

Устройство защитного отключения.

Устройство защитного отключения (УЗО) — это коммутационный аппарат для защиты людей от поражения электрическим током и защиты электрической цепи от токов утечки. Утечки в бытовой электросети могут быть связаны с касанием человека токопроводящих элементов (например, в электроприборе, розетке) и металлических корпусов приборов, попавших под действие напряжения из-за повреждения. Также, они могут быть вызваны нарушением изоляции электропроводки, в том числе из-за нагрева вследствие неправильно рассчитанной нагрузки и некачественно выполненного монтажа. Относительно небольшие токи утечки могут привести к серьезным последствиям. В первом случае это может вызвать удар человека электрическим током, во втором — возгорание электропроводки. УЗО при возникновении утечки выше установленного для него предела, позволяет за доли секунды отключить опасный участок и предотвратить этим поражение человека электрическим током или избежать пожара.

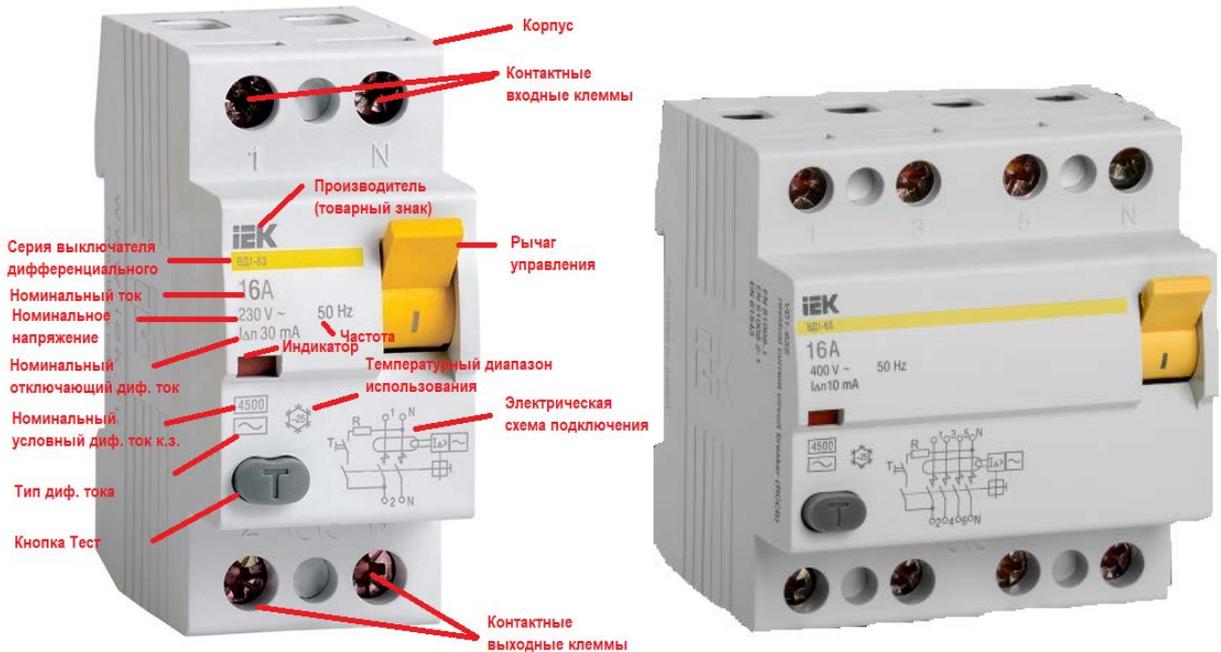
Первые требования по обязательному применению УЗО для защиты от поражения электрическим током и обеспечению пожарной безопасности были введены в Республике Беларусь в 1999 году. При этом стоит отметить, что до настоящего времени многие граждане, а также электротехнический персонал в организациях, не знают принцип действия УЗО, его конструктивную составляющую и требования по установке.

Устройства защитного отключения классифицируются по следующим основным характеристикам, которые необходимо учитывать при их выборе для установки в электрическую сеть:

- 1) **по назначению:** без встроенной защиты от сверхтоков (выключатели дифференциального тока), со встроенной защитой от сверхтоков (дифференциальные автоматические выключатели);
- 2) **по количеству полюсов** – двухполюсные, трехполюсные, четырехполюсные;
- 3) **по способу управления** – электромеханические (функционально не зависящие от напряжения питания), электронные (функционально зависящие от напряжения питания);
- 4) **по способу монтажа** - стационарного исполнения, переносные, адаптеры для установки в розетки;
- 5) **по типу дифференциального тока в сети** - тип АС  – реагирует на переменный синусоидальный дифференциальный ток, внезапно возникший или медленно возрастающий (самый распространенный вариант); тип А –  реагирует на переменный синусоидальный дифференциальный ток, и пульсирующий постоянный дифференциальный ток; тип В  – реагирует на переменный, постоянный и выпрямленный дифференциальные токи (этот тип применяется в промышленных установках со смешанным питанием); в жилых и общественных зданиях могут использоваться УЗО типа А и АС (источником пульсирующего тока могут быть стиральные машины с регуляторами скорости, регулируемые источники света, телевизоры, компьютеры и др.);

