в подрозетнике. Варианты возможны. Подрозетник отсутствует. Шурупы, крепящие патрон, заворачивают в пробки, дюбели, проволочные спирали. Провода проверяют в месте выхода из стены. Отверстие в стене иногда расширяют для качественного их испытания. Провода снимают с контактов патрона и колеблют их из стороны в сторону, перегибая приблизительно на 90°.

Хитрость провода заключена в том, что упругость пластмассовой оболочки-изоляции подчас скрывает излом жилы. Место провода, вызывающее подозрение, контролируют двояко. Так как провода к патрону поступают от розетки, то контрольной лампой и делают это. Один щуп контрольки вставляют в любое гнездо розетки, второй прикладывают к концу той или иной жилы. Выключатель оставляют во включенном состоянии. Когда контрольная лампа не вспыхивает, то щуп переставляют к концу другой жилы. Укладка проводов скрыта, и поэтому сразу не угадать, к какому проводу прижать щуп. Гнездо розетки тоже меняют.

Напоминаю, что контрольная лампочка горит только тогда, когда ее щупы на разноименных полюсах, на жилах с фазой и "землей", т.е. на разных цельных жилах проводки. Следовательно, если контрольная лампа "мертва", то возник излом жилы. Место излома, как ни странно, бывает у провода в борозде, где к нему никто не прикасается. Значит, частичный излом жилы возник или был еще при ее укладке, скажем, 10...20 лет назад. Электронагрузки на жилу и усугубили дефект. Иногда жилу перебивают гвоздем или разрывают сверлом электродрели.

Нет ничего опаснее, когда человек при этом стоит на токопроводящем материале и на его руках отсутствуют резиновые перчатки. Меньшую угрозу сулят щупы контрольной лампы. Ими следует касаться лишь нужных мест, не замыкая "по дороге" ненужные. Гарантией такой невозможности будут жилы, штыри или штифты, выступающие из-под изоляции всего на 1...1,5 мм. Контрольная лампа порой отсутствует. Настольная лампа ее временно заменит. Снимают вилку. Петельки жил выпрямляют и изолируют на излишней длине. Правда, разборка вилки и все последующее будут бесполезны, когда два провода шнура нельзя расплести.

Что же предпринять? Обойтись без контрольной лампы. Электрический метод определения места излома подменим операционным. Провод в обнаженном подозреваемом месте подвергнем операции. Перегиб провода, например, у выхода из стены нередко причина излома жилы. Причем если есть подрозетник, то и его снимают. Острым ножом в подозреваемом месте в продольном направлении снимают такой толщины "стружку", чтобы увидеть жилу. Сам надрез изоляции на длине 7...12 мм настолько ослабит ее упругость, что излом жилы вызовет провисание изоляции при колебаниях. Если надрез не обнаружил излома, то его аккуратно обертывают изоляционной лентой. Конечно, досадно, что операционный метод поиска излома неприменим для провода в бороздах стен.

**Пятый этап.** К нему приступают, когда контрольная лампа не вспыхнет хотя бы после проверки одного проводника. Поступление электротока в квартиру или индивидуальный дом прекращают. Электропробки выворачивают или опускают рукоятки автоматических выключателей на щитке. Отключение электротока проверяют включением люстры, бра и т.п. или индикатором. Отсутствие тока - сигнал к началу ремонта. Жила дефектного проводника от патрона уже отсоединена. Второй конец жилы, предположим, у розетки. Конструкции розеток разнообразны. Но контакты почти всех розеток открыты после съема крышки. Отворачивая контактный винт розетки, ослабляем прижим жилы и вынимаем ее. Этот конец жилы изолируют и отводят в сторону. Новый проводник, который

заменит дефектный в борозде, подбирают несколько значительнее по длине, чем скрытый. Недурно бы, чтобы по цвету он совпадал с окраской стены.

Многожильный проводник предпочтительнее. Он в данной ситуации никогда не будет переломан. Концы жилы или жил в многожильном проводе на длине 10...15 мм освобождают от изоляции и загибают в петли или оставляют спрямленными тычкообразными в зависимости от устройства контактов патрона и розетки. Итак, концы нового проводника зажимают в контактах. Если из патрона выкручена лампа, то ее возвращают на место. Электропробки вворачивают или поднимают рукоятки автоматических выключателей на щитке. Лампа должна загораться при нужном положении выключателя. Подачу тока снова прекращают. Патрон прикрепляют шурупами к подрозетнику или вкручивают шурупы в дюбели. Крышки розетки и выключателя возвращают на свои места так, чтобы они прижали растянутый по стене новый проводник.

**Шестой этап.** Лампа в патроне не вспыхнула после замены одного проводника между розеткой и патроном. Вина, следовательно, падает на проводники между выключателем и розеткой или выключателем и патроном. Совсем "худой" вариант, когда оба проводника с изломами жил. Это выяснит и докажет снова контрольная лампа. Крышки выключателя и розетки снова снимаем, если они одеты. Один щуп контрольной лампы вставляют в гнездо розетки, второй прикладывают к контакту выключателя. Когда контрольная лампа не реагирует, то второй щуп оставляют в том же положении, а первый щуп опускают в другое гнездо розетки.

Лампа не вспыхивает. Теперь второй щуп приставляют ко второму контакту выключателя. Если лампа по-прежнему темна, то первый щуп вынимают из гнезда розетки и вставляют в рядом находящееся иное гнездо. Все перемещения совершают с осторожностью! Только жилы щупов должны касаться металлических деталей! Темень контрольной лампы доказала излом жилы проводника между выключателем и розеткой. Новый проводник выбираем и подготавливаем по методике, указанной на предыдущем этапе. Вопрос лишь в том, между каким контактом выключателя и гнездом розетки его протянуть.

Если был заменен проводник между одним из гнезд розетки и непосредственно контактом патрона (пятый этап), то наш короткий проводник подсоединяют к другому гнезду розетки и к любому контакту выключателя при вывернутых пробках или опущенных рукоятках автоматических выключателей на щитке. Но проводник между гнездом розетки и непосредственно контактом патрона мог быть цел. Контрольная лампа тогда определит места его подсоединения в патроне и розетке.

**Седьмой этап.** Проводник между выключателем и патроном - последнее место возможного излома жилы. "Игра" со щупами контрольной лампы, предложенная вначале, здесь не нужна. Один щуп прикладывают к тому контакту, который не зажимает жилу проводника, направленного непосредственно к розетке. Второй щуп присоединяют к оставшемуся контакту выключателя, ибо один контакт уже занят жилой проводника от гнезда розетки. Клавиша выключателя при этом должна быть в таком положении, чтобы промежуточные детали выключателя замкнули его контакты.

Присутствие слабого света в последовательно соединенных лампах предохранителей или поднятых рукоятках автоматических выключателей подтвердит излом жилы. Пробки предохранителей выворачивают или опускают рукоятки автоматических выключателей вновь. Концы жилы дефектного скрытого проводника извлекают из-под контактов патрона и выключателя. Эти концы изолируют и позже прячут под крышку выключателя или основание патрона. Новый проводник подбирают и подготавливают по выше изложенной методике. Концы жилы этого проводника зажимают в



свободных контактах выключателя и патрона. Пробки предохранителей заворачивают или поднимают рукоятки автоматических выключателей. Лампа в патроне должна вспыхнуть.

Ток снова выключают. Патрон крепят к подрозетнику так, чтобы из-под основания выступал лишь новый проводник. Все оставшееся от натягивания этого проводника прячут под крышку выключателя или под основание патрона. Пуск тока в квартирную или домовую электросеть - последняя операция ремонта.

проектирование

## **СХЕМЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЗДАНИЙ СИСТЕМА УРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ**

Важное значение для обеспечения условий электробезопасности в конкретной электроустановке имеет выполнение системы уравнивания потенциалов.

Правила выполнения системы уравнивания потенциалов определены стандартом МЭК 364-4-41 и пп. 1.7.82, 1.7.83, 7.1.87, 7.1.88 ПУЭ 7-го изд. Эти правила предусматривают подсоединение всех подлежащих заземлению проводников к общей шине (рис. 3.9).

Такое решение позволяет избежать протекания различных непредсказуемых циркулирующих токов в системе заземления, вызывающих возникновение разности потенциалов на отдельных элементах электроустановки.

На рис. 3.10 приведен пример выполнения системы уравнивания потенциалов в электроустановке жилого дома.

ПУЭ 7-го издания (1999 г.) пп. 7.1.87, 7.1.88 предписывают устройство основной системы и системы дополнительного уравнивания потенциалов следующим образом.

п. 7.1.87. На вводе в здание должна быть выполнена система уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей:

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;
- стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;

металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования. Такие проводящие части должны быть соединены между собой на вводе в здание.

Рекомендуется по ходу передачи электроэнергии повторно выполнять дополнительные системы уравнивания потенциалов.

п. 7.1.88. К дополнительной системе уравнивания потенциалов должны быть подключены все доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток).

Для ванных и душевых помещений дополнительная система уравнивания потенциалов является обязательной и должна предусматривать, в том числе, подключение сторонних проводящих частей, выходящих за пределы помещений. Если отсутствует электрооборудование с подключенными к системе уравнивания потенциалов нулевыми защитными проводниками, то систему уравнивания потенциалов следует подключить к РЕ шине (зажиму) на вводе. Нагревательные элементы, замоноличенные в пол, должны быть покрыты заземленной металлической сеткой или заземленной металлической оболочкой, подсоединенными к системе уравнивания потенциалов. В качестве дополнительной защиты для нагревательных элементов рекомендуется использовать УЗО на ток 30 мА.

Не допускается использовать для саун, ванных и душевых помещений системы местного уравнивания потенциалов.

