

## **1. Введение.**

1.1. С первой половины 90-х годов и по настоящее время, в России проводится работа по унификации ГОСТ и стандартов в области электробезопасности и соответствующих стандартов МЭК. За это время был принят комплекс стандартов ГОСТ Р. 50571, внесены изменения в ПУЭ, ВСН, СНиП и другие нормативные документы. С 1.01.2002 вступил в действие ГОСТ Р. МЭК 61140-2000 “Защита от поражения электрическим током”. На основании этого ГОСТ и ГОСТ Р. 50571 в седьмом издании ПУЭ принята концепция электробезопасности, основанная на выполнении основного правила электробезопасности – “Опасные токоведущие части не должны быть доступными, а доступные проводящие части не должны быть опасны в нормальных условиях и при наличии неисправности”. Это правило иногда называют “Основное правило устройства электроустановок”, так как в соответствии с вышеприведёнными нормативными документами, при проектировании электроустановок жилых, общественных и производственных зданий в первую очередь должны быть решены вопросы обеспечения безопасности людей и животных, а только потом вопросы нормального функционирования электроустановок.

1.2 В ГОСТ и ПУЭ все контакты с проводящими частями электроустановок здания, опасные для человека и животных, сведены к двум видам прикосновений – прямому и косвенному прикосновениям. Соответственно все меры защиты от поражения электрическим током классифицируются на меры защиты от прямого прикосновения и меры защиты от косвенного прикосновения. Согласно ПУЭ для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме (прямое прикосновение) должны быть применены следующие меры защиты:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждение и оболочка;
- установка барьеров;

- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого напряжения).

1.3. Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции (косвенное прикосновение), ПУЭ предусматривает следующие меры защиты, основными из которых являются:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- уравнивание потенциалов;

В систему защиты сформированную стандартами входят так же “автоматические выключатели управляемые дифференциальным током”. В национальной нормативной документации широко используется эквивалентный термин “устройство защитного отключения” (УЗО). Таким образом УЗО – это быстродействующий автоматический выключатель, реагирующий на ток утечки в проводниках, проводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке и предназначенный для:

- защиты людей и животных от поражения электрическим током при случайном, непреднамеренном прикосновении к токоведущим частям электрооборудования (прямое прикосновение);

- защиты людей и животных от поражения электрическим током при случайном, непреднамеренном прикосновении к открытым проводящим частям электроустановки, на которых появляется опасное напряжение при повреждении изоляции (косвенное прикосновение);

- предотвращения возгораний и пожаров, возникающих вследствие протекания токов утечки и развивающихся из них коротких замыканий на корпус и на землю.

В основе действия устройств защитного отключения лежит принцип ограничения продолжительности протекания тока через тело человека при прикосновении его к электрической цепи.

Применение УЗО не может быть единственной мерой защиты и не исключает необходимость применения защитных мер от прямого и косвенного прикосновения указанных выше. Устройства защитного отключения могут применяться только в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током при прямом прикосновении.

В качестве основной меры защиты от поражения электрическим током УЗО может быть применено при косвенном прикосновении, в случае неэффективности автоматического отключения питания защитой от сверхтока.

## **2. Область применения устройств защитного отключения.**

2.1. Устройства защитного отключения используются для повышения уровня электробезопасности в электроустановках:

общественных зданий – детских дошкольных учреждений, школ, профессионально-технических училищ, средних и высших учебных заведений, гостиниц, медицинских учреждений, библиотек, спортивных и физкультурно-оздоровительных учреждений, театров, клубов, кинотеатров, магазинов, предприятий общественного питания и бытового обслуживания, торговых павильонов, киосков и т.д.;

жилых зданий – многоквартирных и индивидуальных жилых домов, коттеджей, садовых и дачных домиков, общежитий, бытовых помещений и т.д.;

административных зданий и производственных помещений – мастерских, АЗС, автомобильных моек и гаражей, складских помещений и т.д.;

промышленных предприятий – по производству и распределению электроэнергии, горной, нефтедобывающей, сталеплавильной, химической промышленности и т.д.;

сельскохозяйственных предприятий – предприятий по содержанию скота и птицы, предприятий по переработке молочной продукции, колбасных цехов, хлебозаводов, элеваторов и т.д.

### 3. Устройство и принцип действия УЗО.

3.1. Для простоты рассмотрим устройство и принцип действия УЗО двухполюсного исполнения. Ранее было дано определение УЗО, которое функционально представляет собой быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

Дифференциальный ток  $I$  определяется как действующее значение векторной суммы токов  $I_1$  и  $I_2$ , протекающих в главной цепи устройства. Основные функциональные блоки УЗО представлены на рис. 1.

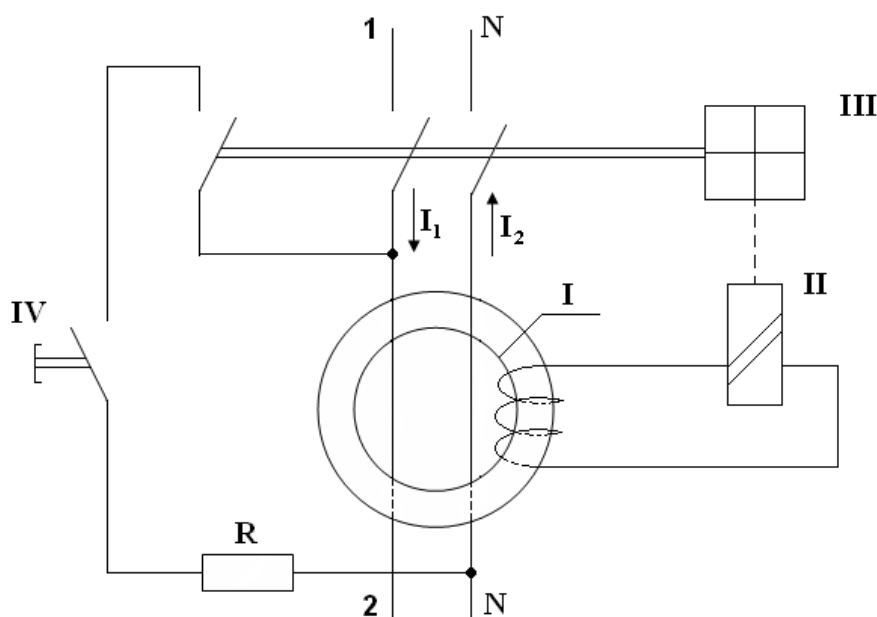


Рис. 1. Основные функциональные блоки УЗО.

- I – датчик дифференциального тока;
- II – блок управления с пороговым элементом;
- III – исполнительный механизм;
- IV – цепь тестирования;
- R – резистор имитирующий цепь утечки.

В большинстве УЗО применяемых в настоящее время, в качестве датчика дифференциального тока используется трансформатор тока (называемый иногда, применительно к трёхфазным цепям “трансформатором тока нулевой последовательности”). Для изготовления магнитопроводов таких трансформаторов тока используются специальное высококачественное аморфное железо или пермаллой, обладающие большой начальной магнитной проницаемостью. Пороговый элемент выполняется, как правило, на чувствительных электромагнитных реле или электронных компонентах. Исполнительный механизм включает в себя сильноточную контактную группу с механизмом привода.

В первичной цепи датчика происходит векторная суммирование токов прямого  $I_1$  и обратного  $I_2$  направления. В нормальном режиме, при протекании рабочего тока нагрузки, токи в прямом и обратном проводниках, образующих встречно включённые первичные обмотки дифференциального трансформатора тока УЗО, равны по модулю ( $I_1=I_2$ ) и наводят в магнитопроводе одинаковые по значению, но встречно направленные магнитные потоки. Следовательно во вторичной обмотке не наводится э.д.с, в результате чего ток во вторичной обмотке равен нулю и не вызывает срабатывания порогового элемента блока управления.

При возникновении тока утечки на землю или прикосновении человека к токоведущим частям, баланс токов, а следовательно и магнитных потоков нарушается, и во вторичной обмотке появится трансформированный дифференциальный ток (ток небаланса), который вызывает срабатывание порогового элемента, воздействующего на исполнительный механизм.

Исполнительный механизм воздействует на привод силовой контактной группы и защищаемая цепь обесточивается.

С помощью цепи тестирования искусственно создаётся дифференциальный ток. Она предназначена для периодического контроля исправности устройства в целом, путём нажатия кнопки “Тест”.

## **4. Классификация УЗО.**

4.1. По техническому исполнению существуют различные виды УЗО. Примерная их классификация представлена ниже:

### ***4.1.1. По способу реализации защитных функций:***

*электромеханические* – функционально не зависят от напряжения питания. Источником энергии, необходимой для выполнения защитных функций (отключения) является сам сигнал – дифференциальный ток, на который оно реагирует;

*электронные* – функционально зависят от напряжения источника питания. Их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой сети, либо от внешнего источника. Такие УЗО менее надёжны и могут оказать при металлическом К.З. на открытые проводящие части, а так же при обрыве нулевого провода в цепи УЗО по направлению к источнику питания.

### ***4.1.2. По условию функционирования:***

- типа АС – устройства защитного отключения, реагирующие на переменный синусоидальный дифференциальный ток, возникающий внезапно, либо медленно возрастающий.

- типа А – устройства защитного отключения, реагирующие на переменный синусоидальный дифференциальный ток и пульсирующий постоянный дифференциальный ток, возникающий внезапно, либо медленно возрастающий;

- типа В – устройства защитного отключения, реагирующие на переменный, постоянный и выпрямленный дифференциальные токи;

- типа S – устройства защитного отключения, селективные (с выдержкой времени отключения);

- типа G – то же, что и типа S, но с меньшей выдержкой времени;

- Тип общего применения – устройства защитного отключения без выдержки времени.

#### ***4.1.3. По способу защиты от сверхтока:***

- тип ВДТ – устройства защитного отключения на базе автоматических выключателей без встроенной защиты от сверхтока;

- тип АВДТ – устройства защитного отключения на базе автоматического выключателя со встроенной защитой от сверхтока (комбинированные УЗО).

По току мгновенного расцепителя АВДТ могут иметь характеристику В, С или D.

#### ***4.1.4. По числу полюсов и токовых путей:***

двухполюсные с двумя защищёнными полюсами; четырёхполюсные с четырьмя защищёнными полюсами.

#### ***4.1.5. По способу установки:***

- для стационарной установки при неподвижной электроустановке;

- для подвижной установки (переносного типа) и шнурового присоединения.

#### ***4.1.6. По способу защиты от внешних воздействий:***

- защищённого исполнения – не требующие для своей эксплуатации защитной оболочки;

- незащищённого исполнения – для эксплуатации которых необходима защитная оболочка, например, корпус низковольтного распределительного устройства.

Серийно производимые УЗО имеют степень защиты не менее IP20.

#### ***4.1.7. По способу монтажа:***

- устройства защитного отключения поверхностного монтажа;

- устройства защитного отключения утопленного монтажа;

- устройства защитного отключения напольно-щитового монтажа, которые называются так же типом для распределительных устройств. Они могут устанавливаться на монтажных рейках.

4.2. Примерная номенклатура устройств защитного отключения, выпускаемых различными фирмами приведена в таблицах 4,5 (Приложение 2).

Знак “-” означает, что УЗО с указанными характеристиками, как правило не выпускается.

Для защиты от токов утечки на землю в установках, имеющих номинальный ток более 125А используются специальные типы УЗО.

Серийно выпускаются АСТРО \*УЗО с выносным трансформатором тока (дифференциальный трансформатор) и дифференциальным реле. Такое УЗО применяется в комплекте с мощным контактором. Технические параметры АСТРО \*УЗО на большие токи нагрузки и схема его подключения с четырёхполюсным контактором приведены в Приложении 3.

## **5. Технические параметры устройств защитного отключения.**

### **5.1. Параметры, определяющие рабочие характеристики УЗО:**

5.1.1. *Номинальное напряжение  $U_n$*  – действующее значение напряжения, при котором обеспечивается работоспособность УЗО.  
 $U_n=220/400В$

Это напряжение устанавливается изготовителем для заданных условий эксплуатации.

Изготовителем так же устанавливается диапазон рабочих напряжений, в котором УЗО должно сохранять работоспособность. Это имеет принципиальное значение для УЗО функционально зависящих от напряжения питания. Функционально независимые от напряжения питания электромеханические устройства

сохраняют работоспособность при любых значениях напряжения и даже при его отсутствии (например, при обрыве нулевого провода).

5.1.2. *Номинальный ток  $I_n$*  – значение тока, которое УЗО может пропускать в продолжительном режиме работы при установленной контрольной температуре воздуха (30°C).



Номинальный ток УЗО выбирается из ряда: 10, 16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, 100, 125 А.

Номинальный ток УЗО определяется конструкцией силовых контактов, сечением проводников в самом устройстве, а так же классом изоляции, с которой эти части соприкасаются.

*5.1.3. Номинальный отключающий дифференциальный ток  $I_{\Delta n}$*  – значение дифференциального тока, которое вызывает срабатывание (отключение) УЗО при заданных условиях эксплуатации.

Предпочтительное значение номинального отключающего дифференциального тока выбирают из ряда: 10, 30, 100, 300, 500 мА.

*5.1.4. Номинальный неотключающий дифференциальный ток  $I_{\Delta no}$*  – значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации. Номинальный неотключающий синусоидальный ток УЗО равен половине значения номинального отключающего тока, то есть:  $I_{\Delta no} = 0.5 I_{\Delta n}$ .

Это означает, что значение отключающего синусоидального дифференциального тока находится в интервале между номинальным отключающим дифференциальным током  $I_{\Delta n}$  и номинальным неотключающим дифференциальным током  $I_{\Delta no}$ , то есть реальное значение отключающего дифференциального тока УЗО находится в диапазоне от  $0.5I_{\Delta n}$  и до  $I_{\Delta n}$ . Если через УЗО протекает дифференциальный ток, меньший номинального неотключающего дифференциального тока (равно  $0.5I_{\Delta n}$ ), УЗО не должно на него реагировать. Это справедливо и для УЗО как типа АС, реагирующего на переменный синусоидальный ток, так и для УЗО типа А, реагирующего на переменный синусоидальный дифференциальный ток и пульсирующий постоянный дифференциальный ток.

Так как действующее значение пульсирующего выпрямленного переменного тока отличается от действующего значения переменного тока той же амплитуды, то и значение реального отключающего

дифференциального тока у УЗО типа А так же отличается от аналогичного параметра УЗО типа АС. Для УЗО типа А при пульсирующем постоянном дифференциальном токе диапазон реальных значений отключающего дифференциального тока (диапазон регулирования) шире, чем при синусоидальном дифференциальном токе. Его нижний предел равен  $0.11 I_{\Delta n}$ , а верхний предел превышает номинальный отключающий дифференциальный ток и может быть равен:  $1.4 I_{\Delta n}$  при  $I_{\Delta n} > 10 \text{mA}$  или  $2 I_{\Delta n}$  при  $I_{\Delta n} \leq 10 \text{mA}$ .

Таким образом, для УЗО типа А номинальный неотключающий синусоидальный дифференциальный ток соответствует  $0.5 I_{\Delta n}$ , а минимальный неотключающий пульсирующий постоянный дифференциальный ток равен  $0.11 I_{\Delta n}$  (при угле задержки тока  $\alpha = 135$  эл. град.).

Диапазоны дифференциального тока отключения УЗО типа “А” приведены в таблице 1 (приложение 2).

#### *5.1.5. Номинальное время отключения $T_n$ .*

Стандарты ГОСТ Р. 512326.1-99, ГОСТ Р. 51327.1-99 устанавливают два временных параметра УЗО:

- номинальное время отключения УЗО – это промежуток времени между моментом внезапного появления отклоняющего дифференциального тока и моментом гашения дуги на всех полюсах УЗО. Это время регламентируется для всех УЗО;

- номинальное предельное время неотключения – это максимальный промежуток времени с момента возникновения в главной цепи УЗО отключающего дифференциального тока до момента трогания размыкающих контактов. Регламентируется для УЗО типа S. Предельное время неотключения является выдержкой времени позволяющей достичь селективности действия УЗО при работе в многоступенчатых системах защиты.

Нормированное значение времени отключения УЗО общего назначения равно 0,3с, а УЗО типа “S” 0,5с. В действительности, современные, качественные УЗО имеют быстроедействие 20-30 мс.