б) по выдержке времени срабатывания - без задержки срабатывания, типа «G» - с задержкой срабатывания; типа «S» - селективные УЗО с большим временем задержки;

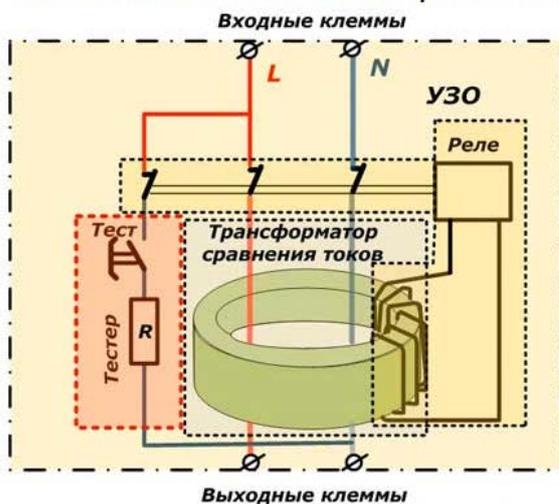
7) по основным параметрам – номинальному току нагрузки (16А, 20А, 25А, 32А, 40А, 63А, 80А, 100А) и номинальному отключающему дифференциальному току (10мА, 30мА, 100мА, 300 мА, 500 мА).



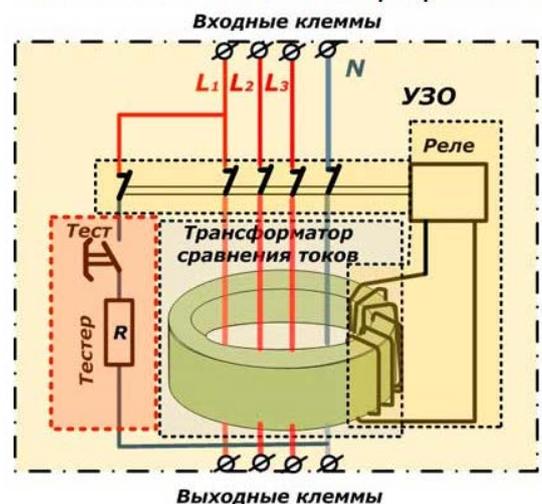
Основные характеристики и элементы двухполюсного УЗО

Рассмотрим устройство и принцип работы УЗО. Основной элемент УЗО – дифференциальный трансформатор тока. Представляет он собой магнитопровод, выполненный из ферромагнитного материала, на который намотаны обмотки. Вторичная обмотка трансформатора, подключается к реле отключения, которое, в свою очередь, подключено к механизму отключения. Проводники электроцепи проходят в окно трансформатора тока и подключаются к выходным клеммам.

Компоновочная схема УЗО в однофазной сети



Компоновочная схема УЗО в трехфазной сети



При нормальном режиме работы УЗО в однофазной цепи, когда его подвижные контакты замкнуты, ток I_1 определенной величины протекает по фазному проводу через магнитопровод дифференциального трансформатора к нагрузке, затем через нагрузку в сеть возвращается ток I_2 по нулевому проводнику через магнитопровод дифференциального трансформатора, при этом величина тока I_2 равна величине тока I_1 . Согласно закону электромагнитной индукции токи I_1 и I_2 проходя через магнитопровод дифференциального трансформатора создают в нем магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 одинаковой величины, но так как направление тока I_2 противоположно направлению тока I_1 , то и создаваемый им магнитный поток Φ_2 так же противоположен магнитному потоку Φ_1 , т.е. магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 направлены встречно по отношению друг к другу и соответственно, при равных значениях входящего и выходящего токов, уравнивают друг друга, в результате чего суммарный магнитный поток в магнитопроводе равен нулю. Так как суммарный магнитный поток в магнитопроводе отсутствует, во вторичной обмотке дифференциального трансформатора не создается ЭДС и ток отсутствует.