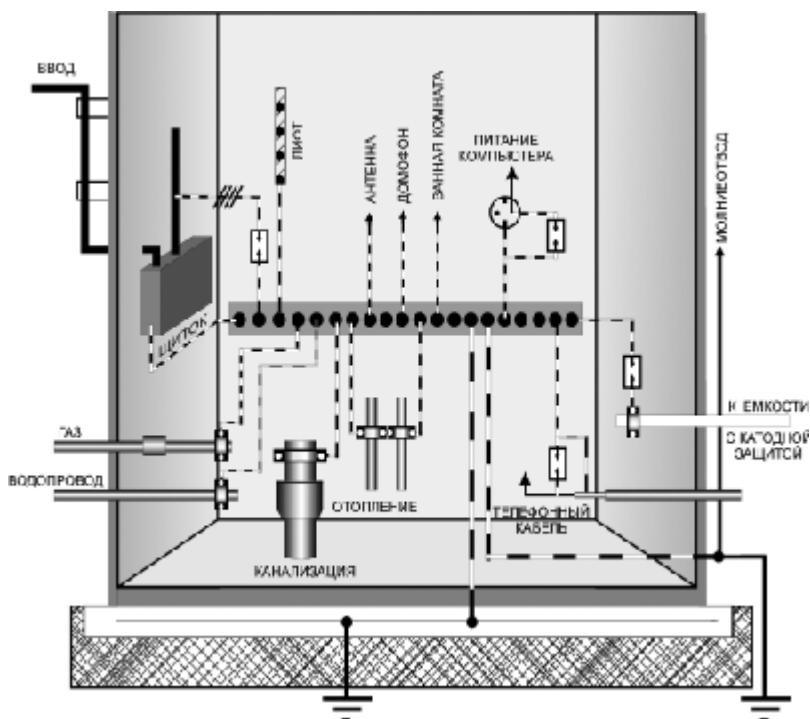


Рис. 3.9. Пример выполнения системы уравнивания потенциалов

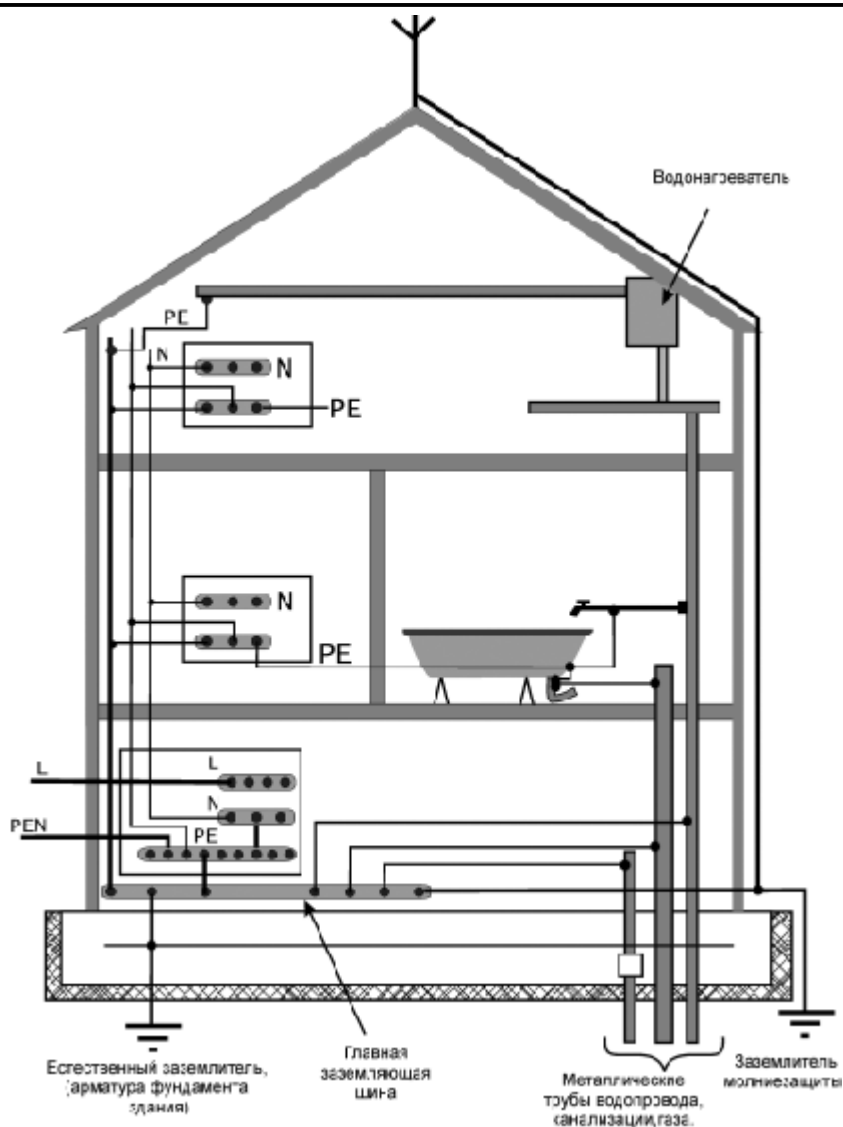


Рис. 3.10. Пример выполнения уравнивания потенциалов в электроустановке здания с системой TN-C-S

ПУЭ 7-го издания (2002 г.) п.п. 1.7.82, 1.7.83 предписывают устройство основной системы и системы дополнительного уравнивания потенциалов следующим образом:

п. 1.7.82. **Основная система** уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части:

- 1) нулевой защитный PE- или PEN-проводник питающей линии в системе TN;
- 2) заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству электроустановки, в системах IT и TT;

3) заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если есть заземлитель);

4) металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т.п.

Если трубопровод газоснабжения имеет изолирующую вставку на вводе в здание, к основной системе уравнивания потенциалов присоединяется только та часть трубопровода, которая находится относительно изолирующей вставки со стороны здания;

5) металлические части каркаса здания;

6) металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования. При наличии децентрализованных систем вентиляции и кондиционирования металлические воздуховоды следует присоединять к шине РЕ щитов питания вентиляторов и кондиционеров;

7) заземляющее устройство системы молниезащиты 2-й и 3-й категорий;

8) заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если такое имеется и отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к заземляющему устройству защитного заземления;

9) металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке их ввода в здание.

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов.

п. 1.7.83. **Система дополнительного** уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, включая защитные проводники штепсельных розеток.

Для уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники либо открытые и сторонние проводящие части, если они удовлетворяют требованиям п. 1.7.122 ПУЭ к защитным проводникам в отношении проводимости и непрерывности электрической цепи.

В последнее время, с повышением оснащенности современных жилых домов и производственных зданий различными электроприборами и постоянным развитием их электроустановок все чаще стали наблюдаться явления ускоренной коррозии трубопроводов систем водоснабжения и отопления. За короткое время — от полугода до двух лет на трубах как подземной, так и воздушной прокладки образуются точечные свищи, быстро увеличивающиеся в размерах.

Причиной ускоренной точечной (питтинговой) коррозии труб в 98 % случаев является протекание по ним блуждающих токов.

Применение УЗО в комплексе с правильно выполненной системой уравнивания потенциалов позволяет ограничить и даже исключить протекание токов утечки, блуждающих токов по проводящим элементам конструкции здания, в том числе и по трубопроводам.

Источник информации: <http://www.uzo.ru/>

Нормативные документы

## Молниезащита зданий

<b>ДСТУ 3680-98</b>	Система молниезащиты: внешняя и внутренняя (молниеприемники и молниеспуски, разрядники, заземление, экранирование помещений, сближение, молниезащитное уравнивание потенциалов)
<b>ДСТУ 3681-98</b>	
<b>ГОСТ 27049</b>	
<b>СО-153-34.21.122-2003</b>	
<b>ENV 61024-1</b>	
<b>IEC 1024-1</b>	
<b>DIN 17440</b>	Материалы
<b>DIN 48801</b>	Использование материалов
<b>DIN 48820</b>	Обозначение деталей МЗ
<b>DIN VDE 0100\444</b>	Измерения защиты. Защита в случае перенапряжений. Защита от электромагнитного влияния при установке в зданиях.
<b>DIN V VDE 0100\534</b>	Электрическое оборудование здания. Выбор и монтаж оборудования. Приборы защиты от перенапряжения
<b>DIN VDE 0100\540</b>	Монтаж установок свыше 1000 В. Выбор и монтаж электрического оборудования. Проводники: защиты, заземления, уравнивания потенциалов.
<b>DIN VDE\610</b>	Монтаж установок свыше 1000 В. Тестирование, начальное тестирование
<b>DIN VDE 0110\1</b>	Координация изолирования для электрического оборудования в низковольтных установках. Часть 1. Основные требования и тестирование.
<b>DIN VDE 0185\1</b>	Установка системы молниезащиты. Основные положения связанные с монтажом.
<b>DIN VDE 0185\2</b>	Установка системы молниезащиты. Монтаж специальных установок.
<b>DIN V VDE 0185\100</b>	Соглашение для системы молниезащиты зданий. Основные положения.
<b>VDE 0115</b>	Соединение установок заземления и молниезащиты зданий.
<b>DIN VDE 0185\1,2</b>	Сооружение и контроль за молниезащитными системами.
<b>DIN VDE 0185\100</b>	Методика расчета класса молниезащиты.
<b>DIN 0185\110</b>	Нормы и технические правила испытаний системы молниезащиты.
<b>DIN V ENV 61024-1</b>	Структура систем молниезащиты. Основные положения.



### Внешняя молниезащита

<b>IEC 61024-1</b>	Защита от удара молнии. Часть 1. Основные положения.
<b>IEC 61024-1 1990-03</b>	Защита от удара молнии. Часть 1. Основные положения.
<b>DIN VDE 0185 \\ 201</b>	Испытания соединительных элементов
<b>DIN 48803</b>	Размеры и монтаж молниеотводов

### Заземление

<b>DIN VDE 0855</b>	Заземление антенных установок
<b>DIN EN 50114</b>	Материалы и минимумы заземлителей относительно коррозии
<b>DIN 48802</b>	Земляные вводы для молниеотводов
<b>DIN 18014</b>	Заземлители фундамента

### Внутренняя молниезащита и уравнивание потенциалов

<b>DIN VDE 0190</b>	Требование по УП
<b>DIN VDE 0675</b>	Требования по внутренней защите и УП
<b>DIN EN 50083</b>	Кабельные сети для теле- и аудио- сигналов
<b>DIN VDE 0100 \\ 443</b>	Монтаж установок до 1000 В. Измерения защиты: защита от перенапряжений в результате атмосферных явлений.
<b>DIN VDE 0185 \\ 103</b>	Защита от электромагнитных импульсов. Часть 1. Основные положения.
<b>DIN VDE 0675 \\ 6</b>	Разрядники для использования в линиях переменного тока от 100 до 1000 В.
<b>DIN VDE 0845 \\ 1, 2</b>	Защита телекоммуникаций от молний, статических зарядов и перенапряжений. Измерения перенапряжений.
<b>DIN EN 60099-1</b>	Разрядники с нелинейными резисторами и варисторами в линиях переменного тока.
<b>IEC 60364-5-534</b>	Выбор и монтаж электрического оборудования. Монтаж системы защиты от перенапряжений.
<b>IEC 61643-1 1998</b>	Разрядники в низковольтных системах.
<b>РД 34.21.122-87</b>	Соединения для выравнивания потенциала.
<b>МЭК 60099-5</b>	Устройства защиты от перенапряжений.
<b>МЭК 61643-21</b>	Устройство и эксплуатация телекоммуникационных систем.
<b>DIN 18015</b>	Планирование электрических помещений в жилых домах.

Источник информации: <http://www.intherm.ru/>

### Бесплатное электронное издание

### "Золотая коллекция электротехнической литературы"

Справочник содержит аннотации на 150 книг электротехнической тематики с прямыми ссылками на магазины, где их можно приобрести с доставкой по почте. Все книги разбиты тематически на 14 категорий. Удобная система поиска по названию и по тексту.

**Загрузите электронный справочник прямо сейчас >>>**

[www.electrolibrary.narod.ru/goldbooks.htm](http://www.electrolibrary.narod.ru/goldbooks.htm)

## **ИБП с двойным преобразованием энергии малой и средней мощности: схемотехника и технические характеристики**

*В статье особенности современной **схемотехники ИБП с двойным преобразованием** малой и средней мощности. Приводится сравнение технических характеристики ИБП ряда известных производителей.*

**Источники бесперебойного питания (ИБП / UPS)** предназначены для защиты электрооборудования пользователя от любых неполадок в сети, включая искажение или пропадание напряжения сети, а также подавления высоковольтных импульсов и высокочастотных помех, поступающих из сети. Разнообразие топологии и структурное построение **ИБП** рассмотрены в ряде работ [1], [2], [8].

**ИБП** с двойным преобразованием энергии обладает наиболее совершенной технологией по обеспечению качественной электроэнергией без перерывов в питании нагрузки при переходе с сетевого режима (питание нагрузки энергией сети) на автономный режим (питание нагрузки энергией аккумуляторной батареи), и наоборот. Обеспечивая синусоидальную форму выходного напряжения, такие **ИБП** используются для ответственных потребителей электроэнергии, предъявляющих повышенные требования к качеству электропитания (сетевое оборудование, файловые серверы, рабочие станции, персональные компьютеры, оборудование вычислительных и телекоммуникационных залов, системы управления технологическим процессом и т.д.). Современные **ИБП** малой и средней мощности, в отличие от классической схемы "выпрямитель - инвертор", содержат в своей структуре корректор коэффициента мощности, обеспечивающий входной коэффициент мощности, близкий к единице, и практически синусоидальную форму тока, потребляемого из сети [1].