Это означает, что УЗО является быстроедействующим выключателем. На практике часто происходит так, что независимые УЗО реагируют на ток замыкания на землю, сопутствующий К.З., и размыкает цепь раньше аппарата защиты от сверхтоков и отключает как токи нагрузки, так и сверхтоки.

Временные характеристики УЗО приведены в табл. 2 (Приложение 2).

## ***5.2. Параметры определяющие качество и надёжность работы УЗО:***

*5.2.1. Предельное значение сверхтока неотключения  $I_{nm}$*  – характеризует способность УЗО не реагировать на сверхтоки перегрузки и коротких замыканий, протекающие через главную цепь УЗО, при условии отсутствия в ней дифференциального тока. Стандарты устанавливают значение этого тока, равное  $6 I_n$  как для случая многофазной равномерной нагрузки многополюсного УЗО, так и для случая однофазной нагрузки трёх и четырёх полюсных УЗО.

Нормированное значение  $I_{nm}=6 I_n$  является минимальным значением неотключающего тока, максимальное значение неотключающего сверхтока не нормируется и может намного превышать  $6 I_n$ . Следовательно, при появлении в главной цепи УЗО тока меньше или равного  $6 I_n$  не должно происходить ошибочного срабатывания УЗО.

Причиной такого ошибочного срабатывания УЗО является ток небаланса, появляющийся во вторичной обмотке дифференциального трансформатора тока и превышающий уставку срабатывания порогового устройства УЗО.

Для УЗО с защитой от сверхтоков данный параметр ( $I_{nm}$ ) имеет другой смысл, поскольку сверхток отключается встроенным в УЗО тепловым или

электромагнитным расцепителями. Для таких УЗО при протекании в главной цепи однофазного тока, равного 0,8 от значения нижнего предела характеристики мгновенного расцепления (типов В –  $2.4 I_n$ , С -  $4 I_n$  и D -  $8 I_{nm}$ .) УЗО не должно отключаться в течении 1 секунды.

5.2.2. *Номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность)  $I_m$ .* Согласно ГОСТ Р. 51326.1-99 номинальная наибольшая включающая и отключающая способность – это действующее значение переменной составляющей ожидаемого тока, указанное изготовителем, которое УЗО способно включать, проводить и отключать при заданных условиях эксплуатации (при наличии в главной цепи УЗО отключающего дифференциального тока) без нарушения его работоспособности.

$I_m = 10 I_n$  или 500А (выбирается наибольшее значение).

Коммутационная способность является одной из важнейших характеристик УЗО, определяющих его качество и надёжность. Она зависит от уровня технического исполнения устройства, то есть качества силовых контактов, мощности пружинного привода, материала деталей (пластмасса или металл), точность исполнения механизма привода, наличие дугогасящей камеры и др.

Качественные устройства имеют, как правило, высокую коммутационную способность (от 1000 до 1500А). Такие устройства в некоторых аварийных режимах, например при “К.З. на землю” гарантированно произведут отключение опережая автоматический выключатель имеющий устройства защиты от сверхтока.

5.2.3. *Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току  $I_{\Delta m}$ .* Номинальная наибольшая дифференциальная включающая и отключающая способность  $I_{\Delta m}$  – действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое УЗО способно включить,

пропускать в течении времени размыкания и отключать при заданных условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

$I_{\Delta m} = 10 I_n$  или 500А (выбирается наибольшее значение).

5.2.4. *Номинальный условный ток короткого замыкания  $I_{nc}$* — действующее значение ожидаемого тока, которое способно выдерживать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий, при заданных условиях эксплуатации, без необратимых изменений, нарушающих его работоспособность.

Значение номинального условного тока короткого замыкания стандартизировано и равно:

$I_{nc} = 3000, 4500, 6000, 10000\text{А}$ .

Иногда этот параметр называется “стойкостью к токам К.З.” и используется при определении термической и электродинамической стойкости изделия при протекании сверхтоков. Номинальный условный ток К.З.  $I_{nc}$  является параметром, характеризующим прежде всего качество изделия, а так же надёжность и прочность устройства, качество исполнения его механизмов и электрических соединений.

ГОСТ Р. 50807-95 устанавливает для УЗО минимальное значение этого параметра  $I_{nc} = 3000\text{А}$ .

Применение УЗО с меньшими значениями  $I_{nc}$  может привести к многочисленным возгораниям и выходу из строя электрооборудования. Следует заметить, что в европейских странах не допускается в эксплуатацию УЗО с  $I_{nc} < 6\text{кА}$ . Значение величины  $I_{nc}$  как важнейшего параметра УЗО, должно быть приведено на лицевой панели устройства или в технической документации на УЗО.

К УЗО типа S (селективные с задержкой на срабатывание) по данному параметру предъявляются повышенные требования, так как эти УЗО устанавливаются на головных участках электрической цепи (где токи К.З.

выше) и находятся под воздействием аварийных сверхтоков более длительное время чем УЗО общего применения.

5.2.5. *Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания  $I_{\Delta c}$*  – действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое способно выдерживать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий при заданных условиях эксплуатации без необратимых изменений, нарушающих его работоспособность. Значения номинального условного дифференциального тока нормированы и равны:  $I_{\Delta c}=3000, 4500, 6000, 10000\text{A}$ . Этот параметр определяет стойкость устройства к протеканию сверхтока по одному полюсу.

На практике, режим дифференциального сверхтока возникает, например, в системе TN-C-S при глухом (металлическим) замыкании за УЗО фазного проводника на РЕ проводник. Хотя при таком виде короткого замыкания УЗО действует с максимальным быстродействием, наблюдается значительная перегрузка дифференциального трансформатора и подключённого к его вторичной обмотке, электромеханического реле. Режим дифференциального сверх тока особенно опасен для УЗО, зависящих от напряжения питания (зависимых УЗО). Например, отмечались случаи выгорания входных цепей электронных усилителей, подключённых к вторичной обмотке трансформатора тока.

5.2.6. *Интеграл Джоуля*, в электротехнике, применяется для оценки термической стойкости кабелей, шин, соединений, электрических аппаратов и др. Интеграл определяется расчётным путём по значению тока короткого замыкания в течении времени его протекания (от момента возникновения тока К.З., до момента погасания дуги на контактах силового выключателя). Интеграл определяет количество энергии, выделившейся на определённом объекте за время действия короткого замыкания.

Интеграл Джоуля  $I^2 \cdot t$ , применительно к УЗО, в соответствии со стандартом, представляет собой кривую, дающую его максимальное

значение как функцию ожидаемого тока в указанных условиях эксплуатации: 
$$I^2(t_1 - t_0) = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \cdot dt$$

Численно интеграл Джоуля пропорционален количеству энергии, пропущенной через УЗО при испытаниях на условный ток К.З.. Характеристика эта энергетическая, она позволяет комплексно оценить стойкость устройства при прохождении через него определённого количества энергии, которое выделяется в виде тепла в элементах конструкции устройства.

Согласно ГОСТ Р. 51326.1-99 значения интеграла Джоуля должны быть указаны изготовителем. В случае, если, оно не определимо, применяют его минимальное значение (таблица 3. Приложение 2).

Интеграл Джоуля для УЗО с защитой от сверхтоков имеет несколько иной смысл. Он определяется для встроенного устройства защиты от сверхтоков – автоматического выключателя.

Интеграл Джоуля как характеристика автоматического выключателя определяет количество энергии, которую способен пропустить через себя автоматический выключатель до момента отключения тока короткого замыкания. В автоматических выключателях не обладающих токоограничивающими функциями, с естественным погасанием дуги в момент перехода тока через “ноль”, интеграл Джоуля определяется полной полуволной синусоидального тока. Интеграл Джоуля автоматических выключателей с токоограничивающими функциями значительно меньше. В качественных выключателях дуга гасится за четверть периода промышленной частоты.

Существуют три класса токоограничения – 1, 2, 3. Чем выше класс тем быстрее гасится дуга, тем большую энергию способен пропускать автоматический выключатель и тем меньше термическое действие тока короткого замыкания в защищаемой цепи.

### *5.2.7. Номинальная наибольшая коммутационная способность $I_{cn}$ .*

$I_{cn}$  определяется для УЗО со встроенной защитой от сверхтока. Согласно ГОСТ Р. 51327.1-99 это значение предельной наибольшей отключающей способности, указанное изготовителем.

Предельная наибольшая отключающая способность – есть отключающая способность, для которой предписанные условия согласно указанному циклу испытаний не предусматривают способности УЗО проводить в течение условного времени ток, равный 0,85 тока неотключения.

Стандартные значения номинальной наибольшей отключающей способности до 10000А включительно равны – 1500, 3000, 4500, 6000, 10000А.

Параметры автоматического выключателя (УЗО со встроенной защитой от сверхтока), называемый “номинальной отключающей (коммутационной) способностью” по физическому смыслу аналогичен параметру УЗО (без встроенной защиты от сверхтока) “номинальный условный ток к.з.  $I_{nc}$ ”.

### *5.2.8. Рабочая наибольшая отключающая способность $I_{CS}$ .*

$I_{CS}$  устанавливается для УЗО с защитой от сверхтока. Согласно ГОСТ это отключающая способность, для которой предписанные условия согласно указанному циклу испытаний предусматривают способность проводить в течении установленного времени ток, равный 0.85 тока нерасцепления.

(При испытании, каждое УЗО должно обеспечить одно отключение испытательной электрической цепи с ожидаемым сверхтоком, а так же одно включение с последующим автоматическим отключением, электрической цепи в которой протекает указанный ток. После проведения этих испытаний УЗО не должно иметь повреждений, ухудшающих его эксплуатационные свойства, а также должно выдержать установленные стандартом испытания на электрическую прочность и проверку характеристики расцепления).



Соотношения между рабочей  $I_{cs}$  и номинальной  $I_{cn}$  наибольшими коммутационными способностями согласно ГОСТ Р. 51327.1-99 следующие:

для  $I_{cn}=6000\text{A}$   $I_{cs}= I_{cn}$ ;

для  $6000 < I_{cn} < 10000\text{A}$ ,  $I_{cs}=0.75 I_{cn}$ , но не менее 6000А.

для  $I_{cn} > 10000\text{A}$ ,  $I_{cs}=0.5 I_{cn}$ , но не менее 7500А.

## **6. Документация на УЗО.**

Комплект технической документации должен включать в себя:

### **6.1. Сертификат на соответствие ГОСТ Р. 51326.1-99 и ГОСТ Р. 51327.1-99.**



В соответствии с Правилами по проведению сертификации в Российской Федерации, Система сертификации электрооборудования (ССЭ), действующая в рамках системы сертификации ГОСТ Р., предусматривает обязательную сертификацию УЗО. Код позиции ОК 005-95 (ОКП) -342100.

**6.2. Сертификат на соответствие Нормам государственной противопожарной службы МВД России НПБ-243-97.** В соответствии со ст.33 федерального закона “О пожарной безопасности” в целях реализации постановления Правительства РФ “Об утверждении перечня товаров, подлежащих обязательной сертификации...” от 13.08.97 №1013 УЗО включено в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации под №4.5.

6.3. Паспорт (руководство по эксплуатации) на УЗО с адресом и телефонами предприятия-изготовителя, штампом ОТК, датой изготовления, отметкой о продаже, указателем гарантийного срока (Государственные стандарты ГОСТ Р. 51326.1-99, ГОСТ Р. 51327.1-99 устанавливают минимальный гарантийный срок работы УЗО – 5 лет).

6.4. Заводская сопроводительная техническая документация (технический паспорт или руководства по эксплуатации) и маркировка УЗО

должны содержать следующие сведения о технических параметрах устройства:

- способ и место установки;
- число полюсов;
- номинальное напряжение  $U_n$ ;
- диапазон рабочих напряжений  $U$ ;
- номинальный ток  $I_n$  (для УЗО со встроенной защитой от сверхтоков указывается номинальный ток в амперах без единицы измерения с предшествующим обозначением типа мгновенного расцепителя В, С или D);
- номинальный отключающий дифференциальный ток  $I_{\Delta n}$ ;
- номинальный неотключающий дифференциальный ток  $I_{\Delta no}$ ;
- номинальное время отключения  $T_n$ ;
- номинальный условный ток короткого замыкания  $I_{nc}$ ;
- предельное значение сверхтока неотключения  $I_{nm}$ ;
- номинальная включающая и отключающая способность  $I_m$ ;
- номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току  $I_{\Delta m}$  (если она отличается от номинальной включающей и отключающей способности);
- номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания  $I_{\Delta c}$ ;
- степень защиты (только в случае её отличия от IP20);
- символ [S] или [G] для селективных УЗО;
- указание на степень функциональной зависимости от напряжения;
- рабочие характеристики типа “А С” – символ ,
- типа “А” – символ ;
- допустимые значения интеграла Джоуля  $I^2t$ ;
- диапазон температуры окружающей среды (диапазон температуры от -5 до +40°C могут не указываться);

## **7. Основные этапы обеспечения электробезопасности в электроустановках зданий с использованием УЗО.**

**7.1. Проектирование электроустановок** зданий должно проводиться с выполнением требований ГОСТ, ПУЭ, ВСН, СНиП и других нормативных документов. Основными (первичными) нормативными документами являются ГОСТ и ПУЭ. Остальные составляются с учётом названных и являются дублирующими отраслевыми нормативными актами. Уровень электробезопасности (его верхний предел) проектируемой электроустановки будет полностью определяться той концепцией, которая заложена в нормативной документации. К сожалению указания рекомендательного характера, ведущие к удорожанию проекта, как правило, в проекты не закладываются.

**7.2. Экспертиза проектов** при их согласовании и утверждении проводится путём сравнения фактически принятых в проекты инженерных решений с требованиями и рекомендациями нормативных документов. При экспертизе обязательно проверяется наличие сертификатов на УЗО (соответствие ГОСТ и нормам государственной противопожарной службы).

**7.3. Монтаж электроустановок** должен выполняться с соблюдением требований проекта (заложенных в нём схем, типов электрооборудования, материалов). Если монтаж электроустановок выполнен согласно проекту, то будет достигнут уровень электробезопасности, который заложен концептуально нормативными документами. При внесении каких-либо изменений, электробезопасность изменится в худшую сторону.

**7.4. Сертификация электроустановок зданий** проводится в соответствии с “Правилами системы сертификации электроустановок зданий” (Система сертификации ГОСТ Р.) и направлена на создание условий для обеспечения соответствия вводимых в эксплуатацию электроустановок зданий требованиям действующей нормативно-технической документации по безопасности и условиям обеспечения их удовлетворительной работы при

эксплуатации. Сертификация осуществляется путём сравнения фактических характеристик вводимой в эксплуатацию электроустановки со значениями этих же характеристик в нормативных и проектных документах. Очевидно, что даже при идеальном проведении сертификационных испытаний вводимой в эксплуатацию электроустановки, уровень электробезопасности в ней будет определён изначально той концепцией, которая заложена нормативной документацией и реализована в проекте.

**7.5. Эксплуатация электроустановок зданий** должна быть обеспечена соблюдением Правил эксплуатации в нормальном и аварийном режимах. На этом этапе могут быть выявлены слабые места электрооборудования (включая УЗО) и в монтаже электроустановки, которые могут привести к поражению электрическим током. На данном этапе выявляются и концептуальные недостатки.

**7.6. Ремонтно-восстановительные работы** включают в себя своевременную замену отказавшей электроаппаратуры. Несмотря на качественное их проведение, высококвалифицированными специалистами можно только восстановить первоначальный уровень электробезопасности, но повысить его не в состоянии.

## **8. Проектирование электроустановок с использованием УЗО.**

**8.1. Общие требования к проектам электроустановок с применением УЗО.**

8.1.1. Задачей организаций, проектирующих электроустановки зданий, а так же электроснабжающих организаций, выдающих технические условия на присоединение и ввод в эксплуатацию объектов жилищно-гражданского назначения, является подготовка проектных решений в точном соответствии с требованиями действующих норм. Основными нормативными документами являются Правила устройства электроустановок – это свод правил, разработанных и утверждённых министерством энергетики. ПУЭ

нового 7-го издания выпускаются и вводятся отдельными разделами и главами по мере выполнения работ по их пересмотру, согласованию и утверждению. Важным ведомственным документом является свод Правил по проектированию и монтажу электроустановок жилых и общественных зданий СП 31-110-2003 (Госстрой России). В то же время Госстандарт России выпускает стандарты, также регламентирующие требования к устройству электроустановок. Одним из которых является комплекс стандартов ГОСТ Р. 50571 “Электроустановки зданий”. Теоретически в силу приоритета государственных стандартов, имеющих силу закона, ПУЭ, СП 31-110-2003, являясь ведомственными документами, должны учитывать и включать в себя все требования стандартов. Однако на практике подобная задача в силу ряда причин оказалась трудновыполнимой. Это привело к тому, что требования ПУЭ (и основанные на нём требования СП 31-110-2003) содержит большое число погрешностей, которые во многих случаях серьёзно затрудняют их выполнение.

Специфика проектирования, связанная с использованием УЗО, определяется сравнительной новизной применения этих устройств в нашей стране, недостаточностью нормативной базы по их применению и некоторой путаницей, возникшей в самой нормативной базе по применению УЗО. Не следует считать, что это является исключительно особенностью России, так как в своё время с подобной проблемой сталкивалась и энергетика, некоторых европейских стран.

8.1.2. При проектировании электроустановок с применением УЗО наиболее существенное значение имеют следующие аспекты:

- анализ проектируемого объекта по условиям обеспечения необходимого уровня электробезопасности;
- выбор схемных решений с учётом особенностей работы УЗО в электроустановках при использовании различных систем заземления;
- выбор места установки в соответствии с назначением УЗО;

- выбор типа и параметров УЗО;
- обеспечение селективности действия УЗО.

## **8.2. Нормативная база применения УЗО.**

### *8.2.1. Требования ПУЭ к электроснабжению электроустановок:*

П.7.1.13.ПУЭ “Питание электроприёмников должно выполняться от сти 380/220В с системой заземления TN-S или TN-C-S”

Система TN-S выполняется в том случае, когда электроустановка получает питание от встроенной трансформаторной подстанции. В том случае, если питающая низковольтная сеть является четырёхпроводной (система типа TN-C), то после ввода в электроустановку она должна быть трансформирована в пятипроводную сеть (система TN-C-S) с разделением PEN проводника на рабочий N и защитный PE.

В нереконструируемых зданиях питание электроприёмников, как правило, выполняется с использованием типа заземления системы TN-C.

П.7.1.87 ПУЭ “На вводе в здание должна быть выполнена система уравнивания потенциалов путём объединения следующих проводящих частей:

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;
- стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;
- металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляция и кондиционирование. Такие проводящие части должны быть соединены между собой на вводе здания.

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

П.1.7.132 ПУЭ “Не допускается совмещение функций нулевого защитного и нулевого рабочего проводников в цепях однофазного тока. В

качестве нулевого защитного проводника в таких цепях должен быть предусмотрен отдельный, третий проводник.”

П.7.1.36 ПУЭ “Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприёмников, должны выполняться трёхпроводными (L – фазный, N – нулевой рабочий, PE – нулевой защитный проводники).”

П.7.135 ПУЭ “Когда нулевой рабочий и нулевой защитный проводники разделены, начиная с какой-либо точки электроустановки, не допускается объединять их за этой точкой по ходу распределения энергии.”

*8.2.2. Требования ПУЭ и других нормативных документов по применению УЗО в электроустановках:*

П.1.7.50 ПУЭ “Для дополнительной защиты от прямого прикосновения в электроустановках напряжением до 1кВ при наличии требований других глав ПУЭ следует применять устройства защитного отключения (УЗО) с номинальными отключающими дифференциальными токами не более 30mA.”

Эту электрозащитную меру применяют в нормальном режиме электроустановки здания в случае недостаточности или отказа других мер защиты от прямого прикосновения – изоляции токоведущих частей, применение ограждений и оболочек, установки барьеров, размещение вне зоны досягаемости. Причем в комплексе стандартов ГОСТ Р50571 “Электроустановки зданий” дано специальное разъяснение о том, что подобное использование УЗО не может быть единственной мерой защиты от прямых прикосновений. УЗО должно применяться в совокупности с другими мерами защиты от прямого прикосновения (например, с обязательной изоляцией опасных токоведущих частей и размещением их в оболочках).

П.17.80 ПУЭ “Не допускается применять УЗО, реагирующее на дифференциальный ток, в четырехпроводных трехфазных цепях (система

TN-C). В случае необходимости применения УЗО для защиты отдельных электроприемников, получающих питание от системы TN-C, защитной РЕ проводник электроприемника должен быть подключен к PEN проводнику цепи, питающий электроприемник, до защитно-коммутационного аппарата”.

В этом случае построение электрических цепей в электроустановке здания, которая имеет тип заземления TN-C, в месте подключения отдельного электроприемника аналогично устройству электрических цепей, которые имеются в электроустановке здания с типом заземления системы TN-C-S. Следовательно, когда устройство защиты реагирующее на дифференциальный ток, применяют для автоматического отключения питания в системах TN-C и TN-C-S, PEN проводник не должен использоваться на стороне нагрузки.

В п.1.7.151 ПУЭ содержатся следующие требования: “Для дополнительной защиты от прямого прикосновения и при косвенном прикосновении штепсельные розетки с номинальным током не более 20 А наружной установки, а также внутренней установки, но к которым могут быть подключены переносные электроприемники, используемые вне зданий либо в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, должны быть защищены устройствами защитного отключения с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА”.

П.1.7.176 ПУЭ “Для всех групповых цепей, питающих штепсельные розетки, должна быть дополнительная защита от прямого прикосновения при помощи УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не более 30 мА”.

Рассматриваемые требования распространяются на электроустановки помещения для содержания животных, которые, как правило, представляют собою помещения с повышенной опасностью. Оно, скорее, носит общий характер и фактически поглощает аналогичные требования, изложенные в ПУЭ.



П.7.148 ПУЭ (глава 7.1. ПУЭ регламентирует требования к электроустановкам жилых, общественных и бытовых зданий). “В ванных комнатах квартир и номеров гостиниц допускается установка штепсельных розеток в зоне 3 по ГОСТ Р50571.11, присоединяемых к сети через разделительные трансформаторы или защищенных устройством защитного отключения, реагирующим на дифференциальный ток, не превышающий 30 mA ”.

Аналогичные требования содержатся в п 9.2. СП 31 – 110 (Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. СП 31 – 110).

Эти, не совсем удачно сформулированные требования, следует понимать (с точки зрения применения УЗО) следующим образом: В зоне 3 по ГОСТ Р50571.11. ванных комнат квартир и номеров гостиниц допускается установка штепсельных розеток, если они защищаются устройствами защитного отключения, управляемыми дифференциальным током, которые имеют номинальный отключающий дифференциальный ток, не превышающий 0,03 А.

Кроме того п.А.4.15 СП 31 – 110 содержит следующую рекомендацию: “Для сантехкабин, ванных и душевых рекомендуется устанавливать УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током до 10 мА, если на них выделена отдельная линия, в остальных случаях, например при использовании одной линии для сантехкабин, кухни и коридора, следует использовать УЗО с номинальным дифференциальным током до 30 мА”.

Следует понимать, что использовать УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током до 10 мА, используется для защиты одного электроприемника, а не групповой электрической цепи, к которой подключено несколько электроприемников. Это связано с тем, что область применения УЗО с номинальным отключающим дифференциальным

током 0,01 А существенно ограничена токами утечки доброкачественного оборудования.

П.7.1.79 ПУЭ. В групповых сетях, питающих штепсельные розетки, следует применять УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА.

Допускается присоединять к одному УЗО несколько групповых линий через отдельные автоматические выключатели (предохранители).

Установка УЗО в линиях, питающих стационарное оборудования и светильники, а также в общих осветительных сетях, как правило, не требуется.

П.7.1.79 ПУЭ предусматривает выполнять защиту всех групповых электрических цепей штепсельных розеток УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током до 30 мА. Указанные УЗО используются в качестве дополнительной защиты при прямом прикосновении.

Требования п.7.1.79 ПУЭ допускают подключение нескольких групповых электрических цепей к одному устройству защитного отключения. Однако максимальное число подключаемых электрических цепей должно быть таким, чтобы суммарный ток утечки не вызывал ложных срабатываний УЗО.

Требования п.7.1.79 ПУЭ разрешающее в большинстве случаев не выполнять защиту групповых электрических цепей освещения и стационарных электроприемников устройствами защитного отключения справедливо, когда электроустановки зданий соответствуют типам заземления системы TN-C, TN-S и TN-C-S.

Однако в этих условиях должна выполняться проверка, подтверждающая возможность отключения устройствами защиты от сверхтока в нормированное время электрических цепей с аварийным электрооборудованием класса I в соответствии с п.7.1.72. ПУЭ.

П.7.1.72 ПУЭ “Если устройство защиты от сверхтока (автоматический выключатель, предохранитель) не обеспечивает время автоматического отключения 0,4 с при номинальном напряжении 220 – 230 В из-за низких значений токов короткого замыкания и установка (квартира) не охвачена системой уравнения потенциалов, установка УЗО является обязательной.”

В данном пункте ПУЭ речь идет об отсутствии системы дополнительного уравнивания потенциалов в частях электроустановок здания, имеющих групповые электрические цепи, в которых не обеспечивается их отключение устройствами защиты от сверхтока (в течении нормированного времени) из-за малых значений тока замыкания на землю.

В разделе 6 ПУЭ “Электрическое освещение содержатся требования, которые следует выполнять при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок освещения и частей низковольтных электроустановок, используемых для освещения”.

П.6.1.14 ПУЭ “В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения над полом или площадкой обслуживания менее 2,5 м применение светильников класса защиты **0** запрещается, необходимо применять светильники класса защиты **2** или **3** допускается использование светильников класса защиты **1**, в этом случае цепь должна быть защищена УЗО с током срабатывания до 30 мА”.

В рассматриваемых требованиях речь идет о светильниках класса **0**, **I**, **II** и **III** и об УЗО имеющих номинальный отключающий дифференциальный ток до 30 мА.

П.6.1.16 ПУЭ гласит: “Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности – не выше 220 В и в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных – не выше 50 В. в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных допускается

напряжение до 220 В для светильников, в этом случае должно быть предусмотрено или защитное отключение линии при токе утечки до 30 мА.

П.1.6.49. ПУЭ “Для установок наружного освещения: освещения фасадов зданий, монументов и т.п. наружной световой рекламы и указателей в сетях TN-S и TN-C-S рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 30 мА, при этом значение фоновое значение токов утечки должно быть, по крайней мере, в три раза меньше уставки срабатывания УЗО по дифференциальному току”.

В данном пункте речь идет о дополнительной защите при прямом прикосновении с помощью УЗО в электроустановках освещения, соответствующих типам заземления системы TN-S и TN-C-S (или об электрических системах, имеющих указанные типы заземления системы). Рассматриваемые требования предписывают применения УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током до 30 мА относятся к УЗО типа “АС” и ограничивают ток утечки значением в 10 мА.

Устройство защитного отключения типа “А”, имеющее номинальный отключающий дифференциальный ток 30 мА, может сработать при меньшем значении тока утечки, например, равном 3,5 мА, если светильники оснащены электронными пускорегулирующими устройствами и угол задержки тока равен  $135^{\circ}$ .

П.6.4.18 ПУЭ “Установки световой рекламы, архитектурного освещения зданий следует, как правило, питать по самостоятельным линиям.... Для линии должна предусматриваться защита от сверхтока и токов утечки (УЗО)”.

Этот пункт ПУЭ следует понимать, таким образом, что электрические цепи в электроустановках освещения, в том числе используемые для освещения зданий и световой рекламы следует защищать от сверхтока и от токов замыкания на землю (УЗО), которые могут возникнуть при

повреждении основной изоляции каких-то токоведущих частей светильников.

Одновременно УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током до 30 мА служат для дополнительной защиты от поражения электрическим током при прямом прикосновении.

В п.14.36 СП 31 – 110 сказано: В кабинетах и лабораториях школ розетки на столах учеников, а также лабораторные щитки должны быть подключены через аппарат управления, установленный на столе преподавателя. Линии питания розеток следует подключать через фазделительный трансформатор или защищать устройством защитного отключения на ток до 30 мА.

В этом пункте СП 31 – 110 речь идет о защите групповых электрических цепей штепсельных розеток УЗО, имеющим номинальный отключающий дифференциальный ток до 30 мА.

Пункт А.7 СП 31 – 110 рекомендует применять устройства защитного отключения в существующих электроустановках зданий для повышения уровня защиты от поражения электрическим током: “Использование УЗО для объектов действующего жилого фонда с двухпроводными сетями, где электроприемники не имеют защитного заземления, являются эффективным средством в части повышения электробезопасности. Срабатывание УЗО при замыкании на корпус в таких сетях происходит только при появлении дифференциального тока, т.е. при непосредственном прикосновении к корпусу (соединении с “землей”). В соответствии с этим установка УЗО может быть рекомендована как временная мера повышения безопасности до проведения полной реконструкции. Решение об установке УЗО должно приниматься в каждом конкретном случае после получения объективных данных о состоянии электропроводок и приведения оборудования в исправное состояние”.

П.А. 1.2 СП 31 – 110 “Суммарное значение тока утечки сети с учетом присоединяемых стационарных и переносных электроприемников в нормальном режиме работы не должен превосходить 1/3 номинального тока УЗО. При отсутствии данных о токах утечки электроприемников его следует принимать из расчета 0,4 мА на 1 А тока нагрузки, а ток утечки сети – из расчета 10 мкА на 1 м длины фазного проводника”.

Аналогичные требования содержатся в П.7.1.83 ПУЭ и П.6.1.49 ПУЭ. Замечания сделанные к П.6.1.49. ПУЭ полностью относятся и к П.А.1.2. СП 31 – 110.

П.7.1.78 ПУЭ “В зданиях могут применяться УЗО типа “А”, реагирующее как на переменные, так и на пульсирующие токи повреждения, или “АС”, реагирующие только на переменные токи утечки...”

Учитывая использование большого числа современных бытовых электроприемников (стиральные машины с регулятором скорости, реагируемые источники света, телевизоры и т.д.), которые могут являться источником пульсирующих постоянных токов утечки и токов замыкания на землю, в электроустановках жилых зданий, как правило, следует применять УЗО типа “А”. В обоснованных случаях, как исключение, можно использовать УЗО типа “АС”.

П.7.1.75 ПУЭ “Во всех случаях применение УЗО должно обеспечивать надежную коммутацию цепей нагрузки с учетом возможных перегрузок”.

П.7.1.76 ПУЭ “Рекомендуется использовать УЗО, представляющее единый аппарат с автоматическим выключателем, обеспечивающим защиту от сверхтока. Не допускается использовать УЗО в групповых линиях, не имеющих защиты от сверхтока, без дополнительного аппарата, обеспечивающего эту защиту. При использовании УЗО, не имеющих защиты от сверхтока, должна быть проведена расчетная проверка УЗО в режимах сверхтока с учетом защитных характеристик вышестоящего аппарата, обеспечивающего его защиту от сверхтока...”

Пункты 7.1.75 и 7.1.76 ПУЭ предписывают согласовывать характеристики УЗО и, прежде всего, его номинальный ток с электрическими токами, протекающими в главной цепи УЗО. Номинальный ток устройства защитного отключения должен быть больше суммарного рабочего тока подключаемых к нему электрических цепей. УЗО без встроенной защиты от сверхтока должно быть защищено от токов перегрузки и короткого замыкания автоматическим выключателем или плавким предохранителем. Обычно к одному УЗО подключают несколько электрических цепей, каждая из которых должны иметь защиту от сверхтока автоматическим выключателем (плавким предохранителем). Поэтому во многих случаях целесообразно использовать УЗО без встроенной защиты от сверхтока. При этом номинальный ток УЗО рекомендуется выбирать равным или на ступень больше номинального тока пуско-защитного устройства (ПЗУ). Рекомендованные соотношения номинальных токов нагрузки ПЗУ и УЗО показаны в табл. 6 (Приложение 2).

П.7.1.73 ПУЭ “При установке УЗО последовательно должны выполняться требования селективности. При двух- и многоступенчатой схемах, УЗО расположенное ближе к источнику питания, должно иметь уставку и время срабатывания не менее, чем в три раза больше, чем у УЗО расположенного ближе к потребителю”.