Встречающийся в последнее время термин "**ИБП с тройным преобразованием**" [9] может ввести в заблуждение читателя о якобы новой топологии **ИБП**. На самом деле, речь идет о дополнительном преобразовании нестабильного напряжения постоянного тока в стабильное повышенное напряжение постоянного тока для питания инвертора, присутствующем в структурах **ИБП** с корректором коэффициента мощности. В соответствии с международным стандартом [2], такие структуры также относятся к **ИБП с двойным преобразованием энергии (Double-Conversion UPS)**.

В зависимости от состояния сети и величины нагрузки, **ИБП с двойным преобразованием** может работать в различных режимах: сетевом, автономном, Байпас и других.

**Сетевой режим** - режим питания нагрузки энергией сети. При наличии сетевого напряжения в пределах допустимого отклонения, и нагрузки, не превышающей максимально допустимую, **ИБП** работает в сетевом режиме. При этом режиме осуществляется:

- фильтрация импульсных и высокочастотных сетевых помех;

- преобразование энергии переменного тока сети в энергию постоянного тока с помощью выпрямителя и схемы коррекции коэффициента мощности;
- преобразование с помощью инвертора энергии постоянного тока в энергию переменного тока со стабильными параметрами;
- подзаряд АБ с помощью зарядного устройства.

**Автономный режим** - режим питания нагрузки энергией аккумуляторной батареи. При отклонении параметров сетевого напряжения за допустимые пределы или при полном пропадании сети **ИБП** мгновенно переходит на автономный режим питания нагрузки энергией аккумуляторной батареи (АБ) через повышающий преобразователь DC/DC и инвертор. При восстановлении напряжения сети **ИБП** автоматически перейдет в сетевой режим.

**Режим Байпас** - питание нагрузки напрямую от сети. Если в сетевом режиме происходит перегрузка или перегрев **ИБП**, а также, если один из узлов **ИБП** выходит из строя, то нагрузка автоматически переключается с выхода инвертора напрямую к сети. При снятии причин перехода в Байпас (перегрузки или перегрева) **ИБП** автоматически возвращается в нормальный сетевой режим с двойным преобразованием энергии.

Отметим, что в режиме Байпас нагрузка не защищена от некачественного напряжения сети.

**Режим заряда батареи** возникает при наличие сетевого напряжения. Зарядное устройство обеспечивает заряд аккумуляторной батареи, независимо от того, включен ли инвертор или присутствует режим Байпас.

**Режим автоматического перезапуска ИБП** возникает при восстановлении сетевого напряжения, если до того ИБП работал в автономном режиме и был автоматически отключен внутренним сигналом во избежание недопустимого разряда батареи. После появления входного напряжения **ИБП** автоматически включится и перейдет на сетевой режим.

**Режим холодного старта** обеспечивает включение **ИБП** для работы в автономном режиме при отсутствие сетевого напряжения путем нажатия на кнопку ВКЛ инвертора.

Среди производителей **ИБП** с двойным преобразованием энергии получил распространение следующий ряд номинальных мощностей [3],[4]:

- однофазные ИБП малой мощности: 1; 1,5; 3 кВА;
- однофазные ИБП средней мощности: 6, 10, 15, 20 кВА;
- ИБП с трехфазным входом и однофазным выходом средней мощности: 10,15,20,30 кВА;
- трехфазные ИБП средней мощности: 10, 15, 20, 30 кВА;
- трехфазные ИБП большой мощности: более 30 кВА.

Остановимся на рассмотрении особенностей схемотехники силовых цепей современных однофазных ИБП малой и средней мощности, на примере ИБП, выпускаемых рядом зарубежных (Liebert [11] , Invensys [12], Chloride [13], Riello [14]) и отечественным (Тэнси-Техно [15]) производителями.

Общепринятые производителями структурные схемы силовой цепи ИБП представлены на рисунках 1 и 2.

В состав ИБП малой мощности входит основной комплект плат, состоящий из силовой платы, плат входного и выходного фильтров, платы управления и платы дисплея.

Силовая плата содержит силовые узлы: ККМ-В, ИНВ, ППН, ЗУ (рис.1), обеспечивающие работу **ИБП** в сетевом и автономном режимах.

Платы входного и выходного фильтров обеспечивают подавление выбросов сетевого напряжения при переходных процессах и осуществляют фильтрацию высокочастотных коммутационных помех.

Плата управления обеспечивает необходимый алгоритм работы силовой платы **ИБП**, тестирование состояния, мониторинг и управление ИБП. Плата управления стыкуется разъемами с силовой платой и с платой дисплея. Все цепи ПУ изолированы от высоковольтного напряжения, присутствующего на силовой плате. По функциональному назначению состав ПУ может быть разбит на следующие узлы:

- центральный микроконтроллер (МК);
- узел формирования ШИМ сигналов для управления силовыми транзисторами инвертора;
- узел согласования входных и выходных сигналов;
- узел согласования сигналов индикации и управления платой дисплея;
- узел формирования сигналов по интерфейсу RS-232;
- вспомогательный источник питания цепей ПУ.

В качестве центрального МК может быть использован микроконтроллер типа MC68HC711 [10], на входы которого поступают аналоговые и цифровые сигналы измерения электрических параметров системы и состояния узлов **ИБП**.

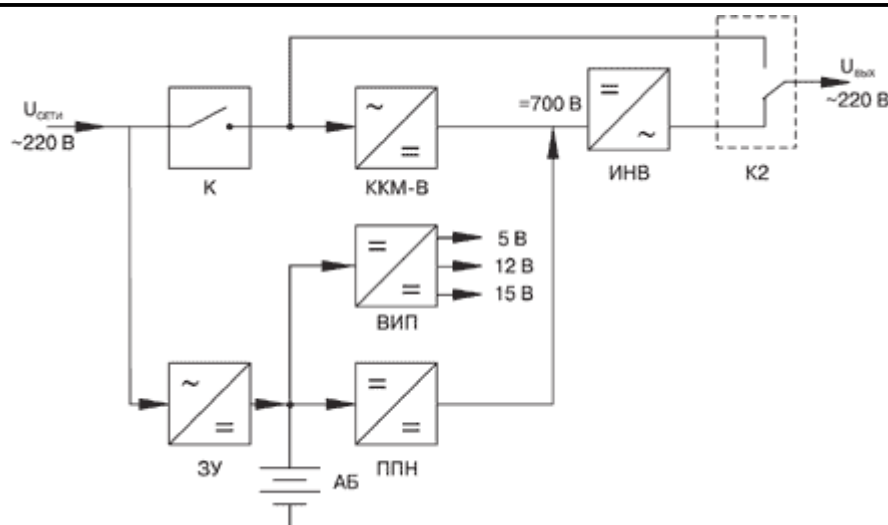
МК обеспечивает:

- обработку аналоговой и цифровой информации о состоянии блоков силовой платы и режимов их работы;
- формирование сигналов управления блоками силовой платы;
- формирование сигналов информации о состоянии системы на плату дисплея и порт RS-232.

Помимо МК, наиболее ответственным узлом на плате управления является формирователь ШИМ-сигналов для управления транзисторами инвертора **ИБП**, реализованный на дискретных аналоговых элементах.

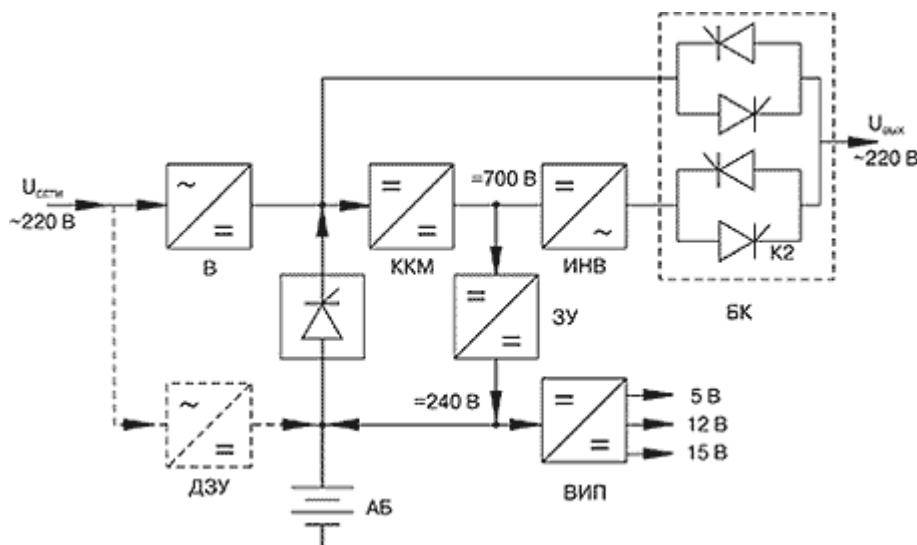
Плата дисплея содержит ряд светодиодов для индикации режимов работы **ИБП** и кнопки включения / выключения инвертора силовой платы. В некоторых моделях **ИБП** используются ЖК-дисплеи для отображения электрических параметров и состояния **ИБП**.

В составе **ИБП** возможно также наличие дополнительной платы зарядного устройства, обеспечивающей заряд внешней аккумуляторной батареи (АБ) повышенной емкости при работе **ИБП** в сетевом режиме.



**Рис.1 Структурная схема ИБП малой мощности:**

ККМ-В - корректор коэффициента мощности - выпрямитель, ИНВ- инвертор, ППН - преобразователь постоянного напряжения, ЗУ - зарядное устройство, ВИП - вторичный источник питания, АБ - аккумуляторная батарея, К1, К2 - реле блока коммутации.



**Рис.2 Структурная схема силовой цепи ИБП средней мощности:**

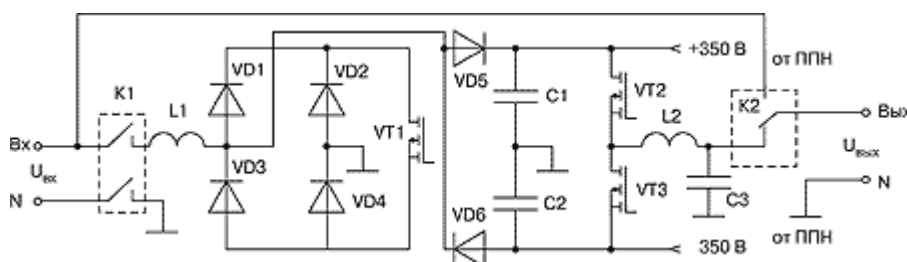
ККМ - корректор коэффициента мощности, В - выпрямитель, ИНВ - инвертор, ЗУ - зарядное устройство, ВИП - вторичный источник питания, АБ - аккумуляторная батарея, БК - блок коммутации, ДЗУ - дополнительная плата зарядного устройства.

В ИБП средней мощности из состава силовой платы выделяют несколько силовых узлов, содержащих силовые дроссели, накопительные конденсаторы, плату коммутации (Байпас), плату зарядного

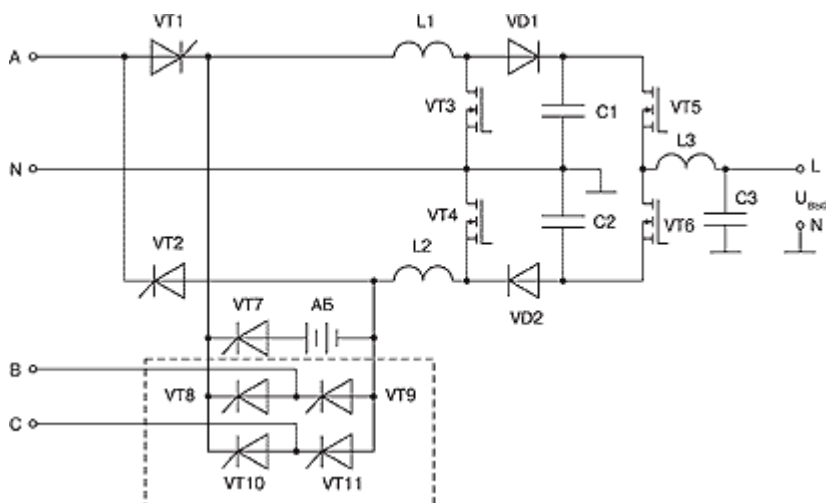


устройства. Структурная схема силовой цепи **ИБП** средней мощности отличается от **ИБП** малой мощности применением двухтактной схемы ККМ, статическим блоком коммутации, выполненным на тиристорах, и цепью подключения АБ с помощью тиристора (см. рис.2). Принципиальной особенностью структуры **ИБП** средней мощности является то, что повышение напряжения аккумуляторной батареи (АБ) для питания инвертора осуществляется с помощью ККМ, исключая использование дополнительного преобразователя постоянного напряжения (ППН), по сравнению со структурой **ИБП** малой мощности. Это позволяет повысить общий К.П.Д. **ИБП**.

Рассмотрим более подробно некоторые особенности принципиальных схем узлов силовой цепи **ИБП**. Принципиальные схемы силовой цепи **ИБП** малой и средней мощности приведены на рисунках 3 и 4.



**Рис.3** Принципиальная схема силовой цепи **ИБП** малой мощности.



**Рис.4** Принципиальная схема силовой цепи **ИБП** средней мощности

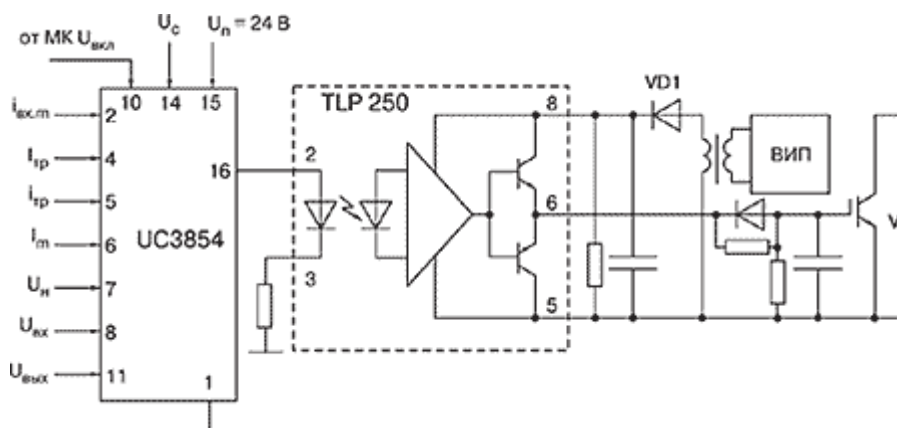
Назначение и описание узлов силовой цепи **ИБП**

**1. Выпрямитель и корректор коэффициента мощности (ККМ-В)** выполняет три функции:

- осуществляет преобразование напряжения сети переменного тока в стабилизированное напряжение постоянного тока, обеспечивая питание инвертора стабильным напряжением постоянного тока 700 - 800 В;

- обеспечивает потребление из сети входного тока, совпадающего по фазе с напряжением сети, и практически синусоидальной формы, в независимости от характера нагрузки ИБП, что позволяет иметь входной коэффициент мощности близким к единице;
- обеспечивает мягкий старт для уменьшения пускового входного тока ИБП.

Высокочастотный ККМ в ИБП малой мощности выполнен по схеме повышающего преобразователя (бустера) с дифференциальным выходом и силовым дросселем L1, включенным во входную цепь переменного тока [5]. Силовой транзистор ККМ VT1 (см. рис.3) управляется сигналом с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Формирование ШИМ сигнала с частотой 20 кГц осуществляет специализированная микросхема ККМ контроллера типа UC 3854 [17]. На входы ККМ контроллера поступают сигналы, пропорциональные входному напряжению ( $u_{вх}$ ), входному току ( $i_{вх}$ ), напряжению на выходе ККМ ( $U_{вых}$ ), максимальным значениям тока транзистора ( $I_{тр}$ ) и входного тока ( $I_m$ ), номинальному выходному напряжению ККМ ( $U_{ном}$ ) (см. рис.5). Кроме этих сигналов, на микросхему ККМ контроллера поступает напряжение питания ( $U_n=24$  В), сигнал синхронизации ( $U_c$ ) и сигнал управления (вкл/выкл) ККМ ( $U_{вкл}$ ) от центрального микропроцессора платы управления ИБП. Контроллер ККМ вырабатывает ШИМ-сигналы с тактовой частотой 20 кГц и различной скважностью на каждом полупериоде сетевого напряжения, что позволяет формировать входной ток необходимой формы и стабилизировать выходное напряжение.



**Рис.5** Схема управления силовым транзистором ККМ

За счет изменения соотношения времени открытого состояния транзистора, когда в дросселе запасается электромагнитная энергия  $W_L$ :

$$W_L = \frac{L \times I_m^2}{2} \quad (1)$$

и времени закрытого состояния транзистора, когда накопленная энергия через диод VD5 (VD6 рис.3) отдается в накопительный конденсатор, ККМ обеспечивает форму входного тока, близкую к синусоидальной, и совпадающей по фазе с входным напряжением. Сигнал ШИМ с контроллера поступает на затвор IGBT транзистора через узел сопряжения (оптопару типа TLP 250 [18]), обеспечивающий необходимое усиление сигнала и гальваническую развязку цепи управления и силовой цепи транзистора (рис.5). Питание узла сопряжения в ИБП малой мощности осуществляется от одной из обмоток высокочастотного трансформатора блока зарядного устройства с помощью диода

VD1. В ИБП средней мощности питание узла сопряжения обеспечивает блок ВИП. На накопительных конденсаторах шины постоянного тока C1, C2 (см. рис.3,4) формируется высоковольтное стабилизированное постоянное напряжение для питания инвертора  $U_n = 700 - 800$  В.

Коэффициент передачи по напряжению повышающего преобразователя (бустера) в режиме непрерывного тока дросселя достигает значения 4 [7]. Это обеспечивает широкий диапазон допустимого входного напряжения, при котором ИБП не переходит в автономный режим. Значения допустимых отклонений входного напряжения (сети) и значения напряжений питания инвертора для различных моделей ИБП приведены в таблице №1.

**Таблица №1 Допустимый диапазон входных напряжений и параметры цепей постоянного тока ИБП малой и средней мощности.**

Производитель	Модель ИБП	Номинал. мощность кВА	Напряжение АБ, В	Входное напряжение, В	Диапазон нагрузки, %	Напряжение DC шины, В
Powerware	PW9120	1/1,5/3	36/48/96	160-276	66-100	н/д
				140-276	33-66	
				120-276	0-33	
		5/6	240	184-276	75-100	
				160-276	50-75	
				140-276	25-50	
	PW9150	8/10/12/15	288	176-276	0-100	
Liebert	GXT-2U	1/3	48/72	160-280	70-100	750
				140-280	30-70	
				120-280	0-30	
	GXT	6 / 10	240	187-276	90-100	750
				163-276	30-90	
				122-276	0-30	
	Nfinity	4/ 8 / 12/ 16	120	170-276	60-100	800
				140-276	0-60	
Hinet (3/1)	10/15/20/30	384	300-480	0-100	750	
Тэнси-Техно	ДПК	1/3	36/96	160-300	70-100	700
				140-300	50-70	
				120-300	0-50	
	ДПК (3/1)	10 /15 /20	240	176-276	0-100	760
304-478				0-100		

Величина емкости накопительных конденсаторов  $C_1 = C_2$  выбирается из расчета 470 мкФ на каждый 1кВА выходной мощности инвертора для обеспечения достаточной энергии питания инвертора при скачках нагрузки и провалах сетевого напряжения.

Рассмотрим на примере ИБП 3 кВА значение электрической энергии, запасаемой в накопительных конденсаторах ККМ. Эквивалентная емкость последовательно включенных конденсаторов составит:

$$C_{\text{эк}} = 0,5 \times C_1 = 0,5 ( 470 \text{ мкФ/кВА} \times 3 \text{ кВА} ) = 705 \text{ мкФ}$$

При напряжении  $U_{\text{п}} = 700 \text{ В}$  имеем:

$$W = \frac{C_{\text{эк}} \times U_{\text{п}}^2}{2} = 173 \text{ Дж} \quad (2)$$

Эта энергия за период выходного напряжения  $T=0,02$  сек может обеспечить мощность нагрузки более 8,5 кВА. Значительный запас энергии питания инвертора и высокое быстродействие его системы управления обеспечивают высокие динамические свойства ИБП. Значения динамических параметров: величина отклонения выходного напряжения от номинального значения и время восстановления статической точности поддержания выходного напряжения при 100% набросе (сбросе) нагрузки для ИБП малой и средней мощности приведены в таблице №2.

**Таблица №2 Динамические показатели ИБП малой и средней мощности.**

Производитель	Модель ИБП	Номинальная мощность, кВА	Статическая точность, %	Динамическая точность, %	Время восстановл., мс
Chloride	Synthesis Twin	6 - 20	±1	±5	5
Powerware	PW9120	1 - 3	±3	±7	н/д
	PW9150	8 - 15	±2	±5	
Liebert	GXT	1 - 10	±3	±7	90
	Nfinity	4 - 16	±3	±7	96
	Hinet	10 - 30	±1	±5	30
Riello	MDM	10 - 20	±1	±5	10
Тэнси-Техно	ДПК	1; 3	±2	±5	10
		6; 10	±3	±7	20

В отличие от **ИБП** малой мощности, в **ИБП** средней мощности выпрямитель выполняется на тиристорах VT1, VT2 (рис.4), обеспечивающих включение выпрямителя по сигналу с платы управления в режиме двойного преобразования и его отключение в автономном режиме или неисправностях силовых элементов силовой цепи **ИБП**.

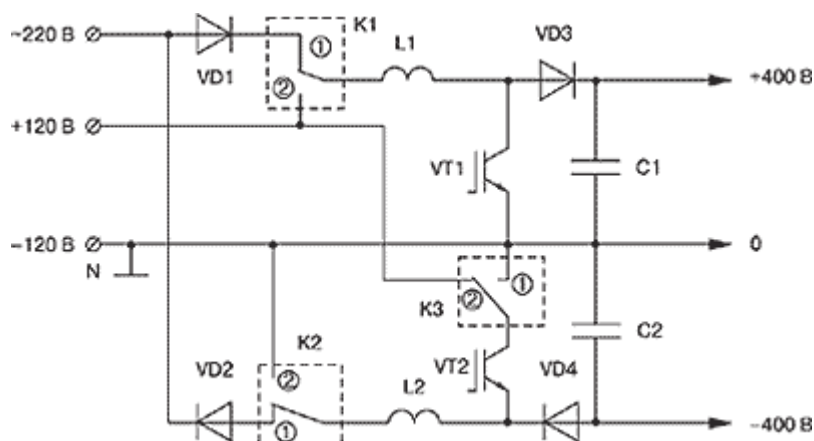
Высокочастотный ККМ в **ИБП** средней мощности выполняется по дифференциальной схеме повышающего преобразователя на двух силовых транзисторах VT3, VT4 с использованием двух дросселей L1, L2, включенных в цепи постоянного тока (рис.4) [5]. Каждый транзистор управляется

от собственного ККМ контроллера типа UC3854, функционирующего аналогично ККМ контроллеру в структуре **ИБП** малой мощности. С помощью транзистора положительного бустера (VT3) обеспечивается повышение и стабилизация напряжения на положительной шине в течение одного полупериода сетевого напряжения, а с помощью транзистора отрицательного бустера (VT4) в течение другого полупериода происходит повышение и стабилизация выходного напряжения ККМ на отрицательной шине относительно общей шины.