Требование об обеспечении трех кратного соотношения времени отключения у последовательно включенных УЗО выполнить невозможно. Первое УЗО, расположенное ближе к источнику питания, должно быть типа S, а второе УЗО – общего типа. В соответствии с ГОСТ (ГОСТ Р50807, ГОСТ Р51326.1, ГОСТ Р51327) фактическое время отключения УЗО типа S при токах замыкания на землю, превышающих его пятикратный номинальный отключающий дифференциальный ток, может быть равным – 0,05 с, а время отключения УЗО общего применения при этом токе

замыкания на землю может быть равным 0,03 с (оно не должно превышать 0,04 с).

Требование п.7.1.83 ПУЭ ограничивает использование УЗО в низковольтных электроустановках: “Установка УЗО запрещается для электроприемников, отключение которых может привести к ситуации, опасным для потребителей (к отключению пожарной сигнализации и т.п.)”.

Требования п.7.1.77 ПУЭ ограничивают использование УЗО, которые функционально зависят от напряжения: “В жилых зданиях не допускается применять УЗО, автоматически отключающие потребителя от сети при исчезновении или недопустимом падении напряжения сети. При этом УЗО должно сохранять работоспособность на время не менее 5 секунд при снижении напряжения до 50%”.

ПУЭ определяют требования к местам расположения УЗО, в том числе и противопожарного назначения.

П.1.7.153 ПУЭ “УЗО защиты розеточных цепей рекомендуется размещать в распределительных (групповых, квартирных) щитках”.

П.1.7.177 ПУЭ “В животноводческих помещениях, в которых отсутствуют условия, требующие выполнения выравнивания потенциалов, должна быть выполнена защита при помощи УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током не менее 100 мА, устанавливаемых на вводном щитке”.

П.7.1.84 ПУЭ “Для повышения уровня защиты от возгорания при замыкании на заземленные части, когда величина тока недостаточна для срабатывания максимальной токовой защиты, на вводе в квартиру, индивидуальный дом и т.п. рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 300 мА ”.



**8.3. На основании рассмотрения существующих нормативных документов следует сделать вывод, что:**

- установка УЗО обязательна для защиты электрических цепей розеточных групп независимо от класса помещений в отношении поражения людей электрическим током;

- рекомендуется установка УЗО в помещениях без повышенной опасности, для защиты электрических цепей осветительного и стационарного электрооборудования класса I;

- В помещениях с повышенной опасностью, защита электрических цепей светильников класса I напряжением 220В с помощью УЗО обязательна, для светильников общего освещения с высотой подвеса менее 2,5м и светильников местного освещения.

- установка УЗО обязательна для защиты электрических цепей светильников и стационарного электрооборудования класса I в том случае, когда в электроустановках с типом заземления системы TN невозможно выполнить требование пункта 1.7.79 ПУЭ, в отношении времени автоматического отключения питания при замыкании на корпус электрооборудования;

- установка УЗО на вводе электроустановки выполняющего противопожарные функции обязательна (УЗО второй ступени);

- допускается не устанавливать УЗО на вводе в электроустановку, если все групповые электрические цепи защищены УЗО, которые кроме дополнительной защиты при прямом прикосновении будут выполнять и противопожарные функции;

- не допускается установка УЗО, действующих на отключение, в электроустановках, отключение которых может привести к опасным последствиям: созданию непосредственной угрозы для жизни людей, возникновению взрывов и т.п. Установка УЗО в электрических цепях, питающих пожарную сигнализацию, так же не допускается.

8.4. Устройства защитного отключения размещают в низковольтных распределительных устройствах, типы которых и места установки определяют в проекте электроустановки здания.

УЗО типа S, предназначенные для осуществления противопожарной защиты устанавливают на вводе питающей линии в водно-распределительные устройства (ВРУ, ВРЩ).

УЗО общего применения предназначены для комплектации распределительных щитов (РЩ), групповых щитков (ГРЩ) квартирных и этажных, а также для защиты отдельных электроприёмников.

Распределительные устройства устанавливают в помещениях без повышенной опасности поражения электрическим током, в местах удобных для обслуживания.

В помещениях с повышенной опасностью, УЗО должно быть размещено в пылевлагонепроницаемых щитах класса не ниже IP54 или иметь соответствующий корпус.

Наиболее типичные случаи применения УЗО в электроустановках зданий с типом заземления системы TN и места их установки представлены в таблице 7 (Приложение 2).

В приложении 3 также даны технические данные некоторых типов УЗО выпускаемых отечественной промышленностью.

### ***8.5. Выбор технических характеристик УЗО.***

Устройства защитного отключения выбирают по расчетным условиям нормального режима и проверяются по условиям действия токов к.з., протекающим как в электрической цепи, так и по проводникам УЗО. При этом заданные и расчетные электрические величины сопоставляют с данными предприятий – изготовителей.

8.5.1. При выборе по расчетным условиям нормального режима должны быть выполнены следующие требования.

$$1) U_n \geq U_{с.ном},$$

где  $U_{с.ном}$  - номинально напряжение сети,

Для зависимых УЗО (электронных) в случае защиты от косвенного прикосновения следует дополнительно определить значение напряжений,  $U_{min}$  при котором они сохраняют работоспособность.

$$U_{min} = \frac{1}{2} \alpha U,$$

где  $U$  - номинальное напряжение сети;

$$\alpha = \frac{l_{PE}}{L}, \quad l_{PE}, L - \text{электрические длины участков сети TN-S и TN-C-S.}$$

Полученные значения  $U_{min}$  должно соответствовать диапазону предельных значений напряжений УЗО.

$$2) I_n \geq I_{раб.макс},$$

где  $I_{раб.макс}$  - расчетное значение длительно протекающего тока нагрузки.

Для УЗО без встроенной защиты от сверхтока, последовательно с которым включается ПЗУ, должно быть выполнено дополнительное условие:

$$I_n \geq I_{ном.ПЗУ},$$

где  $I_{ном.ПЗУ}$  - номинальный ток соответствующей защиты.

Обычно номинальный ток УЗО должен быть равен или на ступень выше номинального тока защитного устройства от сверхтоков.

3) Значение номинального отключающего дифференциального тока  $I_{\Delta n}$  следует принять по табл. 7 (приложение 2), таким образом, чтобы выполнялось условие

$$I_{\Delta n0} \geq 1,5 I_{\Delta},$$

где  $I_{\Delta n0}$  - номинальный неотключающий дифференциальный ток,

$I_{\Delta}$  - суммарный ток утечки защищаемой электрической цепи.

Для УЗО типов “А” “АС” значение номинального неотключающего синусоидального тока

$$I_{\Delta n 0} = 0,5I_{\Delta n}, \text{ а для УЗО типа “А” значение номинального}$$

неотключающего пульсирующего постоянного тока

$$I_{\Delta n 0} = 0,1I_{\Delta n},$$

где  $I_{\Delta n}$  - паспортные значения номинального отключающего дифференциального тока.

При отсутствии фактических (измеренных) значений суммарного тока утечки в электроустановках следует принимать ток утечки электроприемников из расчета 0,4 мА на 1А тока нагрузки, а ток утечки электрической цепи из расчета 10 мкА на 1 м длины фазного проводника.

#### 8.5.2. Проверка по условиям действия токов К.З.:

1) Проверка соответствия УЗО по номинальной включающей и отключающей способности

$$I_{\Delta n} > I_{k.min},$$

где  $I_{\Delta n}$  - номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току;

$I_{k.min}$  - ток, соответствующий однофазному короткому замыканию в самой удаленной точке электрической цепи к которой подключены электроприемники класса I.

Если полное сопротивление цепи со стороны источника питания неизвестно, то этот ток можно определить по следующему выражению

$$I_{k.min} = \frac{0,8U_0}{1,5\rho(1+m) \cdot L / \rho},$$

где  $I_{k.min}$  - ожидаемый ток короткого замыкания, А;

$U_0$  - номинальное напряжение источника питания между фазой и нейтралью, В;

$\rho$  - электрическое удельное сопротивление жилы кабеля, принимается  $0,018 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  для меди и  $0,027 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  для алюминия. Для проводников с площадью поперечного сечения выше  $95 \text{ мм}^2$  должно учитываться реактивное сопротивление;

1,5 – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления проводников вследствие превышения температуры при к.з.;

0,8 – коэффициент, учитывающий снижение напряжения на вводе в электроустановку при к.з.;

$m$  - отношение между сопротивлением нейтрального проводника и сопротивлением фазного проводника (или отношение между площадью поперечного сечения фазного проводника и площадью поперечного сечения нейтрального проводника, если они выполнены из одного и того же материала);

$L$  - длина электрической цепи, м;

$S$  - площадь поперечного сечения жилы кабеля,  $\text{мм}^2$ .

Если известно полное сопротивление цепи со стороны источника питания, то минимальный ожидаемый ток короткого замыкания можно определить по более простому выражению

$$I_{k.\min} \approx \frac{I_k^{(1)}}{1,5},$$

где  $I_k^{(1)}$  - ток соответствующий металлическому однофазному замыканию в самой удаленной точке электрической цепи (определяется по стандартной методике).

## 2) Проверка соответствия УЗО по электродинамической стойкости

$$I_{nc} \geq i_{уд.\max} = 2,55 I_{\max}^{(3)},$$

где  $I_{nc}$  - номинальный условный ток короткого замыкания, А;

$i_{уд.\max}$  - ударный ток к.з.;

$I_{\max}^{(3)}$  - максимальное значение тока трехфазного к.з. в месте установки УЗО, А.

3) Проверка соответствия УЗО по термической стойкости

$$I_T^2 t \geq I_{к.з.}^2 t,$$

$I_T^2 t$  - интеграл Джоуля УЗО,  $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$  (при отсутствии паспортных данных принять минимальное значение табл. 3 (Приложение 2));

$I_{к.з.}^2 t \approx 0,1(I_{\max}^{(3)})^2$  - тепловой импульс тока трехфазного к.з. в месте установки УЗО.

Для устройств защитного отключения со встроенной защитой от сверхтоков проверку соответствия УЗО условиям действия токов к.з. проводят как для автоматических выключателей по стандартной методике.

### **8.6. Селективность УЗО.**

Как уже было показано, селективность действия УЗО при двух ступенчатой защите обеспечивается:

1) по току при выполнении условия  $I_{\Delta nII} \geq 3I_{\Delta nI}$ ,

где  $I_{\Delta nII}$  - номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО второй ступени защиты;  $I_{\Delta nI}$  - номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО первой ступени защиты.

2) по времени при использовании в первой ступени защиты УЗО общего назначения, а во второй ступени защиты УЗО типа S.

Расчетная проверка координации УЗО без встроенной защиты от сверхтока и автоматических выключателей, включенных последовательно с УЗО (по условиям действия токов перегрузки и короткого замыкания) не приводится, так как пока отсутствует утвержденная методика такой проверки.

Приведенная выше методика выбора технических характеристик УЗО и их координации с ПЗУ, в дальнейшем будет уточняться по мере выхода

новой нормативной базы. К примеру в настоящее время готовится к изданию ГОСТ Р (МЭК 364 – 5 – 53) “Выбор пускозащитной аппаратуры”.

### **8.7. Схемы подключения УЗО в электроустановках зданий с типом заземления системы TN.**

Применение УЗО иллюстрируется на примере трехфазного вводно-распределительного щита (ВРЩ) электроустановок квартиры повышенной комфортности.

Электроустановка квартиры соответствует типу заземления системы TN-C-S. Вводно-распределительный щит квартиры подключен к этажному щитку пятипроводной линией имеющей три фазных проводника L1, L2, L3, нулевой рабочий проводник N и нулевой защитный проводник PE. В этажном щитке установлен четырехполюсный выключатель QF1 с номинальным током 40 А и типом мгновенного расцепления С (QF1 C40). Выключатель имеет три защищенных полюса и коммутирующий нейтральный полюс. Разделение PEN проводника на PE и N проводник выполнено до автоматического выключателя QF1.

В вводно-распределительном щитке квартиры установлено четырех полюсное УЗО QF2 типа S без защиты от сверхтока с номинальным током 63 А и номинальным отключающим дифференциальным током 0,3 А. (QF2 63, 0,3) УЗО QF2 предназначено для предотвращения возгорания электроустановки квартиры.

К сборным шинам ВРЩ, состоящих из фазных L1, L2, L3, нулевого рабочего проводника N и нулевого защитного PE проводников подключаются электроприемники следующих групповых электрических цепей:

- гр.1, гр.2, гр.3 – цепи освещения комнат;
- гр.4, гр.5, гр.6 – цепи штепсельных розеток комнат;
- гр.7 – цепи освещения кухни и коридора;
- гр.8 – цепи штепсельных розеток кухни;

гр.9 – электрические цепи ванной;

гр.10 – цепи электрической плиты или водонагревателя.

Подключение групповых электрических цепей электроприёмников к щиткам ВРУ осуществляется через УЗО общего назначения без защиты от сверхтока QF3, QF7, QF11, QF15. Эти УЗО предназначены для дополнительной защиты при прямом прикосновении и имеют номинальный отключающий дифференциальный ток  $I_{\Delta n} = 0,03A$

Установка на вводе УЗО типа S  $I_{\Delta n} = 0,3A$ , а в групповых электрических цепях УЗО, общего назначения  $I_{\Delta n} = 0,03A$  обеспечивает селективность действия такой двухступенчатой защит.

Для защиты проводов и кабелей однофазных электрических цепей в ВРЩ установлены однополюсные автоматические выключатели имеющие номинальные токи 10 и 16 А и типы мгновенного расцепления В или С.

В тех групповых цепях где включены электроприемники имеющие импульсные источники питания целесообразно использовать УЗО типа “А”.

На рис. 3, 4, 5 приведены примеры схем электроснабжения электроустановок зданий с использованием АСТРО \*УЗО и автоматических четырехполюсных и двухполюсных автоматических выключателей с защитой от сверхтока в фазных полюсах и коммутирующим нейтральным полюсом. Автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления С использованы в групповых электрических цепях, в которых возможны большие пусковые токи. В остальных групповых электрических цепях использованы автоматические выключатели с типом мгновенного расцепления В.



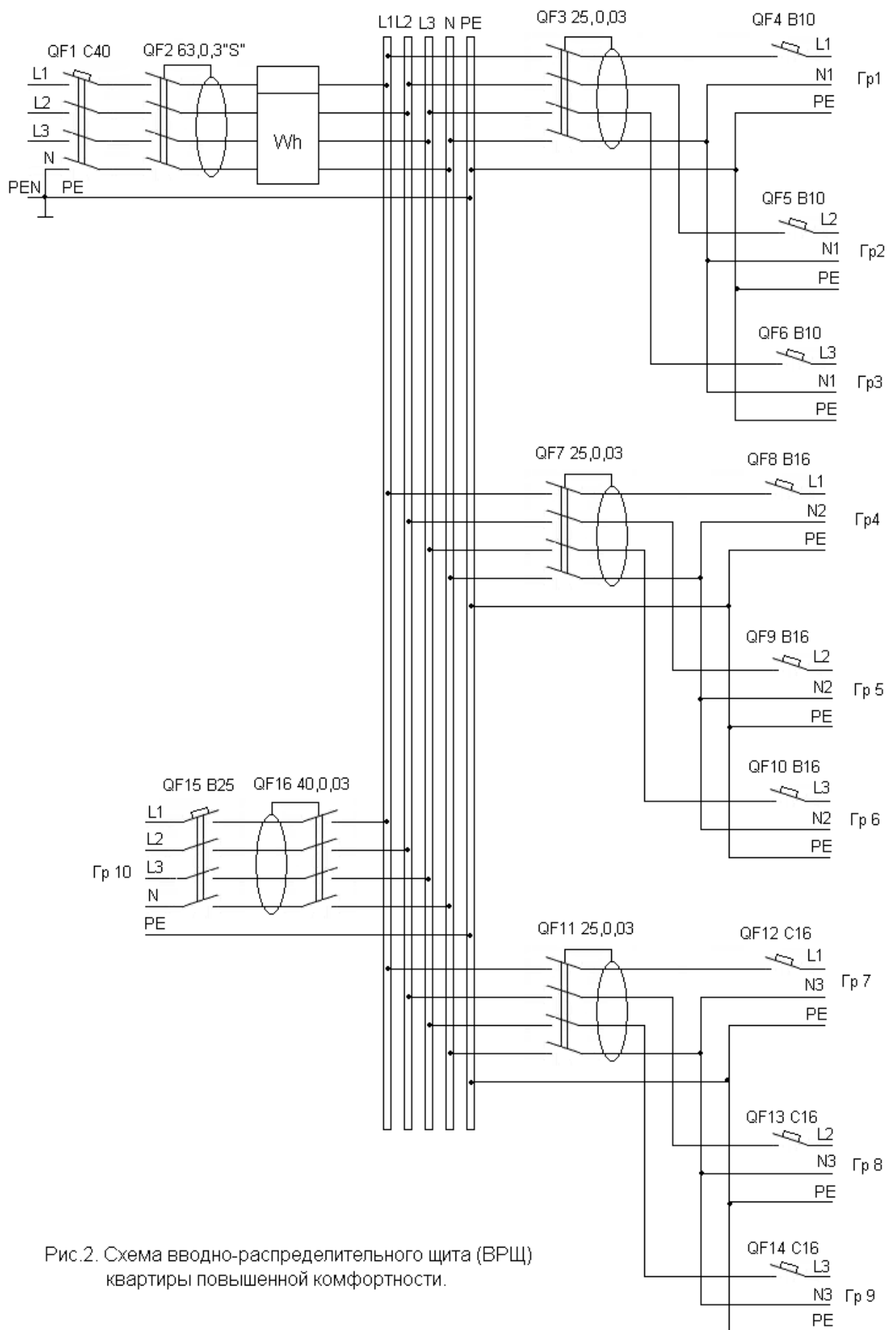


Рис.2. Схема вводно-распределительного щита (ВРЩ) квартиры повышенной комфортности.