Аккумуляторная батарея (АБ) в **ИБП** средней мощности подключается на вход ККМ через тиристор VT7 (рис.4), что обеспечивает разделение цепи заряда АБ от ЗУ в сетевом режиме работы **ИБП** и мгновенное подключение АБ на вход ККМ в автономном режиме. Номинальные напряжения аккумуляторных батарей для различных моделей **ИБП** приведены в таблице № 1.

Снижение номинального напряжения АБ до 120 В в **ИБП** средней мощности на примере модели Nfinity (Liebert) достигается дополнительной коммутацией в силовой цепи ККМ с помощью двухпозиционных реле K1, K2, K3 (рис.6)[6]. Указанные реле переключаются сигналами с блока управления **ИБП**. В сетевом режиме контакты реле находятся в положении 1, подключая силовые транзисторы на вход выпрямителя аналогично схеме ККМ на рис.4.

АБ имеет общую точку подключения минуса батареи к общей шине (нейтрали сети). В автономном режиме контакты реле находятся в положении 2 и реле K1 подключает плюс батареи к силовому транзистору VT1 положительного бустера ККМ, а реле K2, K3 подключают соответственно плюс и минус АБ к силовому транзистору VT2 отрицательного бустера ККМ.



**Рис.6** Схема ККМ с пониженным значением напряжения АБ.

Дополнительный выпрямительный мост, выполненный на тиристорах VT8, VT9, VT10, VT11 (рис.4), используется при трехфазном входе **ИБП** средней мощности.

**2. Инвертор (ИНВ)** преобразует напряжение постоянного тока в синусоидальное напряжение 50 Гц.

Блок инвертора выполняется по полумостовой бестрансформаторной схеме на IGBT транзисторах VT2, VT3 в **ИБП** малой мощности (рис.3) и VT5, VT6 в **ИБП** средней мощности (рис.4). Силовые транзисторы управляются высокочастотными (20 кГц) ШИМ сигналами с платы управления через оптопары (TLP 250), которые изолируют силовые цепи от цепей управления. Широтно-импульсная

модуляция сигналов осуществляется по синусоидальному закону, что обеспечивает с помощью быстродействующей системы управления инвертором высокую точность выходного напряжения. Синусоидальное выходное напряжение формируется из высокочастотных ШИМ импульсов с помощью выходного фильтра L2, C3 (рис.3), L3, C3 (рис.4).

Как правило, силовые IGBT транзисторы инвертора выбирают из условия тройного запаса по току по сравнению с номинальной величиной тока нагрузки. Это позволяет иметь высокие перегрузочные способности ИБП и ток короткого замыкания инвертора в пределах 150-200%. Термозащита силовых транзисторов реализуется с помощью сигнала с релейного датчика температуры (80-90 °С). Указанный сигнал поступает на центральный микроконтроллер (МК) платы управления. МК подсчитывает время, в течение которого транзисторы не выйдут из строя из-за перегрева, после чего выдает сигнал на отключение инвертора и переключение нагрузки на Байпас. Затем МК просчитывает время охлаждения транзисторов, чтобы не дать возможности включения инвертора сразу после окончания первой перегрузки. Если нагрузка продолжает оставаться в пределах 110-120% от номинальной, то по окончании просчета заданного времени охлаждения (2-4 мин.) МК выдает сигнал на повторное включение инвертора и т.д. При больших значениях перегрузки МК через определенное время выдаст сигнал переключения нагрузки на Байпас и повторное включение инвертора будет возможно лишь после снятия перегрузки.

Перегрузочные способности **ИБП** являются одним из важных потребительских показателей, т.к. позволяют оптимально выбирать номинальную мощность **ИБП** при подключении нагрузок, обладающих большими пусковыми токами или при использовании **ИБП** в технологических процессах с кратковременными периодическими пиковыми нагрузками. В таблице №3 приведены характерные для современных **ИБП** малой и средней мощности перегрузочные показатели инвертора и режима Байпас.

Производитель	Модель ИБП	Номинальная мощность, кВА	Инвертор		Байпас			
			Перегрузка, %	Время перегрузки, с	Перегрузка, %	Время перегрузки, с		
Powerware	PW9120	1 - 6	125	60	1000	0,02		
			150	10				
	PW9150	8 - 15	125	60				
			150	10				
Liebert	GXT	6 - 10	130	10	н/д	н/д		
			200	0,16				
	Nfinity	4 - 16	125	600				
			150	20				
			200	0,25				
	Hinet	10 - 30	125	600			150	1800
			150	10			1000	0,1
			300	0,1				
Riello	MDM	10 -20	125	600	н/д	н/д		
			150	60				



Тэнси-Техно	ДПК	1 - 3	110	30	н/д	н/д
			130	10		
			150	0,2		
		6 - 10	130	600		
			150	60		

**3. Преобразователь DC/DC (ППН) в ИБП** малой мощности обеспечивает повышение и стабилизацию напряжения аккумуляторной батареи (АБ) до уровня, необходимого для надежной работы инвертора в автономном режиме. Принципиальная схема ППН представляет собой двухтактный дифференциальный высокочастотный преобразователь на двух группах параллельно включенных силовых транзисторов и высокочастотном трансформаторе, мощность которого с учетом потерь в инверторе должна превышать выходную мощность **ИБП**. Транзисторы управляются сигналами (30 кГц) с микросхемы ШИМ контроллера типа UC 3525 [16], который в свою очередь получает сигналы разрешения работы с платы управления **ИБП** и сигнал о величине высоковольтного напряжения питания инвертора.

К дифференциальной выходной обмотке высокочастотного трансформатора подключены две группы диодов, обеспечивающие выпрямление и формирование на конденсаторах С1, С2 (рис.3) высоковольтного напряжения постоянного тока +350, -350 В относительно общей шины для питания инвертора в автономном режиме работы **ИБП**.

**4. Зарядное устройство (ЗУ)** обеспечивает заряд АБ при работе **ИБП** в сетевом режиме. В качестве АБ используются последовательно включенные герметичные (необслуживаемые) свинцово-кислотные аккумуляторы. Максимальное выходное напряжение ЗУ устанавливается из условия 2,3 В/ячейка. ЗУ в ИБП малой мощности получает питание непосредственно от сети через собственный выпрямительный мост и сглаживающую емкость. Кроме заряда батареи, ЗУ обеспечивает питание ВИП в сетевом режиме и питание обмотки управления реле К1 (рис.3). Принципиальная схема ЗУ выполняется на одноконтурном высокочастотном преобразователе (30 кГц), содержащим силовой транзистор и высокочастотный трансформатор. Управление силовым транзистором осуществляется сигналом с микросхемы ШИМ контроллера типа UC 3845 [16].

В **ИБП** средней мощности основное зарядное устройство (ЗУ) подключено к шине стабильного высоковольтного напряжения постоянного тока и выполнено по схеме DC/DC преобразователя (рис.2). ЗУ выполняется по схеме двухтактного дифференциального высокочастотного преобразователя с частотой коммутации силовых транзисторов 20-30 кГц. Использование стабильного высоковольтного напряжения 700-800 В с выходных шин ККМ позволяет получить высокий к.п.д. ЗУ. В **ИБП** мощностью 6 - 10 кВА такое зарядное устройство обеспечивает зарядный ток 3-4 А при номинальном напряжении АБ 240 В. При наличии дополнительной внешней аккумуляторной батареи (АБ) используется дополнительное зарядное устройство (ДЗУ), выполняемое по схеме AC/DC преобразователя и подключенное к сети.

**5. Блок коммутации (Байпас)** автоматически обеспечивает цепь подключения нагрузки непосредственно к сети при аномальных режимах работы **ИБП** (перегрузке, перегреве, выходе из строя одного из узлов **ИБП**). Двухпозиционное реле К2 в **ИБП** малой мощности (рис.1) срабатывает от сигнала с платы управления и обеспечивает переключение выхода **ИБП** с инвертора на сеть (режим Байпас) и наоборот. Контакты входного реле К1 блока коммутации замыкаются при наличии

напряжения с блока ЗУ при подключении **ИБП** к сети и сигнала разрешения от платы управления, который возникает, если подтверждается, что входное напряжение и другие системные параметры **ИБП** находятся в норме.

В **ИБП** средней мощности блок коммутации выполняется на тиристорах, осуществляющих по сигналу с платы управления переключение нагрузки с выхода инвертора на сеть и наоборот.

**6. Вторичный источник питания (ВИП)** формирует ряд низковольтных напряжений постоянного тока (5, 12, 15, 24 В) для обеспечения питанием различных цепей систем управления блоков силовой платы, питание платы управления и вентиляторов. Питание блока ВИП осуществляется от ЗУ при сетевом режиме или от батареи при автономном режиме.

Принципиальная схема ВИП выполняется на однотактном высокочастотном преобразователе. Выход из строя ВИП приводит к общей неисправности **ИБП** и переключение нагрузки на Байпас.

Системные показатели **ИБП**

В таблице №4 отражен ряд системных показателей **ИБП** малой мощности со средним временем резерва 6-8 мин. при 100% нагрузке за счет встроенных аккумуляторных батарей. Здесь приведены габариты корпусов **ИБП**, удельные мощности и энергетические показатели.

Удельная мощность определялась с учетом выходного коэффициента мощности  $K_{P_{\text{вых}}}$ , номинальной выходной мощности  $S_{\text{вых}}$  и объема корпуса  $V$ :

$$\rho = \frac{K_{P_{\text{вых}}} \times S_{\text{вых}}}{V} \text{ Вт / дм}^3 \quad (3)$$

Энергетический коэффициент, определяющий соотношение потребляемой полной мощности из сети и мощности, отдаваемой в нагрузку, находится по выражению [4]:

$K_{\Sigma} = \eta \times K_{P_{\text{вых}}}$ , где:  $\eta$  - К.П.Д. **ИБП**,  $K_{P_{\text{вых}}}$  - входной коэффициент мощности **ИБП**.

### Бесплатное электронное издание

### "Золотая коллекция электротехнической литературы"

Справочник содержит аннотации на 150 книг электротехнической тематики с прямыми ссылками на магазины, где их можно приобрести с доставкой по почте. Все книги разбиты тематически на 14 категорий. Удобная система поиска по названию и по тексту.

**Загрузите электронный справочник прямо сейчас >>>**

[www.electrolibrary.narod.ru/goldbooks.htm](http://www.electrolibrary.narod.ru/goldbooks.htm)

**Таблица №4 Системные показатели ИБП малой мощности**

Производитель	Модель ИБП	Мощность, кВА	Габариты, мм	Удельная мощность, Вт/дм <sup>3</sup>	Энергетический коэффициент
Chloride	Active	1	145x405x225	52,5	н/д
		3	200x405x350	74	
Powerware	PW9120	1	155x410x240	46	0,85
		3	215x470x365	57	
Liebert	GXT-2U	1	89x546x432	34	0,85
		3	89x615x432	89	
Тэнси-Техно	ДПК	1	145x390x220	57	0,82
		3	200x450x340	69	0,85

Как следует из сравнения структурного построения и технических характеристик **ИБП** малой и средней мощности разных производителей, они во многом схожи и представляют собой **ИБП** с неуправляемым выпрямителем, встроенным активным корректором мощности и полумостовым бестрансформаторным инвертором. Такие **ИБП** обладают высоким энергетическим коэффициентом по сравнению со структурами **ИБП** предыдущего поколения, основанных на управляемых тиристорных выпрямителях и мостовых инверторах, энергетический коэффициент которых не превышает 0,7. За счет применения в своей структуре ККМ современные **ИБП** имеют также низкий коэффициент искажения синусоидальности входного тока, что обеспечивает хорошую электромагнитную совместимость **ИБП** с другими нагрузками, подключенными к общей сети. Совокупность указанных свойств определяет использование **ИБП** для обеспечения качественной бесперебойной электроэнергией критичных нагрузок.