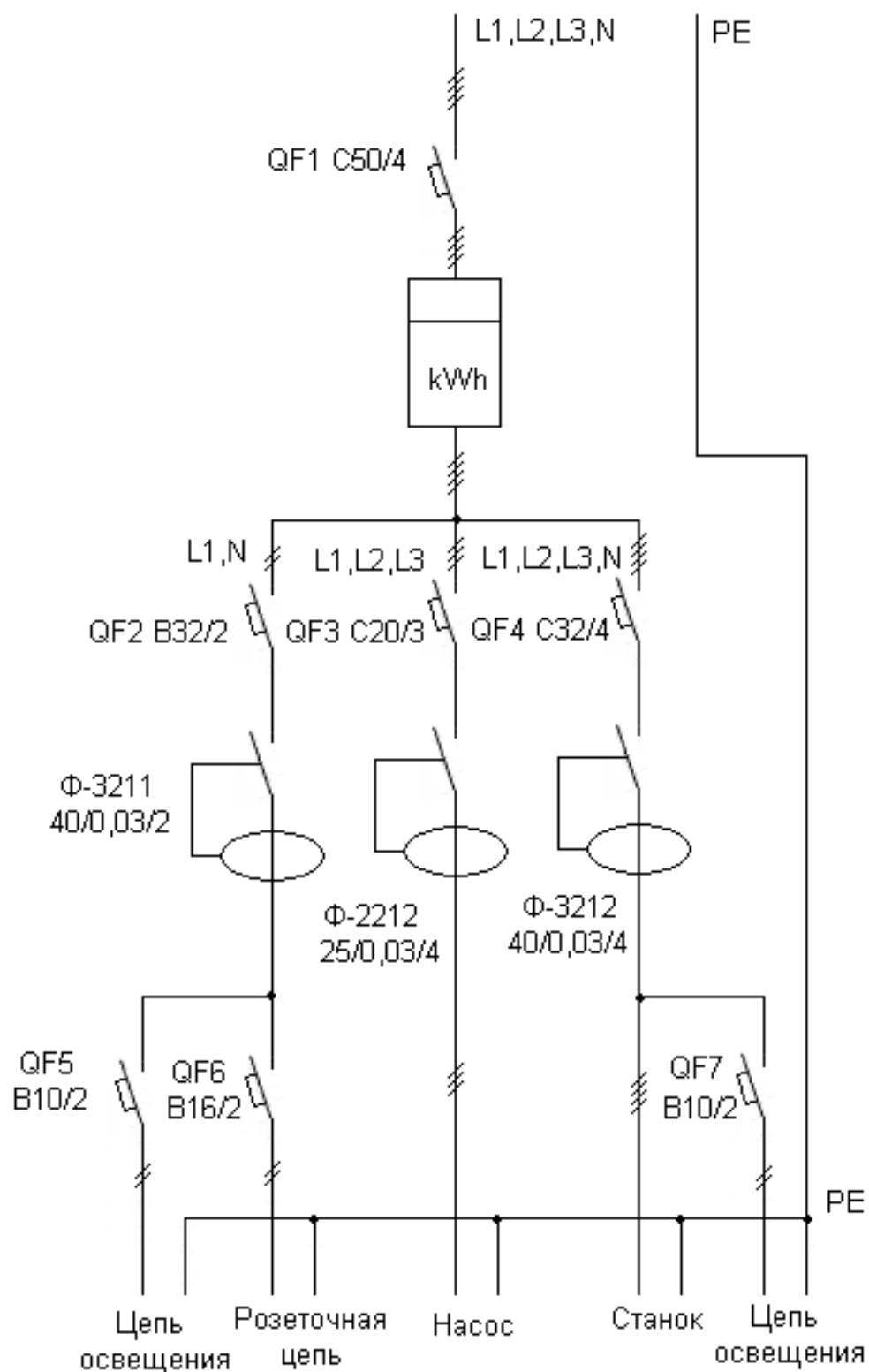


Рис.3. Схема электроснабжения мастерской с системой TN-S.

Рекомендуется при смешанной (одно- и трёхфазной) нагрузке применение двух- и четырёхполюсных УЗО.

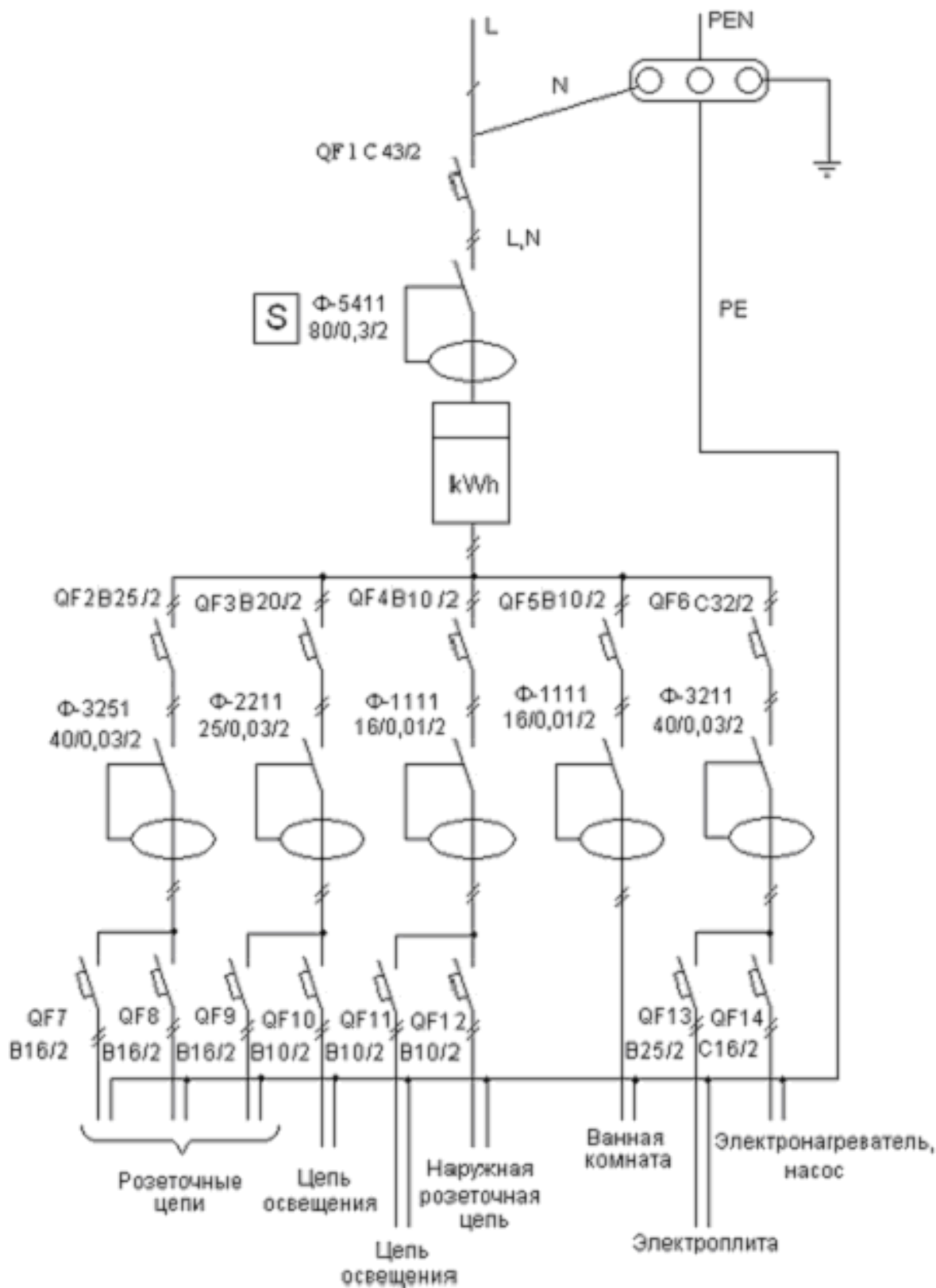


Рис. 4. Схема электроснабжения коттеджа с системой TN-C-S.

Рекомендуется при однофазном вводе, выполнена полная защита всех групповых потребителей.

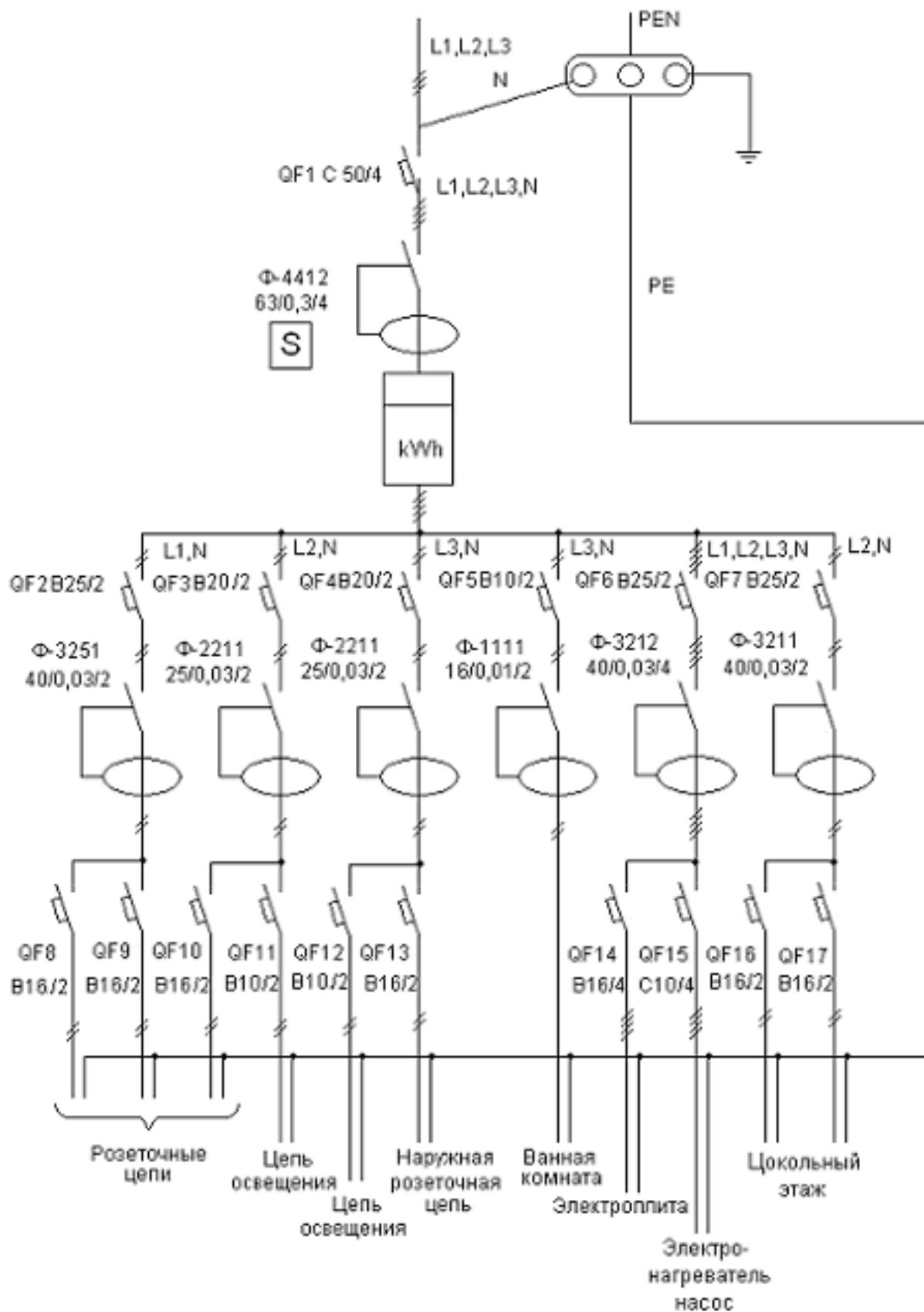


Рис.5. Схема электроснабжения коттеджа с системой TN-C-S

Рекомендуется при трёхфазном входе, применены двух- и четырёхполюсные УЗО.

## **9. Требования к монтажу УЗО.**

9.1. Монтаж устройств защитного включения должен производиться в строгом соответствии с проектом электроустановки. Так как в настоящее время в эксплуатации находятся как старые электроустановки с типом заземления системы TN-C, так и новые, с типом заземления системы TN-C-S, то при монтаже необходимо внимательное исследование системы заземления с тем, чтобы выполнить четкое разделение нулевого рабочего и нулевого защитного проводников.

9.2. В электроустановках с типом заземления системы TN-C должно быть выполнено в групповом щитке перед головным коммутационным аппаратом. Подключение PE и N проводника к совмещенному PEN проводнику под один зажим запрещается. В электроустановках с типом заземления системы TN-C-S на вводе в электроустановку должна быть выполнена основная система уравнивания потенциала и в групповые распределительные щитки должны быть введены отдельные защитный PE и рабочий N нулевые проводники. Для правильной работы УЗО необходимо чтобы нулевой рабочий проводник N не имел электрического контакта с нулевым защитным проводником и заземленным элементом электроустановки в зоне действия УЗО.

9.3. Должна быть обеспечена правильная фазировка подключенных к УЗО проводников, фазных и нулевых. Цветовая маркировка должна соответствовать требованиям ПУЭ и ГОСТ Р50462.

Рабочие нулевые проводники обозначаются буквой N и голубым цветом, нулевые защитные проводники обозначаются буквами PE и чередующимися полосами желтого и зеленого цвета. Совмещенные нулевые защиты и рабочие проводники обозначаются буквами PEN и цветовой комбинацией: голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах. Фазные проводники могут обозначаться буквой L и черным,

коричневым, красным, оранжевым, синим, фиолетовым, серым, белым, розовым и бирюзовым цветами.

9.4. При монтаже электроустановок следует применять только двухполюсные ( в однофазных ) и четырехполюсные ( в трехфазных цепях ) УЗО.

Для удобства эксплуатации электроустановок с использованием УЗО целесообразно применять двух и четырехполюсные автоматические выключатели коммутирующие как фазные, так и нулевые проводники. Только в этом случае методом последовательных отключений возможно найти дефектную электрическую цепь без демонтажа схемы.

## **10. Проверка УЗО при приёмосдаточных испытаниях (сертификация электроустановок с использованием УЗО).**

### ***10.1. Проверка технической документации.***

Комплект технической документации должен включать в себя: сертификаты на соответствие УЗО действующим нормам; паспорт ( руководство по эксплуатации ) на УЗО со штампом ОТК предприятия изготовителя, датой изготовления, отметкой о продаже, указанием гарантийного срока и способа подключения устройства.

### ***10.2. Проверка правильности выбора места установки и параметров УЗО в схеме электроустановки.***

Проверка включает в себя:

- обоснованность выбора зоны защиты УЗО;
- соответствие типа и параметров УЗО расчетным;
- соответствие номинального тока устройства защиты от сверхтока номинальному току нагрузки УЗО.

### ***10.3. Проверка правильности монтажа УЗО.***

Проверка правильности монтажа включает в себя:

- проверку соответствия монтажа утвержденной схеме электроустановки;
- проверку фазировки и маркировки подключенных к УЗО фазных и нулевых проводников;
- проверку отсутствия соединения между нулевым рабочим проводником и нулевым защитным проводником, а также заземленными корпусами электрооборудования в зоне действия УЗО: следует обратить особое внимание на то, что в электроустановках с типом заземления системы TN-C, защитный проводник РЕ должен быть подключен к совмещенному PEN проводнику ( во ВРУ или РЩ ) перед головным УЗО.

### ***10.4. Проверка работоспособности УЗО в составе электроустановки.***

Проверка работоспособности УЗО заключается в следующем:

- проверка фиксации органа управления УЗО в двух четко различающихся положениях включено (ВКЛ) и отключено (ОТКЛ);
- проверка срабатывания УЗО при нажатии кнопки «Тест»;
- измерение отключающего дифференциального тока УЗО (по стандартным методикам);
- измерение тока утечки электроустановки в зоне защиты УЗО ( по стандартной методике);
- проверка работоспособности системы защиты на базе УЗО электроустановки в целом. ( путем имитации тока утечки в вероятных местах контакта человека с токопроводящими частями электрооборудования).

## **11. Эксплуатационный контроль УЗО.**

Эксплуатационный контроль УЗО заключается в ежемесячной проверке УЗО путем нажатия кнопки «Тест».

Результаты проверки заносятся в карту эксплуатационного контроля заведенную на каждое УЗО при сдаче электроустановки в эксплуатацию.

Карта эксплуатационного контроля крепится к двери ВРУ или РЩ для напоминания владельцу электроустановки о необходимости ежемесячных проверок исправности УЗО.



## СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.

1. КОМПЛЕКС ГОСТ Р 50571. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ – М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 2001.
2. ГОСТ Р МЭК 61140-200. ЗАЩИТА ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ. – М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 2001.
3. РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА № 6 – М.: АОРЭСЭП, 1996.
4. ГОСТ Р. 50807-95 ( МЭК 755-83) УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНЫЕ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ( ОСТАТОЧНЫМ) ТОКОМ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ. – М.: ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 1996.
5. ГОСТ Р. 51326.1-95 ( МЭК 755-83) ВЫКЛЮЧАТЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ТОКОМ, БЫТОВОГО И АНАЛОГИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ БЕЗ ВСТРОЕННОЙ ЗАЩИТЫ ОТ СВЕРХТОКОВ. ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ. – М.: ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 2000.
6. ГОСТ Р 51327.1-99 ( МЭК 61009-1-96) ВЫКЛЮЧАТЕЛИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ТОКОМ, БЫТОВОГО И АНАЛОГИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ СО ВСТРОЕННОЙ ЗАЩИТОЙ ОТ СВЕРХТОКОВ. ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ. – М.: ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 2000.
7. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. СЕДЬМОЕ ИЗДАНИЕ. – М.: ЭНЕРГОСЕРВИС, 2005.
8. СП 31-110-2003 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. – СП.: IDEAN, 2004.
9. ГОСТ Р 500 30.1-2000 ( МЭК 60947-1-99) АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ. ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ. – М.: ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 2001.
10. ГОСТ Р 500 30.2-99 ( МЭК 60947-2-98) АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ. ЧАСТЬ 2. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ. – М.: ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 2000.
11. ГОСТ Р 50345-99 ( ПЭК 60898-95) АППАРАТУРА МАЛОГАБАРИТНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СВЕРХТОКОВ БЫТОВОГО И АНАЛОГИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. – М.: ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 2000.
12. ГОСТ Р 51778-2001. ЩИТКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. – М.: ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 2000.

13. ПРАВИЛА СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЗДАНИЙ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ. – М.: ИПЭК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ, 1996.
14. УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ( УЗО). ТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДБОРКА. – В.: ИЗДАТЕЛЬСТВО ЦНТИ, 1998.
15. УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ. ( ВЫКЛЮЧАТЕЛИ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ТОКОМ). УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ. – М.:УМИТЦ МОСГОСЭНЕРГОНАДЗОРА, 2001.
16. УЗО. УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ. УЧЕБНО-СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ. – М.: ЭНЕРГОСЕРВИС, 2003.
17. КАРЯКИН Р.Н. УСЛОВИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УЗО-Д В СИСТЕМЕ TN. – ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА. 1999, №5
18. В. ХАРЕЧКО Ю.ХАРЕЧКО. ТРЕБОВАНИЯ ПРАВИЛ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПО ПРИМЕНЕНИЮ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ. – ЭНЕРГЕТИК. 20005 №5.
19. В.ХАРЕЧКО Ю.ХАРЕЧКО. РЕКОМЕНДАЦИИ СВОДА ПРАВИЛ СП 31-110 ПО ПРИМЕНЕНИЮ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ. – ЭНЕРГЕТИК. 2005 №6.
20. РАСЧЕТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ И ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ. ПОД РЕДАКЦИЕЙ И.П.КРЮЧКОВА И В.А.СТАРШИНОВА. – М.: АСАДЕМА, 2005.
21. И.Л.Будзко, Т.Б.Лещинская, В.И.Сукманов. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА. – М.: КОЛОС, 2000
22. В.Н.ХАРЕЧКО. ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ. – М.: ЭНЕРГОСОРВИС, 2004.
23. Р.Н,КАРЯКИН. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. СПРАВОЧНИК. – М.: ЭНЕРГОСЕРВИС, 2004.
24. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. СПРАВОЧНИК. – М.: ИНФОРМ ЭЛЕКТРО, 2004.
25. КАТАЛОГ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ. – ИНТЕР ЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ, 2004.
26. КАТАЛОГ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ. – ГРУППА ПРЕДПРИЯТИЙ «ЭТМ», 2005.

## Приложение 1. Термины и определения.

### А

**АВДТ** - см. автоматический выключатель, управляемый дифференциальным током со встроенной защитой от сверх тока.

**АВДТ с выдержкой времени отключения (АВДТ типа S)-АВДТ**, специально предназначенный для обеспечения заранее установленного значения предельного времени неотключения, соответствующего данному значению дифференциального тока.

**АВДТ типа А** - АВДТ, срабатывание которого обеспечивается и синусоидальным переменным, и пульсирующим постоянным дифференциальными токами путем или внезапного приложения, или медленного нарастания.

**АВДТ типа АС** -АВДТ, срабатывание которого обеспечивается синусоидальным переменным дифференциальным током путем или внезапного приложения, или медленного нарастания.

**АВДТ, функционально независимый от напряжения** - АВДТ, для которого функции обнаружения, сравнения и отключения не зависят от напряжения в месте его установки.

**АВДТ, функционально зависящий от напряжения** - АВДТ, для которого функции обнаружения, сравнения и отключения зависят от напряжения в месте его установки.

**Автоматический выключатель** - контактный коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключить токи при нормальном состоянии электрической цепи, а также включать, проводить в течение заданного времени и автоматически отключать токи в указанном аномальном состоянии электрической цепи, например, при коротком замыкании.

**Автоматический выключатель, управляемый дифференциальным током** - контактный коммутационный аппарат, предназначенный для включения, проведения и отключения токов при нормальных условиях электрической цепи, и также автоматического отключения электрической цепи в случае, когда значение дифференциального тока достигает заданной величины в определенных условиях.

**Автоматический выключатель, управляемый дифференциальным током без встроенной защиты от сверхтока (ВДТ)** - управляемый дифференциальным током автоматический выключатель, не предназначенный для выполнения функции защиты от сверхтока.

**Автоматический выключатель, управляемый дифференциальным током со встроенной защитой от сверхтока (АВДТ)** - управляемый дифференциальным током автоматический выключатель, предназначенный для выполнения функции защиты от сверхтока.

## **Б**

**Безопасный разделительный трансформатор** - разделительный трансформатор, предназначенный для обеспечения электрооборудования сверхнизким напряжением.

## **В**

**Ввод (в здание)** - точка, в которой электроэнергия вводится в здание.

**Ввод (в электроустановку здания)** - точка, в которой электроэнергия вводится в электроустановку здания.

**Ввод (ВРУ, КЩ)** - точка, в которой электроэнергия вводится в ВРУ или КЩ.

**Ввод от воздушной линии электропередачи** - электропроводка, которая соединяет ответвление от ВЛ к вводу с внутренней электропроводкой здания, считая от изоляторов, установленных на наружной поверхности здания (стене, крыше), до зажимов ВРУ или ВУ

**Вводное устройство (ВУ)** - низковольтное распределительное устройство, устанавливаемое на вводе в электроустановку здания и обеспечивающее ввод, учет и распределение электроэнергии в электроустановке здания, а также управление и защиту отходящих от него распределительных электрических цепей.

**Вводно-распределительное устройство (ВРУ)** - низковольтное распределительное устройство, устанавливаемое на вводе в электроустановку здания и обеспечивающее ввод, учет и распределение электроэнергии в электроустановке здания, а также управление и защиту отходящих от него распределительных и групповых электрических цепей.

**Воздушная линия электропередачи до 1 кВ (ВЛ)** - устройство для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам, стойкам на зданиях и инженерных сооружениях.

**Воздушный автоматический выключатель** - автоматический выключатель, контакты которого размыкаются и замыкаются в воздушной среде при атмосферном давлении.

**Время дуги в многополюсном АВДТ (автомата выключателе)** - интервал времени между моментом появления дуги и моментом окончательного гашения дуги на всех полюсах.

**Время отключения (в случае сверхтока)** - интервал времени между началом времени размыкания АВДТ (автоматического выключателя) и концом времени дуги, при наличии сверхтока.

**Время отключения ВДТ (АВДТ)** - промежуток в между моментом внезапного появления отключающего дифференциального тока и моментом гашения дуги на всех полюсах ВДТ (АВДТ).

**Время размыкания** - время, замеренное от момента, когда в АВДТ (автоматическом выключателе), находящемся в замкнутом положении, ток в

главной цепи достигнет уровня срабатывания максимального расцепителя тока, до момента разъединения дугогасительных контактов во всех полюсах.

**Время-токовая характеристика** - кривая, отражающая время размыкания АВДТ (автоматического выключателя) зависимости от величины сверхтока, протекающего в его главной цепи.

**Вывод** - проводящая часть ВДТ (АВДТ, автоматического выключателя) , предназначенная для его электрического соединения с проводниками внешних электрических цепей.

**Выравнивание потенциалов** - устранение разности электрических потенциалов на поверхности пола при помощи защитных проводников, проложенных в полу или на его поверхности и присоединенных к заземляющему устройству.

## Г

**Главная заземляющая шина** - шина, входящая в состав заземляющего устройства электроустановки здания и предназначенная для присоединения защитных проводников к заземляющему устройству.

**Главная цепь** - все проводящие части ВДТ (АВДТ, автоматического выключателя) электрической цепи, которую он предназначен замыкать и размыкать.

**Глухозаземленная нейтраль** - нейтраль трансформатора которая присоединена к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление.

**Групповая электрическая цепь** - электрическая цепь от ВРУ, ВУ, ГРЩ или других низковольтных распределительных устройств здания до светильников, штепсельных розеток и другого электрооборудования.

## Д

**Двойная изоляция** - изоляция, состоящая из основной и дополнительной изоляции.

**Двухполюсное прямое прикосновение** - прикосновение человека или животного к двум точкам, расположенным на токоведущих частях, находящихся под напряжением.

**Дополнительная изоляция** - независимая изоляция, применяемая совместно с основной изоляцией и предназначенная для обеспечения защиты при повреждении.

**Дополнительная система уравнивания потенциалов** - система уравнивания потенциалов, в которой открытые проводящие части электрооборудования класса I соединяются проводниками со сторонними проводящими частями здания или между собой.

**Дополнительный проводник системы уравнивания потенциалов** - защитный проводник, соединяющий открытую проводящую часть со сторонней проводящей частью или две открытые проводящие части между собой.

**Допустимый длительный ток** - значение электрического тока, который проводник способен проводить в продолжительном режиме.

**Дугогасительный контакт** - контакт, на котором предполагается возникновение электрической дуги.

## Е

**Естественный заземлитель** - сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду, используемая для целей заземления.

## З

**Заземление** - преднамеренное электрическое соединение проводящих частей электроустановки здания и проводящих частей здания с локальной землей, выполняемое посредством заземляющего устройства .

**Заземлитель** - проводящая часть или совокупность электрически соединенных между собой проводящих частей, находящихся в контакте с локальной землей прямо или через промежуточную проводящую среду.

**Заземляющее устройство** - совокупность заземлителя, заземляющих проводников и главной заземляющей шины.

**Заземляющий проводник** - защитный проводник, соединяющий заземлитель с главной заземляющей шиной электроустановки здания.

**Замыкание на землю** - случайный электрический контакт между токоведущими частями и землей, открытыми, сторонними проводящими частями или защитными проводниками.

**Защита при повреждении** - защита от поражения электрическим током при одиночном повреждении.

**Защита от косвенного прикосновения** - защита от поражения электрическим током, предотвращающая появление косвенного прикосновения или используемая при возникновении косвенного прикосновения.

**Защита от прямого прикосновения** - защита от поражения электрическим током, предотвращающая появление прямого прикосновения или используемая при возникновении прямого прикосновения

**Защитное заземление** - заземление проводящих частей электроустановки здания или проводящих частей здания, выполняемое с целью обеспечения электробезопасности .

**Защитное уравнивание потенциалов** - уравнивание , выполняемое с целью обеспечения электробезопасности .

**Защитное электрическое разделение цепей** - отделение одной электрической цепи от других при помощи двойной изоляции, усиленной изоляции или основной изоляции и проводящего защитного экрана.

**Защитный проводник (РЕ)** - проводник, применяемый для защиты людей и животных от поражения электрическим

**Защищённый полюс** - полюс АВДТ (автоматического выключателя), оснащенный максимальным расцепителем тока.



**Земля (относительная, эталонная)** - проводящая электрический ток и находящаяся вне зоны влияния какого-либо заземлителя часть земной коры, электрический потенциал которой принимают равным нулю.

## **И**

**Изолированная нейтраль** - нейтраль трансформатора которая не присоединена к заземляющему устройству или присоединена к нему через большое сопротивление.

**Искусственный заземлитель** - заземлитель , специально выполняемый для целей заземления.

**Источник питания** - электрооборудование, предназначенное для производства электрической энергии или изменения ее характеристик.

## **К**

**Коммутационный аппарат** - аппарат, предназначенный для включения и отключения электрического тока в одной или нескольких электрических цепях.

**Коммутация** - включение и отключение ВДТ (АВДТ автоматического выключателя).

**Коммутирующий нейтральный полюс** - полюс ВДТ (АВДТ), предназначенный только для коммутации нулевого рабочего проводника (нейтрального проводника) и не рассчитанный на обеспечение коммутационной способности аппарата.

**Контакт** - проводящие части, которые предназначены для установления непрерывности электрической цепи при их соприкосновении , а также для замыкания и размыкания электрической цепи при их движении относительно друг друга в процессе оперирования.

**Контактный коммутационный аппарат** - коммутационный аппарат, предназначенный для замыкания и размыкания одной, или более электрических цепей с помощью размыкаемых контактов.

**Контрольная температура окружающего воздуха** - температура окружающего воздуха, при которой устанавливается время-токовая характеристика АВДТ (автоматического выключателя).

**Короткое замыкание** - электрическое соединение с пренебрежимо малым полным сопротивлением двух или более точек, находящихся под разными потенциалами в нормальном режиме электроустановки.

**Косвенное прикосновение** - прикосновение человека или животного к открытым проводящим частям, оказавшимся под напряжением в результате повреждения основной изоляции токоведущих частей.

## Л

**Линейный проводник (L)** - проводник, находящийся под напряжением в нормальном режиме электроустановки здания и используемый для передачи электроэнергии, но не нулевой рабочий проводник.

## М

**Максимальный расцепитель тока** - расцепитель, вызывающий срабатывание АВДТ (автоматического выключателя) с выдержкой времени или без нее, когда ток в расцепителе превышает заданное значение.