Выбор пользователем рассмотренных моделей **ИБП** должен определяться, в первую очередь, показателем цена/качество и надежным сервисным обслуживанием.

Авторы: Климов В.П., Климова С.Р., Портнов А.А.

Источник информации: <http://www.ups-info.ru/>

## Компенсация реактивной мощности



Реактивная мощность и энергия ухудшают показатели работы энергосистемы, то есть загрузка реактивными токами генераторов электростанций увеличивает расход топлива; увеличиваются потери в подводящих сетях и приемниках; увеличивается падение напряжения в сетях.

Основные потребители реактивной мощности – асинхронные электродвигатели, которые потребляют 40 % всей мощности совместно с бытовыми и собственными нуждами; электрические печи 8 %; преобразователи 10 %; трансформаторы всех ступеней трансформации 35 %; линии электропередач 7 %. Реактивный ток дополнительно нагружает линии электропередачи, что приводит к увеличению сечений проводов и кабелей и соответственно к увеличению капитальных затрат на внешние и внутримплощадочные сети. Реактивная мощность наряду с активной мощностью учитывается поставщиком электроэнергии, а следовательно,

подлежит оплате по действующим тарифам, поэтому составляет значительную часть счета за электроэнергию.

Наиболее действенным и эффективным способом снижения потребляемой из сети реактивной мощности является применение установок компенсации реактивной мощности (конденсаторных установок). Использование конденсаторных установок позволяет:

- разгрузить питающие линии электропередачи, трансформаторы и распределительные устройства;
- снизить расходы на оплату электроэнергии; при использовании определенного типа установок снизить уровень высших гармоник;
- подавить сетевые помехи, снизить несимметрию фаз;
- сделать распределительные сети более надежными и экономичными.

Потребитель электрической энергии обязан поддерживать уровень реактивной мощности в распределительной сети в соответствии со значением экономически оптимальной реактивной мощности, которая может быть передана предприятию в режимах наибольшей и наименьшей активной нагрузки энергосистемы, соответственно  $Q_{э1}$  и  $Q_{э2}$ .

Рассматривая возможности максимального приближения КУ к электроприемникам, потребляющим большую реактивную мощность, необходимо учитывать следующие факторы:

1. При прочих равных условиях большую степень КРМ следует обеспечивать у ЭП, расположенных наиболее далеко от ТП.

2. Наиболее целесообразно использование КУ у ЭП с большим числом часов работы в году.

3. При выборе мест установки КУ необходимо стремиться к подключению их под общий коммутационный аппарат с электроприемником, чтобы избежать затрат на дополнительный аппарат.

4. В соответствии с требованиями электроснабжающей организации необходимо обеспечивать не только заданное потребление в максимум активной нагрузки энергосистемы  $Q_{э1}$ , но и выдерживать необходимое потребление в ее минимум. Из этого условия выявляются требования к регулированию КУ.

---

## Где необходима компенсация реактивной мощности?

Широкое применение потребителей энергии с резкопеременной нагрузкой и несинусоидальным током сопровождается значительным потреблением электрической мощности и искажением питающего напряжения. Это приводит к росту потерь электроэнергии за счет низкого  $\cos(\varphi)$  и нарушению нормального функционирования потребления электроэнергии.

Применение установок компенсации реактивной мощности необходимо на предприятиях, использующих:

- Асинхронные двигатели ( $\cos(\varphi) \sim 0.7$ )
- Асинхронные двигатели, при неполной загрузке ( $\cos(\varphi) \sim 0.5$ )
- Выпрямительные электролизные установки ( $\cos(\varphi) \sim 0.6$ )
- Электродуговые печи ( $\cos(\varphi) \sim 0.6$ )
- Водяные насосы ( $\cos(\varphi) \sim 0.8$ )
- Компрессоры ( $\cos(\varphi) \sim 0.7$ )
- Машины, станки ( $\cos(\varphi) \sim 0.5$ )
- Сварочные трансформаторы ( $\cos(\varphi) \sim 0.4$ )

Применение установок компенсации реактивной мощности эффективно в производствах:

- Пивоваренный завод ( $\cos(\varphi) \sim 0.6$ )
- Цементный завод ( $\cos(\varphi) \sim 0.7$ )
- Деревообрабатывающее предприятие ( $\cos(\varphi) \sim 0.6$ )
- Горный разрез ( $\cos(\varphi) \sim 0.6$ )
- Сталелитейный завод ( $\cos(\varphi) \sim 0.6$ )
- Табачная фабрика ( $\cos(\varphi) \sim 0.8$ )
- Порты ( $\cos(\varphi) \sim 0.5$ )

По месту подключения различают следующие схемы компенсации:

- общая - на вводе цеха или предприятия;
- групповая - на линии питания группы однотипных потребителей;
- индивидуальная - в непосредственной близости к потребителю.

По типу регуляторов компенсирующие установки делятся на:

- обычные (релейные) - в которых коммутация конденсаторов производится с помощью электромеханических реле;
- статические (тиристорные) - в которых применяются тиристорные ключи.

В статических установках коммутация конденсаторов происходит в момент нулевого напряжения, вследствие чего они приобретают по сравнению с обычными следующие преимущества:

- высокое быстродействие - до 14 коммутаций в секунду вместо одного в 5...20 секунд;
- малый уровень помех вследствие отсутствия бросков тока в момент коммутации;
- малый износ конденсаторов по той же причине;

- высокая надежность ключевой аппаратуры вследствие отсутствия механических частей;
- пониженные потери вследствие отсутствия разрядных резисторов.

Емкостные компенсаторы реактивной мощности критичны к гармоническим искажениям напряжения. При их применении уровень гармоник может возрасти благодаря явлению резонанса. Кроме того, гармоники дают дополнительную нагрузку на конденсаторы, что может вывести их из строя. Современные установки имеют защиту, отключающую конденсаторы при превышении установленного порога гармоник. Для заведомо "грязных" сетей применяются так называемые фильтрокомпенсирующие установки (ФКУ) со встроенными фильтрами высших гармоник.

При выборе установки определяют следующие характеристики:

- тип установки - обычный или статический;
- мощность - максимальная реактивная мощность, которая может быть скомпенсирована;
- шаг (ступень) компенсации - минимальная величина приращения, на которую изменяется емкость включенных конденсаторов;
- необходимость фильтрации гармоник;
- номинал трансформатора тока для подключения регулятора.



## Каталог и описание электросчётчиков



### **СО-ЭЭ6706**

Корпус круглый

Измерение и учет электрической энергии в однофазных сетях переменного тока

- класс точности: 2.0
- номинальный-максимальный ток, А: 5-20; 10-40
- номинальная частота 50 Гц
- полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 5,5В.А и 1,3 Вт соответственно
- полная мощность потребляемая цепью тока не более 0,35 В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -20 до +60
- межповерочный интервал: 16 лет
- средний срок службы: не менее 32 лет



### **СО-ЭЭ6705**

Корпус прямоугольный

Измерение и учет электрической энергии в однофазных сетях переменного тока

- класс точности: 2.0
- номинальный-максимальный ток, А: 5-20; 10-40
- номинальная частота 50 Гц
- полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 5,5В.А и 1,3 Вт соответственно
- полная мощность потребляемая цепью тока не более 0,35 В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -20 до +60
- межповерочный интервал: 16 лет
- средний срок службы: не менее 32 лет



### ЦЭ2726

Измерение и учет электрической энергии и мощности по 4 тарифам

- класс точности: 1.0
- номинальный-максимальный ток, А: 5-50
- номинальная частота 50 Гц
- полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 5,0В.А и 2,0 Вт соответственно
- полная мощность потребляемая цепью тока не более 0,5 В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -25 до +55
- межповерочный интервал: 16 лет
- средний срок службы: не менее 30 лет
- телеметрический выход
- имеется модификация со встроенным электросиловым модемом

Счетчик обеспечивает коммерческий учет в системах (АСКУЭ)



### ЦЭ-2705

- номинальное напряжение контролируемой сети 220 В
- диапазон изменения напряжения контролируемой сети (187...242) В
- номинальный ток нагрузки 5 А
- максимальный ток нагрузки 50 А
- минимальный ток нагрузки 0,25 А
- кратковременная перегрузка по току 150 А
- номинальная частота контролируемой сети 50 Гц
- диапазон изменения частоты контролируемой сети (47,5...52,5) Гц
- полная мощность, потребляемая цепью тока не более 0,05 ВА
- активная и полная мощность, потребляемая в цепи напряжения не более 2,5 ВА
- класс точности в диапазоне нагрузок 1...1000% номин. тока 1,0; 2,0
- коэффициент передачи основного передающего устройства 16000 имп./кВт·ч
- межповерочный интервал 16 лет
- средний срок службы 30 лет



### **СОЛО**

Измерение и учет электроэнергии в бытовом, мелкомоторном и производственном секторах

- класс точности: 1.0; 2.0
- номинальный-максимальный ток, А: 5-60; 10-80; 10-100
- номинальная частота 50 Гц
- полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 8,0В.А и 2,0 Вт соответственно
- полная мощность потребляемая цепью тока не более 0,5 В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -25 до +55
- межповерочный интервал: 16 лет
- средний срок службы: не менее 30 лет
- телеметрический выход

Счетчик обеспечивает коммерческий учет в системах



### **Меркурий-200**

Измерение и учет электроэнергии в бытовом, мелкомоторном и производственном секторах

- класс точности: 2.0
- номинальный-максимальный ток, А: 5-50
- номинальная частота 50 Гц
- полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 10В.А и 2,0 Вт соответственно
- полная мощность потребляемая цепью тока не более 2,5 В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -20 до +55
- межповерочный интервал: 8 или 16 лет (см.модификации)
- средний срок службы: не менее 30 лет
- количество тарифных зон: 1-4
- многотарифные счетчики имеют последовательный встроенный интерфейс CAN, обеспечивающий обмен информацией с компьютером
- возможность крепления как традиционным способом, так и на DIN-рейку.



**СА4-И672М, СА4У-И672М**

**Трехфазные индукционные  
Активной энергии непосредственного и трансформаторного  
включения**

Измерение и учет активной энергии в трехфазных трех- и четырехпроводных сетях переменного тока

- класс точности: 2.0
- номинальная частота 50 Гц
- полная мощность потребляемая цепью напряжения от 5,0 до 6,0В.А, активная от 1,5 до 2,0Вт (в зависимости от типа счетчика)
- полная мощность потребляемая цепью тока от 0,6 до 1,0В.А, а с максимальным током более 30А не более 2,5В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от 0 до +40
- межповерочный интервал: 6 лет
- средний срок службы: не менее 32 лет
- полный номенклатурный ряд по номинальному-максимальному току, напряжению и схемам подключения



**СА4-И678, СА4У-И678**

**Трехфазные индукционные  
Активной энергии непосредственного и трансформаторного  
включения**

Измерение и учет активной энергии в трехфазных трех- и четырехпроводных сетях переменного тока

- класс точности: 2.0
- номинальная частота 50 Гц
- полная мощность потребляемая цепью напряжения от 5,0 до 6,0В.А, активная от 1,5 до 2,0Вт (в зависимости от типа счетчика)
- полная мощность потребляемая цепью тока от 0,6 до 1,0В.А, а с максимальным током более 30А не более 2,5В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от 0 до +40
- межповерочный интервал: 6 лет
- средний срок службы: не менее 32 лет
- полный номенклатурный ряд по номинальному-максимальному току, напряжению и схемам подключения



#### **СА3-И670М, СА3У-И670М**

##### **Трехфазные индукционные Активной энергии непосредственного и трансформаторного включения**

Измерение и учет активной энергии в трехфазных трех- и четырехпроводных сетях переменного тока

- класс точности: 2.0
- номинальная частота 50 Гц
- полная мощность потребляемая цепью напряжения от 5,0 до 6,0В.А, активная от 1,5 до 2,0Вт (в зависимости от типа счетчика)
- полная мощность потребляемая цепью тока от 0,6 до 1,0В.А, а с максимальным током более 30А не более 2,5В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от 0 до +40
- межповерочный интервал: 6 лет
- средний срок службы: не менее 32 лет
- полный номенклатурный ряд по номинальному-максимальному току, напряжению и схемам подключения



#### **CP4-И673М, CP4У-И673М**

##### **Реактивной энергии непосредственного и трансформаторного включения**

Измерение и учет реактивной энергии в трехфазных трех- и четырехпроводных сетях переменного тока

- класс точности: 2.0 (для счетчиков непосредственного включения 3.0)
- номинальная частота 50 Гц
- полная мощность потребляемая цепью напряжения от 5,0 до 6,0В.А, активная от 1,5 до 2,0Вт (в зависимости от типа счетчика)
- полная мощность потребляемая цепью тока от 0,6 до 1,0В.А, а с максимальным током более 30А не более 2,5В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от 0 до +40
- межповерочный интервал: 6 лет
- средний срок службы: не менее 32 лет
- полный номенклатурный ряд по номинальному-максимальному току, напряжению и схемам подключения





### ЦЭ2727

#### Трехфазные электронные активной энергии непосредственного и трансформаторного включения.

Измерение и учет активной энергии в трехфазных трех- и четырехпроводных сетях переменного тока по 8 тарифам в 8 временных зонах

- класс точности: 1.0
- номинальное напряжение, В: 3 x 57,7; 3 x 100; 3 x 380; 3 x 220/380
- номинальный-максимальный ток, А: 1-2; 5-10; 5-50; 10-100
- номинальная частота 50 Гц
- полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 5,0В.А и 2,0 Вт соответственно
- полная мощность потребляемая цепью тока не более 0,2 В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -25 до +55
- межповерочный интервал 8 лет
- средний срок службы не менее 30 лет
- интерфейс: RS232; RS485; телеметрический канал
- межповерочный интервал 8 лет

Наличие модификации со встроенным электросиловым модемом позволяет использовать счетчик в системе (АСКУЭ) с передачей данных по силовой сети 0,4 Кв



### Ф669

#### Трехфазные многофункциональные активно-реактивные

Измерение активной и реактивной энергии и мощности в двух направлениях по 4 тарифам в 5 временных зонах

- класс точности: 0.5S; 1.0
- номинальное напряжение в зависимости от схемы подключения
- номинальный-максимальный ток, А: 1-1,25; 5-6,25
- номинальная частота 50 Гц
- полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 4,0В.А и 2,0 Вт соответственно
- полная мощность потребляемая цепью тока не более 0,3 В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -20 до +55
- межповерочный интервал 8 лет
- средний срок службы не менее 20 лет
- интерфейсы: типа "токовая петля", телеметрический выход, оптопорт, RS232; RS485



	<p><b>Меркурий 230</b></p> <p><b>Трехфазные электронные многофункциональные активной и активно-реактивной энергии</b></p> <p>Измерение и учет активной и активно-реактивной энергии в прямом направлении в трехфазных сетях переменного тока номинальной частотой 50Гц.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• класс точности активной энергии: 0,5; 1,0</li><li>• активно-реактивной энергии: 0,5(1,0); 1,0(2,0)</li><li>• номинальный-максимальный ток, А; 5-50; 10-100; 5-7,5</li><li>• полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 7,5В.А и 0,5Вт соответственно</li><li>• полная мощность потребляемая цепью тока 0,1В.А</li><li>• количество тарифных зон: 1- 4</li><li>• диапазон рабочих температур С: от-20 до +55</li><li>• межповерочный интервал - 8 лет</li><li>• средний срок службы не менее 30 лет</li><li>• счетчики имеют последовательный интерфейс CAN, обеспечивающий обмен информацией с компьютером</li><li>• счетчики могут использоваться, как автономно, так и в системах АСКУЭ</li></ul>
	<p><b>СО-505</b></p> <p><u>Назначение:</u> Счетчик электроэнергии однофазный СО-505 предназначен для учета активной электроэнергии в быту, общественных и производственных помещениях.</p> <p><u>Принцип действия:</u> Принцип действия электросчетчика СО-505 основан на использовании индукционной измерительной системы.</p> <p><u>Варианты исполнения:</u> Электросчетчик СО-505 имеет вариант исполнения СО-505Т с телеметрическим выходом. Считывающее телеметрическое устройство позволяет использовать счетчик в автоматизированной системе контроля и учета электроэнергии . Варианты исполнения кожуха, наличие стопора обратного хода определяются заказчиком.</p>



### СОЭ-5

**Назначение:** Электросчетчики СОЭ-5 предназначены для измерения активной электрической энергии в двухпроводных цепях переменного тока напряжением 220В, частотой 50Гц.

Выпускаются в трех исполнениях: однотарифные, двухтарифные с внешним переключателем тарифа и много тарифные с внутренним тарификатором для работы в автоматизированных системах контроля и учета энергопотребления .

Счетчики с внутренним тарификатором имеют цифровой интерфейс RS-232 или RS-485. С помощью цифрового интерфейса производится установка времени действия тарифов, корректировка точности часов, считывание данных. Для хранения информации в счетчиках предусмотрена энергонезависимая память EEPROM. В регистрах памяти хранятся данные по каждому тарифу.

Счетчики имеют телеметрический выход гальванически изолированный от других цепей.



### СОЭ-52

Электросчётчики СОЭ-52 предназначены для учёта потребления электроэнергии в двухпроводных цепях электрического тока в закрытых помещениях. Могут эксплуатироваться автономно и в составе автоматизированной системы контроля и учёта электроэнергии (АСКУЭ) с использованием импульсного выхода.

Счётчики соответствуют ГОСТ 30207-94 (МЭК 1036-90) и зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений №17301-02.

Сертификат №РОСС RU.МЕ65.В00556

Достоинства:

- Наличие светодиодного индикатора работы счётчика.
- Использование SMD-монтажа
- Наличие телеметрического выхода



### **СТС5605, СТС5602**

СЕРИЯ СЧЕТЧИКОВ ТРЕХФАЗНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ

Назначение: Счетчики серии СТС5605, СТС5602 - трехфазные, многотарифные, электронные, цифровые, комбинированные приборы, сочетающие в себе многофункциональный микропроцессорный счетчик и измеритель показателей качества электроэнергии. Счетчики серии СТС5605 трансформаторного включения предназначены для измерения активной и реактивной электроэнергии на промышленных предприятиях и объектах энергетики. Применяются в системах АСКУЭ для передачи измеренных величин на диспетчерский пункт контроля, учета и распределения электрической энергии.




### **A100**

Назначение

Счетчик А100 предназначен для учета активной энергии в однофазных цепях переменного тока в режиме одно- и многотарифности, а также для использования в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Счетчик А100 отличают качество исполнения, устойчивость к изменениям температуры, высокий уровень защиты информации, нечувствительность к постоянной составляющей и малые габариты.

Функциональные возможности

- Счетчик А100 позволяет:
- Осуществлять как одно- так и двухтарифный учет электроэнергии. Переключение тарифов осуществляется от внешнего тарификатора.
- Регистрировать и сохранять в памяти данные подтверждающие достоверность информации, такие как:
  - Суммарная активная энергия в обратном направлении.
  - Непосредственная индикация потока энергии в обратном направлении на ЖКИ.
  - Количество отключений питания.
  - Суммарное время работы счетчика.
  - Время работы после последнего включения питания.
  - Время нахождения счетчика в режиме отсутствия тока.

	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Количество перезапусков работы микропроцессора.</li><li>○ Количество случаев реверса активной энергии.</li><li>• Передавать данные через инфракрасный порт (IrDA) или импульсный выход (RJ11).</li><li>• Хранить данные при отключении питания в энергонезависимой памяти EEPROM.</li></ul>
	<p><b>A1000</b></p> <p>Назначение</p> <p>Счетчики A1000 предназначены для учета активной, реактивной энергии и измерения мощности в одном или в двух направлениях в трехфазных цепях переменного тока, как в одно так и в многотарифном режиме.</p> <p>Функциональные возможности</p> <p>Счетчик A1000 позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Осуществлять как одно так и многотарифный учет электроэнергии (до 4 тарифов). Переключение тарифов осуществляется от внешнего тарификатора.</li><li>• Выполнять 2 измерения в многотарифном режиме:<ul style="list-style-type: none"><li>○ +P - активная потребленная энергия;</li><li>○ +P, -P - активная потребленная и выданная энергия;</li><li>○ +P, +Q - активная и реактивная потребленная энергия;</li><li>○ +Q, -Q - реактивная потребленная и выданная энергия;</li><li>○ <math>P =  P1  +  P2  +  P3 </math> - активная энергия по модулю;</li><li>○ <math>P =  P1  +  P2  +  P3 , +Q</math> - активная по модулю и реактивная потребленная энергия;</li></ul></li><li>• Фиксировать максимальную мощность.</li><li>• Регистрировать энергию при превышении заданного порога мощности нагрузки.</li><li>• Регистрировать отсутствие напряжения в одной или двух фазах.</li><li>• Измерять и отображать на дисплее пофазно напряжения, токи, активную, реактивную и полную мощности сети.</li></ul>



### **АЛЬФА Плюс (А2)**

#### Назначение

Многофункциональные микропроцессорные трех-фазные счетчики электро-энергии АЛЬФА Плюс (А2) предназначен для учета активной и реактивной энергии и мощности в 3-х фазных цепях переменного тока, контроля параметров качества электроэнергии, а также для работы в составе АСКУЭ.

#### Функциональные возможности

- Измерение активных и реактивных энергий и мощностей в двух направлениях.
- Учет потребленной и выданной энергии в режиме многотарифности.
- Измерение максимальной мощности нагрузки на расчетном интервале времени, фиксация даты и времени максимальной активной и реактивной мощности для каждой тарифной зоны.
- Запись и хранение в памяти счетчика данных графика нагрузки.
- Автоматический контроль нагрузки с возможностью ее отключения или сигнализации.
- Передача результатов измерений по цифровым и импульсным интерфейсам связи (до двух групп гальванически развязанных реле).

#### Параметры электроэнергии

Счетчик АЛЬФА Плюс измеряет, вычисляет и отображает на дисплее до 46 величин, относящихся к параметрам электроэнергии. К ним относятся:

- Токи и напряжения фаз.
- Активная, реактивная и полная мощность сети.
- Активная, реактивная и полная мощность фаз.
- Коэффициент мощности  $\cos\phi$  сети и каждой фазы.
- Фазные углы векторов напряжений и токов.
- Значение второй гармоники по фазам напряжения.
- Значение второй гармоники по фазам тока.
- Коэффициент искажения синусоидальности напряжения и тока.
- Частота сети.