**Максимальный расцепитель тока с обратно-зависимой выдержкой времени** - максимальный расцепитель тока, срабатывающий с выдержкой времени, находящейся в обратной зависимости от значения сверхтока.

**Максимальный расцепитель тока прямого действия** - максимальный расцепитель тока, срабатывающий непосредственно от тока, который протекает в главной цепи АВДТ (автоматического выключателя).

## Н

**Напряжение прикосновения** - напряжение, появляющееся на теле человека или животного при одновременном прикосновении к двум проводящим частям, находящимся под разными потенциалами, или к одной проводящей части, находящейся под напряжением, и к земле.

**Незащищенный полюс** - полюс АВДТ (автоматического выключателя), не оснащенный максимальным расцепителем тока.

**Нейтраль** - общая токоведущая часть многофазного источника переменного тока соединенного в звезду, заземленная токоведущая часть и средняя токоведущая часть однофазного источника переменного тока или источника постоянного тока.

**Нейтральный проводник (N)** - проводник, используемый для передачи электроэнергии и соединенный с заземленной токоведущей частью источника питания.

**Некоммутируемая нейтраль** - токовый путь некоммутируемый и не защищенный от сверхтока, предназначенный для присоединения к нулевому рабочему проводнику(нейтральному проводнику) электроустановки здания.

**Низкое напряжение** - напряжение, не превышающее значений 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока.

**Номинальный ток электрической цепи** - значение электрического тока, который электрическая цепь способна проводить в продолжительном режиме.

**Нулевой защитный проводник (РЕ)** - защитный проводник, соединенный с заземленной токоведущей частью проводника питания.

**Нулевой рабочий проводник (N)** - проводник, предназначенный для передачи и распределения электроэнергии и соединенный с заземленной токоведущей частью источника питания.

## О

**Оболочка** — электрическая защитная оболочка, обеспечивающая также защиту электрооборудования от некоторых внешних воздействий.

**Однополюсное прямое прикосновение** - прикосновение человека или животного к одной токоведущей части, находящейся под напряжением.

**Ожидаемый ток** - ток , который будет протекать в электрической цепи, если каждый полюс ВДТ (АВДГ , автоматического выключателя) заменить проводником с ничтожно малым сопротивлением.

**Опасная токоведущая часть** - токоведущая часть, которая при определенных условиях может вызвать опасное поражение электрическим током.

**Отключение** - размыкание ВДТ (АВДТ, автоматического выключателя).

**Основная защита** - защита от поражения электрическим током при отсутствии повреждений.

**Основная изоляция** - изоляция опасных токоведущих частей, предназначенная для обеспечения основной защиты.

**Основная система уравнивания потенциалов** - система уравнивания потенциалов, в которой сторонние проводящие части здания соединяются проводниками с главной заземляющей шиной.

**Ответвление от ВЛ к вводу** - участок проводов ВЛ от опоры до ввода.

**Отключающий дифференциальный ток** - значение дифференциального тока, вызывающего отключение ВДТ (АВДТ) в заданных условиях эксплуатации (ток срабатывания).

**Открытая проводящая часть** - проводящая часть электрооборудования, доступная прикосновению человека, которая не находится в процессе работы электрооборудования под напряжением, но может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции токоведущих частей.

## II

**Перегрузка** - условия появления сверхтока в электрической цепи при отсутствии электрических повреждений.

**Передвижное электрооборудование** - электрооборудование , которое перемещается во время работы или которое можно без труда перемещать с

одного места на другое, когда оно соединено со стационарной электропроводкой.

**Переносное электрооборудование** - передвижное электрооборудование, предназначенное для того, чтобы при нормальной работе его держали в руках.

**Полюс** - часть ВДТ (АВДТ, автоматического выключателя), связанная исключительно с одним электрически независимым проводящим путем главной цепи, имеющая контакты, предназначенные для замыкания и размыкания главной цепи, и не включающая элементы, предназначенные для монтажа и оперирования всеми полюсами.

**Поражение электрическим током** – физиологическое повреждение в результате протекания электрического тока через тело человека или животного.

**Предельные значения напряжения ( $U_x$  и  $U_y$ ) для ВДТ (АВДТ), функционально зависящих от напряжения:**

$U_x$  - минимальное значение напряжения, при котором ВДТ (АВДТ), функционально зависящий от напряжения, сохраняет свою работоспособность в заданных условиях эксплуатации в случае понижения напряжения в месте его установки;

$U_y$  - минимальное значение напряжения, ниже которого ВДТ (АВДТ), функционально зависящий от напряжения, автоматически отключается при отсутствии дифференциального тока.

**Проводник** - проводящая часть, предназначенная для проведения электрического тока определенного значения.

**Проводник системы уравнивания потенциалов** - проводник, предназначенный для выполнения системы уравнивания потенциалов.

**Проводящая часть** - часть, способная проводить электрический ток.

**Продолжительный режим** - режим, при котором главные контакты ВДТ (АВДТ, автоматического выключателя). оставаясь замкнутыми, непрерывно проводят установившийся ток в течение длительного времени.

**Прямое прикосновение** - прикосновение человека или животного к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

**Пульсирующий постоянный ток** - волнообразные импульсы тока длительностью (в угловой мере) не менее  $150^\circ$  за один период пульсации, следующие периодически с номинальной частотой и разделенные промежутками времени, в течение которых ток принимает нулевое значение или значение, не превышающее  $0,006$  А постоянного тока.

## Р

**Рабочее заземление** - заземление проводящих частей электрооборудования или электроустановки здания, выполняемое с целью обеспечения ее работы.

**Разделительный трансформатор** - трансформатор, первичная обмотка которого отделена от вторичных обмоток при помощи защитного электрического разделения цепей.

**Размыкание** - действие, в результате которого ВДТ (АВДТ, автоматический выключатель) переводится из замкнутого положения в разомкнутое.

**Распределительная электрическая цепь** - электрическая цепь от вводно-распределительного устройства (вводного устройства (ВУ) до главного распределительного щита (ГРЩ), от ВРУ ВУ ГРЩ до других низковольтных распределительных устройств электроустановки здания, а также электрическая цепь ввода от воздушной линии электропередачи.

**Расцепитель** - устройство, механически связанное с ВДТ (АВДТ, автоматическим выключателем) или встроенное в него которое освобождает удерживающее устройство в механизме ВДТ (АВДТ, автоматического выключателя) и вызывает его автоматическое срабатывание.

**Расцепитель дифференциального тока** - расцепитель вызывающий срабатывание ВДТ (АВДТ) с выдержкой времени или без нее, когда дифференциальный ток превышает заданное значение.

**Расцепитель перегрузки** - максимальный расцепитель тока, предназначенный для защиты от перегрузки.

**Расцепитель тока короткого замыкания** - максимальный расцепитель тока, предназначенный для защиты от тока короткого замыкания.

## С

**Сертификация** - деятельность третьей стороны, независимой от изготовителя (продавца) и потребителя продукции, по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям.

**Сертификат соответствия** - документ, выданный по правилам системы сертификации для подтверждения соответствия сертифицированной продукции установленным требованиям.

**Сборная шина (ВРУ)** - шина, подключаемая к блоку учета электроэнергии и предназначенная для присоединения к ней нескольких проводников блока распределения.

**Сверхток** - ток, значение которого превосходит наибольшее рабочее значение тока электроустановки.

**Система сертификации** - совокупность участников сертификации, осуществляющих сертификацию по правилам, установленным в этой системе.

**Совмещенный нулевой защитный и рабочий проводники (PEN-проводник, PEN)** - проводник, выполняющий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводника.

**Стационарное электрооборудование** - неподвижно установленное электрооборудование или электрооборудование, не снабженное рукояткой для его переноса, масса которого такова, что электрооборудование трудно передвигать.

**Степень защиты** - способ защиты, обеспечиваемый оболочкой от доступа к опасным токоведущим частям, попадания внешних твердых предметов и (или) воды и проверяемый стандартными методами испытаний.

**Сторонняя проводящая часть** - проводящая часть, которая не является частью электроустановки здания.

**Стояк** - электропроводка распределительной электрической цепи, смонтированная в здании вертикально.

## Т

**Тепловой расцепитель** - расцепитель, срабатывание которого зависит от теплового действия тока, проходящего через него.

**Тип заземления системы** - комплексная характеристика системы распределения электроэнергии, устанавливающая наличие или отсутствие заземления токоведущих частей источника питания, наличие заземления открытых проводящих частей электроустановки здания или электрооборудования, а также связь между заземленными токоведущими частями источника питания и указанными открытыми проводящими частями.

**Тип заземления системы IT** - тип заземления системы, при котором токоведущие части источника питания изолированы от земли или одна из токоведущих частей заземлена через сопротивление. Все открытые проводящие части электрооборудования класса I в электроустановке здания заземлены. Для их защитного заземления используется заземляющее устройство электроустановки здания.

**Тип заземления системы TN-C** - тип заземления системы, при котором одна из токоведущих частей источника питания заземлена. Все открытые проводящие части оборудования класса I в электроустановке здания имеют электрическую связь с заземленной токоведущей частью источника питания. Для обеспечения этой связки и в низковольтной распределительной электрической сети, и в электроустановках здания используются PEN-проводники.



**Тип заземления системы TN-C-S** - тип заземления системы, при котором одна из токоведущих частей истока питания заземлена. Все открытые проводящие части электрооборудования класса I в электроустановке здания имеют электрическую связь с заземленной токоведущей частью источника питания. Для обеспечения этой связи и в низковольтной распределительной электрической сети используют PEN-проводники, а в электроустановке здания используются PEN-проводники и нулевые защитные проводники.

**Тип заземления системы TN-S** - тип заземления системы, при котором одна из токоведущих частей источника питания заземлена. Все открытые проводящие части электрооборудования класса I в электроустановке здания имеют электрическую связь с заземленной токоведущей частью источника питания. Для обеспечения этой связи и в низковольтной распределительной электрической сети, и в электроустановке здания используются нулевые защитные проводники.

**Тип заземления системы TT** - тип заземления системы, при котором одна из токоведущих частей источника питания заземлена. Все открытые проводящие части электрооборудования класса I в электроустановке здания также заземлены. Для их защитного заземления используется заземляющее устройство электроустановки здания, которое имеет заземлитель, электрически независимый от заземлителя заземляющего устройства источника питания.

**Тип мгновенного расцепления** - характеристика АВДТ (автоматического выключателя), указывающая его стандартный диапазон токов мгновенного расцепления.

**Токосоведущая часть** - электропроводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе её работы под рабочим напряжением.

**Токоограничивающий АВДТ (автоматический выключатель)** - АВДТ (автоматический выключатель) с чрезвычайно малым временем

отключения, в течение которого ток короткого замыкания в электрической цепи не успевает достичь своего ожидаемого значения.

**Ток замыкания на землю** - электрический ток, протекающий в землю, на открытые, сторонние проводящие части или защитные проводники при повреждении изоляции токоведущих частей.

**Ток короткого замыкания** - сверхток в электрической цепи, обусловленный повреждением с пренебрежимо малым полным сопротивлением между точками, находящимися под разными потенциалами в нормальном режиме электроустановки здания.

**Ток мгновенного расцепления** - минимальное значение сверхтока, вызывающее автоматическое срабатывание АВДТ (автоматического выключателя) без выдержки времени.

**Ток перегрузки** - сверхток в электрической цепи при отсутствии электрических повреждений.

**Ток срабатывания** - минимальное значение тока главной цепи автоматического выключателя, при котором срабатывает расцепитель.

**Ток утечки** - ток, протекающий в землю, на открытые сторонние проводящие части и защитные проводники при не поврежденной изоляции токоведущих частей.

## У

**Угол задержки тока** - промежуток времени, выраженный в угловой величине, в течение которого устройство фазового управления задерживает момент протекания тока.

**Уравнивание потенциалов** - устранение разности электрических потенциалов между открытыми проводящими частями электроустановки здания и сторонними проводящими частями здания путем электрического соединения этих частей.

**Усиленная изоляция** - изоляция опасных токоведущих частей, обеспечивающая такую же защиту от поражения электрическим током как двойная изоляция.

**Устройство дифференциального тока (УДТ)** - устройство, имеющее механическое и электрическое соединение с автоматическим выключателем и предназначенное для выполнения следующих операций:

- обнаружение дифференциального тока;
- сравнение его со значением дифференциального тока срабатывания;
- освобождение удерживающего устройства в механизме

автоматического выключателя для его срабатывания в случае, если величина дифференциального тока превосходит значение дифференциального тока срабатывания.

**Устройство защитного отключения (УЗО)** - контактный коммутационный аппарат, предназначенный включать, проводить и отключать электрические токи при нормальном состоянии электрической цепи, а также автоматически отключать электрическую цепь в случае, когда значение дифференциального тока достигает заданной величины в определенных условиях.

## Ф

**Фазный проводник** - линейный проводник, используемый в электрических цепях переменного тока.

## Ш

**Шина** - проводник с низким сопротивлением, к которому можно присоединять несколько отдельных электрических цепей.

## Э

**Электрическая защитная оболочка** - электрическая оболочка, окружающая внутренние части электрооборудования с целью предотвращения доступа к опасным токоведущим частям с любого направления.

**Электрическая сеть** - совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

**Электрическая цепь** - совокупность электрооборудования, соединённого проводами и кабелями, через которые может протекать электрический ток (в понятиях относящихся к сверхтоковой защите, термин означает ту часть электроустановки, которая защищена от сверхтока одним или несколькими защитными устройствами).

**Электрооборудование** - любое оборудование, предназначенное для производства, преобразования, передачи, распределения или потребления электрической энергии, например: машины, трансформаторы, аппараты, измерительные приборы, устройства защиты, кабельная продукция, электроприёмники.

**Электрооборудование класса 0** - электрооборудование в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией. Открытые проводящие части, если таковые имеются, не соединяются с защитными проводниками. При повреждении основной изоляции защита от поражения электрическим током должна обеспечиваться окружающей средой.

**Электрооборудование класса I** - электрооборудование в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается основной изоляцией и соединением открытых проводящих частей с защитными проводниками. При повреждении основной изоляции должна срабатывать соответствующая защита.

**Электрооборудование класса II** - электрооборудование в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается применением двойной или эквивалентной ей изоляции. Доступные прикосновению проводящие части, если таковые имеются, не соединяются с защитными

проводниками. Защитные свойства окружающей среды не используются в качестве меры обеспечения электробезопасности.

**Электрооборудование класса III** - электрооборудование, в котором защита от поражения электрическим током основана на его питании от источника сверхнизкого напряжения и в котором не возникают напряжения выше сверхнизкого напряжения.

**Электроприемник** - электрооборудование, предназначенное для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

**Электроснабжение** - обеспечение потребителей электрической энергией.

**Электропроводка** - совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими защитными конструкциями и деталями, установленными в соответствии с требованиями нормативных документов.

**Электроустановка** - любое сочетание взаимосвязанного электрооборудования в пределах данного пространства или помещения.

**Приложение 2.**  
**Некоторые общие параметры УЗО и особенности их применения**  
**согласно ГОСТ.**

Таблица 1.

Диапазоны дифференциального тока отключения УЗО типа “А” в зависимости от формы сигнала (угла задержки):

Угол задержки тока, $\alpha$	Дифференциальный отключающий ток	
	Нижний предел	Верхний предел
0°	0,35I <sub>Δn</sub>	1.4 I <sub>Δn</sub> (при I <sub>Δn</sub> >10mA)
90°	0.25 I <sub>Δn</sub>	2 I <sub>Δn</sub> (при I <sub>Δn</sub> ≤10mA)
135°	0.11 I <sub>Δn</sub>	

Таблица 2.

Временные характеристики УЗО.

Тип УЗО	I <sub>n</sub> , А	I <sub>Δn</sub> , А	Стандартные значения времени отключения и неотключения, с, при дифференциальном токе				Примечания
			I <sub>Δn</sub>	2 I <sub>Δn</sub>	5 I <sub>Δn</sub>	500А	
Общего применения	Любое значение		0,3	0,15	0,04	0,04	Максимальное время отключения
S	≥25	>0,03	0,5	0,2	0,15	0,15	
			0,13	0,06	0,05	0,04	Предельное время не отключения

Таблица 3.