### Дельта

#### Назначение

Счетчик Дельта предназначен для учета активной или активно-реактивной энергии в трех- и однофазных цепях переменного тока, как в одно- так и многотарифном режиме, а также для использования в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ).

#### Функциональные возможности

- Измерение активной или активно-реактивной энергии.
- Как одно так и многотарифный учет электроэнергии.
- Установка на DIN-рейку или панель.
- Импульсные выходы для работы в АСКУЭ.



### СТ-ЭР01 (СЭТ)

- класс точности: 1.5
- номинальный-максимальный ток, А: 5; 7.5
- номинальная частота 50 Гц
- Напряжение 3x57.7/100
- полная мощность потребляемая цепью напряжения 1В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -25 до +55
- межповерочный интервал: 6 лет

### СТ-ЭР02 (СЭТ)

- класс точности: 1.5
- номинальный-максимальный ток, А: 5; 50
- номинальная частота 50 Гц
- Напряжение 3x380/220
- полная мощность потребляемая цепью напряжения 4.5В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -25 до +55
- межповерочный интервал: 6 лет

### СТ-ЭА03 (СЭТ)

- класс точности: 1
- номинальный-максимальный ток, А: 5; 7.5
- номинальная частота 50 Гц
- Напряжение 3x100
- полная мощность потребляемая цепью напряжения 1В.А
- диапазон рабочих температур, 0С: от -10 до +55
- межповерочный интервал: 6 лет



	<p><b>СТ-ЭА05 (СЭТ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• класс точности: 1</li><li>• номинальный-максимальный ток, А: 5; 7.5</li><li>• номинальная частота 50 Гц</li><li>• Напряжение 3x100</li><li>• полная мощность потребляемая цепью напряжения 1В.А</li><li>• диапазон рабочих температур, 0С: от -10 до +55</li><li>• межповерочный интервал: 6 лет</li></ul>
	<p><b>СО-ЭА05</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• класс точности: 1.0</li><li>• номинальный-максимальный ток, А: 10; 50</li><li>• номинальная частота 50 Гц</li><li>• полная и активная мощность потребляемая цепью напряжения 5,5В.А и 1,3 Вт соответственно</li><li>• диапазон рабочих температур, 0С: от -35 до +55</li><li>• межповерочный интервал: 6 лет</li></ul>

Источник информации: <http://pozitron.ru/>

### Бесплатное электронное издание

### "Золотая коллекция электротехнической литературы"

Справочник содержит аннотации на 150 книг электротехнической тематики с прямыми ссылками на магазины, где их можно приобрести с доставкой по почте. Все книги разбиты тематически на 14 категорий. Удобная система поиска по названию и по тексту.

**Загрузите электронный справочник прямо сейчас >>>**

[www.electrolibrary.narod.ru/goldbooks.htm](http://www.electrolibrary.narod.ru/goldbooks.htm)

**ИЩЕШЬ КНИГУ?**



Электронная  
электротехническая  
библиотека

**Провод с алюминиевой жилой  
 с поливинилхлоридной (ПВХ) изоляцией для электроустановок  
 марок: АПВ, АППВ - с разделительным основанием,  
 на напряжение до 450 В переменного тока или до 1000 В постоянного  
 тока (ГОСТ 6323-79)**

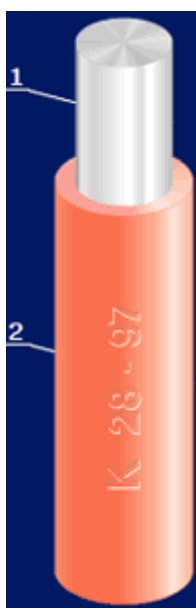
Сертификат качества

Область применения: Предназначен для прокладки в электроустановках при стационарной прокладке (в стальных трубах, пустотных каналах строительных конструкций, на лотках и др.) Диапазон рабочих температур от минус 50°С до +70°С.

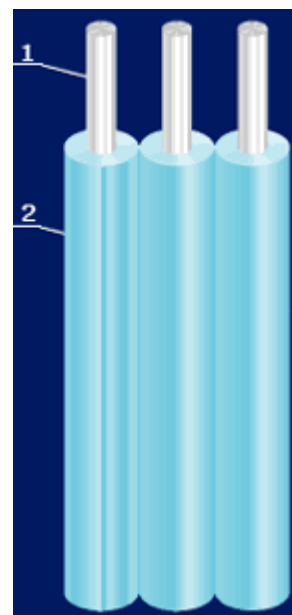
Испытательное напряжение - 2000 В частоты 50 Гц после 24ч пребывания в воде. Монтаж проводов производится при температуре не ниже -15°С

Длительно допустимая температура нагрева жил - 70°С. Радиус изгиба при монтаже не менее 10D (D - наружный диаметр провода).

Поставка проводов на барабанах типа 8-14 или в бухтах.



1. Алюминиевая токопроводящая жила
2. Изоляция из поливинилхлоридного пластика



**Технические характеристики**

Марка провода	Число жил, номинальное сечение, мм <sup>2</sup>	Число, номинальный диаметр проволоки в жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр провода, мм	Максимальное сопротивление жилы при t=20°С, Ом\км	Минимальное сопротивление изоляции при t=70°С, кОм*км	Пиковое значение испытательного напряжения, кВ		
АПВ	2,5	1.78	0.8	3.38	12.1	10.0	16		
	4,0	2.26		3.86	7.41	9.0			
	6,0	2.76		4.36	5.11	7.0			
	АПВ	10,0	3.57	1.0	5.57	3.08	7.0	18	
		16,0	4.40	6.40	1.91	5.0			
	АПВ	25,0	5.55	1.2	7.95	1.20	5.0	20	
		35,0	6.50	8.90	0.868	4.0			
50,0		7.55	1.4	10.35	0.641	4.5			
АПВ	70,0	9.0	11.80	0.443	4.0	22			
	АППВ	2x2.5	1.78	0.8	3.38x7.76		12.1	10.0	16
		3x2.5	1.78		3.38x12.14		12.1	10.0	
		2x4.0	2.26		3.38x8.72		7.41	9.0	
		2x6.0	2.76		4.36x9.72		5.11	7.0	
3x4.0		2.76	3.86x13.58		7.41	9.0			

## Провод с медной жилой с ПВХ изоляцией для электрических установок марок ПВ1, ПВ2, ПВ3, ППВ (ГОСТ 6323-79)

Провод с медной жилой, с ПВХ изоляцией для электрических установок марок: ПВ1, ПВ2 - гибкий, ПВ3 - повышенной гибкости, ППВ - с разделительным основанием, на напряжение до 450 В переменного тока или до 1000 В постоянного тока.

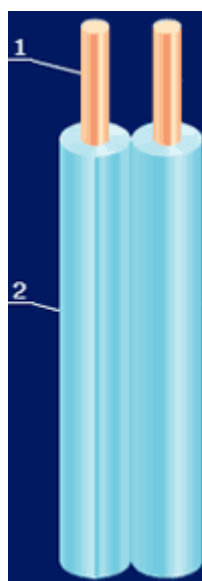
Сертификат качества

Область применения: Предназначены для прокладки в электроустановках в осветительных сетях, для монтажа электрооборудования, машин, механизмов, станков, приборов. Диапазон рабочих температур от минус 50°C до +70°C. Испытательное напряжение - 2000 В частоты 50 Гц после 24ч пребывания в воде. Монтаж проводов производится при температуре не ниже -15°C

Длительно допустимая температура нагрева жил - 70°C. Радиус изгиба при монтаже не менее 5D для марок ПВ2, ПВ3 и 10D - для проводов марок ППВ, ПВ1 (D - наружный диаметр провода).

Провода соответствуют требованиям Британского Стандарта BS 6004:1984 по конструктивным характеристикам и электрическим испытаниям.

Поставка проводов на барабанах типа 8-14 и в бухтах.



1. Медная токопроводящая жила
2. Изоляция из поливинилхлоридного пластика

### Технические характеристики

Марка провода	Число жил, номинальное сечение, мм <sup>2</sup>	Число, номинальный диаметр проволоки в жиле, мм	Толщина изоляции, мм	Наружный диаметр провода, мм	Максимальное сопротивление жилы при t=20°C, Ом\км	Минимальное сопротивление изоляции при t=70°C, кОм*км	Пиковое значение испытательного напряжения, кВ
ПВ1	0,75	1x0,98	0.6	2.18	24.5	13.0	12
	1,00	1x1,13		2.33	18.1	11.0	
	1,50	1x1,38	0.7	2.78	12.1	11.0	14
	2,50	1x1,78	0.8	3.38	7.41	10.0	16
	4,00	1x2,26		3.86	4.61	9.0	
	6,00	1x2,76		4.36	3.08	7.0	
	10,00	1x3,57	1.0	5.57	1.83	7.0	18
	16,00	1x4,40		6.40	1.15	5.0	
25,00	1x5,55	1.2	7.95	0.727	5.0	20	
ПВ2	1,50	7x0,54	1.7	3.02	12.1	10.0	14

	2,50	7x0,68	0.8	3.64	7.41	10.0	16
	4,00	7x0,86		4.18	4.61	9.0	
	6,00	7x1,04		4.72	3.08	7.0	
	10,00	7x1,35	1.0	6.05	1.83	7.0	
ПВЗ	0,50	7x0,30	0.6	2.10	36.0	13.0	12
	0,75	11x0,30		2.45	24.5	11.0	
	1,00	14x0,30		2.52	18.1	10.0	
	1,50	12x0,40	0.7	3.06	12.1	10.0	
	2,50	20x0,40	0.8	3.72	7.41	9.0	16
	4,00	18x0,53		4.25	4.61	7.0	
	6,00	18x0,64		4.80	3.08	6.0	
	10,00	20x0,80	1.0	6.24	1.83	5.6	
	16,00	49x0,64	1.2	7.76	1.15	4.6	20
	25,00	49x0,80		9.60	0.727	4.4	
	35,00	105x0,64		11.42	0.524	3.8	
	50,00	152x0,64		1.4	13.36	0.387	
	70,00	209x0,64	1.6	16.08	0.268	3.2	24
	95,00	171x0,80		18.00	0.193	3.2	
ППВ	2x1.5	1,38	0.7	2.78x6.56	12.1	11.0	14
	2x2.5	1,78	0.8	3.38x7.76	7.41	10.0	16
	3x1.5	1,38	0.7	2.78x10.34	12.1	11.0	14
	3x2.5	1,78	0.8	3.38x12.14	7.41	10.0	16
	2x4.0	2,26		3.86x8.72	4.61	9.0	
	3x4.0	2,26		3.86x13.58	4.61	9.0	
	2x6.0	2,76		4.36x9.72	3.08	7.0	
	3x6.0	2,76	4.36x15.08	3.08	7.0		

## Рассылка

### "Электротехническая энциклопедия"

Рассылка "Электротехническая энциклопедия" - попытка в отдельных статьях и зарисовках обрисовать весь многообразный мир современной электротехники и электроэнергетики.

Основа рассылки - это статьи, посвященные анализу отдельных интересных, а иногда и спорных тем и вопросов устройства, проектирования, монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта электрооборудования, освещения, систем электроснабжения.

В большинстве случаев, это будут материалы практического характера - все то, что можно с успехом применить в жизни и работе.

В рассылке оперативно публикуются новости проекта "Электротехническая библиотека" - новые электронные книги, статьи и материалы сайта. Подписавшись на рассылку, Вы сможете узнать об самых интересных и востребованных материалах сайта самыми первыми!

**Узнайте подробнее о рассылке >>> [www.electrolibrary.narod.ru/electrotech.htm](http://www.electrolibrary.narod.ru/electrotech.htm)**