Минимальные значения интеграла Джоуля (кА<sup>2</sup>с) для различных номинальных токов УЗО I<sub>n</sub> и номинальных условных токов К.З. I<sub>nc</sub>:

I <sub>nc</sub> , А	I <sub>n</sub> , А								
	≤16	≤20	≤25	≤32	≤40	≤63	≤80	≤100	≤125
3000	1,2	1,8	2,7	4,5	8,7	22,5	26,0	42,0	72,5
4500	1,45	2,1	3,1	5,0	9,7	24,0	31,0	45,0	82,0
6000	1,6	2,4	3,7	6,0	11,5	25,0	31,0	48,0	82,0
10000	1,9	2,7	4,0	6,5	12,0	28,0	31,0	48,0	82,0

Таблица 4.  
 Примерная номенклатура УЗО без встроенной защиты от сверхтоков  
 (ВДТ) типа АС и типа А

I <sub>n</sub> , А	I <sub>Δn</sub> , А	Двухполюсные ВДТ		Четырёх полюсные ВДТ	
		Общего применения	Типа S	Общего применения	Типа S
16	0,01	+	-	-	-
	0,03	+	-	-	-
25	0,01	+	-	-	-
	0,03	+	-	+	-
	0,10	+	+	+	+
	0,30	+	+	+	+
	0,50	+	+	+	+
40	0,03	+	-	+	-
	0,10	+	+	+	+
	0,30	+	+	+	+
	0,50	+	+	+	+
63	0,03	+	-	+	-
	0,10	+	+	+	+
	0,30	+	+	+	+
	0,50	+	+	+	+
80	0,03	+	-	+	-
	0,10	+	+	+	+
	0,30	+	+	+	+
	0,50	+	+	+	+
100	0,03	+	-	+	-
	0,10	+	+	+	+
	0,30	+	+	+	+
	0,50	+	+	+	+
125	0,03	+	-	+	-
	0,10	+	+	+	+
	0,30	+	+	+	+
	0,50	+	+	+	+

Таблица 5.

Примерная номенклатура УЗО со встроенной защитой от сверхтоков:

$I_n$ , А	$I_{\Delta n}$ , А	Двухполюсные АВДТ	Четырёхполюсные АВДТ
6	0,01	+	-
	0,03	+	+
10	0,01	+	-
	0,03	+	+
13	0,01	+	-
	0,03	+	+
16	0,01	+	-
	0,03	+	+
20	0,03	+	+
	0,10	+	+
	0,30	+	+
25	0,03	+	+
	0,10	+	+
	0,30	+	+
32	0,03	+	+
	0,10	+	+
	0,30	+	+
40	0,03	+	+
	0,10	+	+
	0,30	+	+
50	0,03	+	+
	0,10	+	+
	0,30	+	+
63	0,03	+	+
	0,10	+	+
	0,30	+	+

Таблица 6.

Соотношение номинальных токов ПЗУ и УЗО без встроенной защиты от сверхтока:

Устройство	Номинальный ток устройства, А						
	10	16	25	40	63	80	100
ПЗУ	10	16	25	40	63	80	100
УЗО	16	25	40	63	80	100	125



Таблица 7.

Применение УЗО в электроустановках зданий.

Область применения	$I_{\Delta n}$ , mA	Тип характерист ики	Место установки	Назначение
1. Светильники, осветительные установки в жилых и общественных зданиях	30	Общего назначения “А” “АС”	ГРЩ	1. Дополнительная защита при прямом прикосновении. 2. Основная защита от косвенного прикосновения.
2. Стационарное оборудование класса I в жилых и общественных зданиях	30	Общего назначения “А” “АС”	ГРЩ	1. Дополнительная защита при прямом прикосновении. 2. Основная защита от косвенного прикосновения.
3. Групповые электрические цепи розеток в жилых и общественных зданиях.	30	Общего назначения “А” “АС”	ГРЩ	Дополнительная защита при прямом прикосновении.
4. Сантех. кабины, ванные, душевые.	10	Общего назначения “А” “АС”	ГРЩ	Дополнительная защита при прямом прикосновении.
5. Учебные помещения с лабораторными стендами	30	Общего назначения “А” “АС”	ГРЩ	Дополнительная защита при прямом прикосновении.
6. Светильники общего и местного освещения класса I в помещениях с повышенной опасностью напряжением 220В.	30	Общего назначения “А” “АС”	ГРЩ	1. Дополнительная защита при прямом прикосновении. 2. Основная защита от косвенного прикосновения.
7. Жилые дома, коттеджи, дачные и садовые домики.	100 300	“S”	ВРЩ	противопожарное.
8. Сельскохозяйственные установки. Общие цепи.	100 300	“S”	ВРУ	Противопожарное.
9. Сельскохозяйственные электроустановки. Розеточные цепи.	30	Общего назначения “А” “АС”	ГРЩ	1. Дополнительная защита при прямом прикосновении. 2. Основная защита от косвенного прикосновения.

### Приложение 3. Технические характеристики некоторых отечественных УЗО.

Таблица 1.

Выключатель с комбинированной защитой типа ВКЗ

№ пп	Наименование параметра	Значение параметра	
		ВК32	ВК34
1	Рабочее напряжение, В	220+10%-15%	380+10%-15%
2	Номинальная частота, Гц	50	
3	Потребляемая мощность, Вт, не более	30	
4	Номинальный ток теплового расцепителя, $I_n$ , А	10;16;20;25; 32;40;50;63	10;16;20;25; 32;40;50;63
5	Кратность тока срабатывания мгновенного расцепителя, В или С	$5I_n$ или $8I_n$	$5I_n$ или $8I_n$
6	Номинальный отключающий дифференциальный ток, $I_{\Delta n}$ мА	10;30;100;300	10;30;100;300
7	Номинальный не отключающий дифференциальный ток, $I_{\Delta no}$ не менее	$0,5I_{\Delta n}$	$0,5I_{\Delta n}$
8	Максимальное время отключения, с - исполнение 0 - исполнение 1 - исполнение 2	$\leq 0.04$ $\leq 0.1$ $\leq 0.2$	$\leq 0.04$ $\leq 0.1$ $\leq 0.2$
9	Предельное время не отключения, с - исполнение 0 - исполнение 1 - исполнение 2	- $\geq 0.05$ $\geq 0.12$	- $\geq 0.05$ $\geq 0.12$
10	Отключающее напряжение между землей и нейтралью, $U_n$ , В, не более	$42^0$	$42^0$
11	Не отключающее напряжение $U_{mo}$ , В, не менее	17	17
12	Отключающее напряжение сети $U_m$ , В, не более	255	-
13	Не отключающее напряжение сети $U_{mo}$ , В, не менее	245	-
14	Отключающая асимметрия <sup>2)</sup> фазных напряжений, $A_{откл}$ , не менее	-	0.2
15	Номинальная включающая и включающая способность <sup>3)</sup> , $I_m$ , кА - для номинальных токов до 32 А включительно - для номинальных токов до 63 А включительно	3 6	3 6
16	Не повреждающий дифференциальный ток, А	500	500
17	Износостойкость общая, циклов	25000	25000
18	Масса, кг, не более	0.4	0.54

Таблица 2.

Выключатель автоматический дифференциальный типа АД.

Наименование параметра	АД12	АД14
Напряжение электрической сети, номинальное значение, $U_n$	230	230/400
Диапазон рабочих напряжений электрической сети, $U$	65÷265	180÷460
Номинальный ток, А	6,10,16,25,32,40,50,63	
Время срабат. не более, с.	$\leq 0,04$	
Характеристика срабатывания	В,С	
Частота тока сети, Гц	50	
Потребляемая мощность (на поддержание рабочего режима), не более, Вт	0,5	
Номинальная включающая и отключающая способность, кА	4,5	
Номинальная способность включения и отключения дифферен. Тока, не менее, кА	4,5	
Механическая износостойкость, циклов коммутации, не менее	$20 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP20	
Максимальное сечение провода, присоединяемого к входным зажимам дифавтомата, мм: - до 32 А включительно - 40-63 А	16 35	
Срок службы, не менее, лет	15	
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	УХЛ4	
Рабочий режим	Продолжительный	

Таблица 3.

## Выключатель дифференциальный типа ВД.

Технические характеристики	ВД1-63 (УЗО)	
	~230	~230/400
Номинальное рабочее напряжение $U_e$ , В	~230	~230/400
Номинальная частота тока в сети $f$ , Гц	50	50
Номинальный ток $I_n$ , А	16,25,32,40,50,63,80,100	16,25,32,40,50,63,80,100
Номинальный отключающий дифференциальный ток (уставка) $I_{\Delta n}$ , А	10,30,100,300	10,30,100,300
Число полюсов	2	4
Номинальный неотключающий дифференциальный ток	0,5 $I_{\Delta n}$	0,5 $I_{\Delta n}$
Номинальная наибольшая дифференциальная включающая способность $I_{\Delta m}$ , А	800	800
Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания $I_{\Delta c}$ , А	3000	3000
Время отключения при номинальном дифференциальном токе $T_n$ , не более, мс	40	40
Электрическая износостойчивость, циклов включения-отключения, не менее	4000	4000
Механическая износостойчивость, циклов включения-отключения, не менее	10000	10000
Максимальное сечение провода, присоединяемого к силовым зажимам, мм <sup>2</sup>	50	50
Категория применения по ГОСТ Р 50030.1-2000	АС-22	АС-2
Диапазон рабочих температур, °С	-25÷+40	-25÷+40
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	УХЛ4	УХЛ4
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP20	IP20
Наличие драгоценных металлов (серебро), г/полюс	1,0	1,0

Таблица 4.  
АСТРО\*УЗО типа АС.

Наименование параметра	Номинальное значение
Номинальное напряжение $U_n, В$	220,380 *)
Номинальная частота $f_n, Гц$	50
Номинальный ток нагрузки $I_n, А$	16,25,40,63,80,100,125 *)
Номинальный отключающий дифференциальный ток (уставка) $I_{\Delta n}, mA$	10,30,100,300,500 *)
Номинальный неотключающий дифф. ток $I_{\Delta no}$	$0,5 I_{\Delta n}$
Предельное значение неотключающего сверхтока $I_{nm}$	$6I_n$
Номинальная включающая и отключающая (коммутационная) способность $I_m, А$	1500
Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току $I_{\Delta m}, А$	1500
Номинальный условный ток короткого замыкания (стойкость к короткому замыканию) $I_{nc}, А$	10000
Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания $I_{\Delta c}, А$	10000
Номинальное время отключения при номинальном дифференциальном токе $T_n$ , не более, мс	30
Диапазон рабочих температур, °С	-25-40°
Максим. сечение подключаемых проводников, мм <sup>2</sup>	
Срок службы: электрических циклов, не менее	4000
механических циклов, не менее	10000

\*) – в зависимости от модификации устройства

Таблица 5.  
АСТРО\*УЗО типа А

№ пп	Наименование	Номинальное значение
1	Номинальное напряжение $U_n$ , А	220±22
2	Номинальный ток нагрузки $I_n$ , А	16
3	Номинальный отключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n}$ , мА	30
4	Номинальный неотключающий дифференциальный ток $I_{\Delta no}$ , мА	15
5	Потребляемая мощность, не более, Вт	0,2
6	Номинальная включающая и отключающая способность $I_m$ , А	500
7	Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току $I_{\Delta m}$ , А	500
8	Номинальный условный ток короткого замыкания $I_{nc}$ , А	1000
9	Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания $I_{\Delta c}$ , А	1000
10	Время отключения $T_n$ , не более, мс	30
11	Диапазон рабочих температур, °С	-25-40
12	Максимальное сечение подключаемых проводников, мм <sup>2</sup>	6
13	Срок службы: - электрических циклов, не менее - механических циклов, не менее	4000 10000
14	Класс защиты	IP30

Таблица 6.  
Модификации АСТРО\*УЗО

Ф(к)	1111	2211	3211	3311	2212	3212	3312	4212	4312
$I_n$ , А	16	25	40	40	25	40	40	63	63
$I_{\Delta n}$ , мА	10	30	30	100	30	30	100	30	100
$U_n$ , В	220				380				
Количество полюсов	2				4				

Таблица 7.

Технические параметры АСТРО \*УЗО на большие токи нагрузки.

№	Наименование	Номинальное значение
1	Номинальное напряжение $U_n, В$	220/380
2	Номинальный ток нагрузки дифференциального реле $I_n, А$	25
3	Номинальный отключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n}, mA$	300, 500 <sup>*)</sup>
4	Номинальный неотключающий дифференциальный ток $I_{\Delta no}, mA$	0,5 $I_{\Delta n}$
5	Время отключения при номинальном дифференциальном токе (без учёта времени срабатывания контактора) $T_n$ , не более, мс	30
6	Диаметр окна выносимого дифференциального трансформатора, мм	60
7	Диапазон рабочих температур, °С	-25...+40
8	Максимальное сечение подключаемых проводников к дифференциальному реле, мм <sup>2</sup>	25
9	Срок службы: -электрических циклов, не менее -механических циклов, не менее	10000 10000

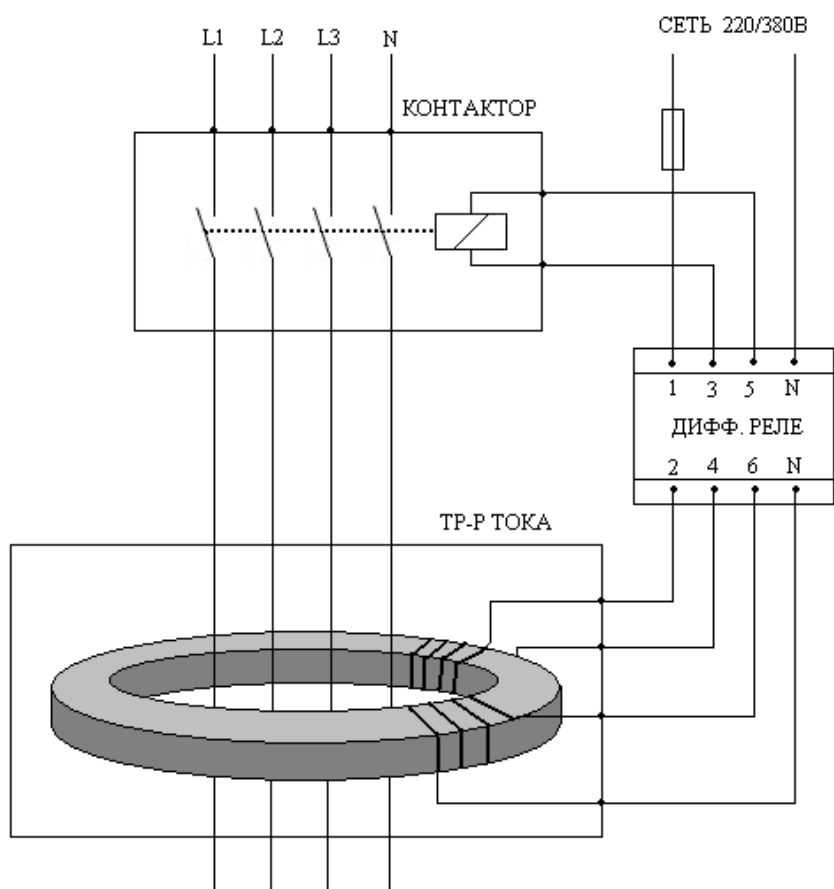


Рис. 1. Схема подключения АСТРО \*УЗО с четырёхполюсным контактором.

## **Оглавление:**

1. Введение.....	3
2. Область применения устройств защитного отключения.....	5
3. Устройство и принцип действия УЗО.....	6
4. Классификация УЗО.....	8
5. Технические параметры устройств защитного отключения.....	10
6. Документация на УЗО.....	19
7. Основные этапы обеспечения электробезопасности в электроустановках зданий с использованием УЗО.....	21
8. Проектирование электроустановок с использованием УЗО.....	22
9. Требования к монтажу УЗО.....	47
10. Проверка УЗО при приёмосдаточных испытаниях.....	48
11. Эксплуатационный контроль УЗО.....	39
12. Список используемых нормативных документов и литературы.....	51
13. Приложение 1. Термины и определения.....	53
14. Приложение 2. Некоторые общие параметры УЗО и особенности их применения согласно ГОСТ.....	72
15. Приложение 3. Технические характеристики некоторых отечественных УЗО.....	76