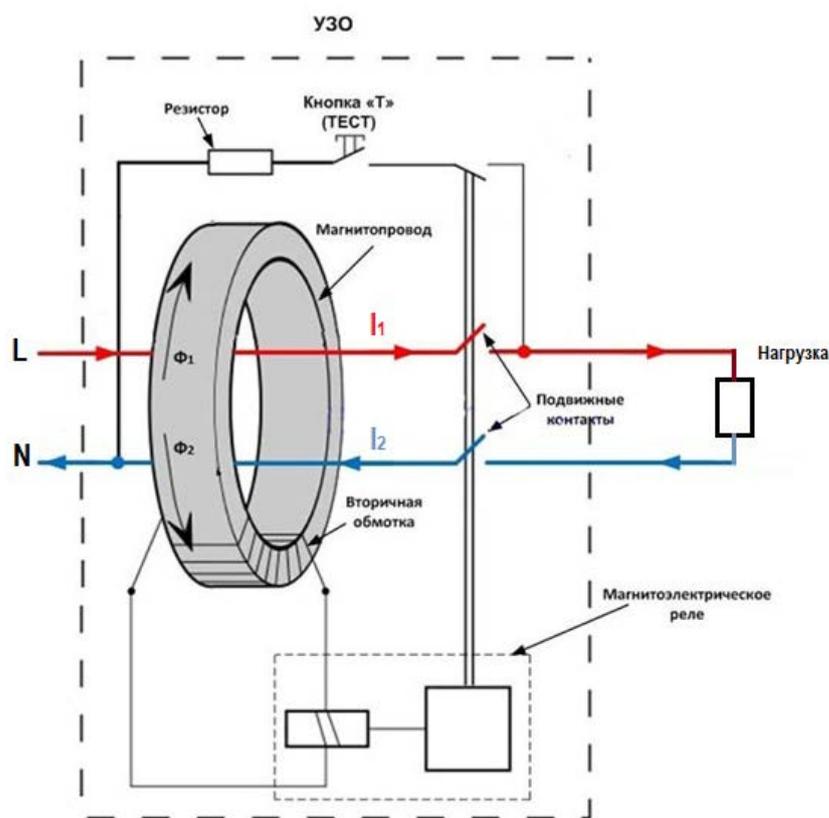


Схема нормального режима работы УЗО

Если произойдет пробой изоляции в электрооборудовании или же просто в электропроводке и человек прикоснулся к поврежденному участку, то часть электрического тока начинает протекать через тело человека создавая непосредственную угрозу для его жизни и здоровья. В такой ситуации часть тока электрической цепи поступающая от фазного провода не будет возвращаться в сеть, а проходя через тело человека будет уходить в землю, следовательно ток I_2 который будет возвращаться в сеть через магнитопровод трансформатора по нулевому проводу будет меньше тока I_1 поступающего в

сеть, соответственно и величина магнитного потока Φ_1 станет больше величины магнитного потока Φ_2 , в результате чего в магнитопроводе трансформатора суммарный магнитный поток уже не будет равен нулю. Возникший суммарный магнитный поток приведёт к появлению ЭДС во вторичной обмотке и возникновению тока, за счёт которого, втянется подвижная часть электромагнитного реле, а именно этот механизм и отключит подвижные контакты УЗО, отключив электрическую сеть.

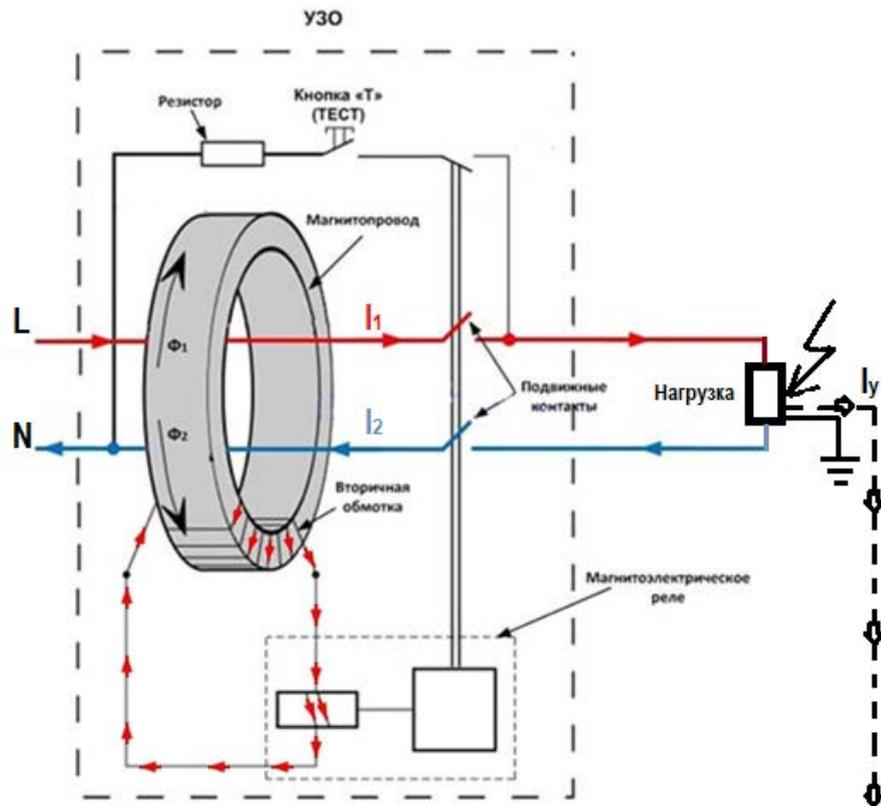


Схема аварийного режима работы УЗО

Сравнение токов в трехфазной цепи осуществляется по этому же принципу, только через дифференциальный трансформатор пропускаются токи всех трех фаз, а небаланс создается на основе их сравнения.

Для проверки работоспособности УЗО предусмотрена цепь, содержащая кнопку «ТЕСТ» и ограничительный резистор R. Нажатие данной кнопки искусственно создает в УЗО утечку тока, что должно привести к отключению УЗО. Рекомендуется осуществлять проверку работоспособности УЗО не реже одного раза в месяц.

Человек ощущает боль при воздействии тока величиной 3 – 5 мА. Ток со значением до 30 мА называется «неотпускающим» током, когда человек не может самостоятельно оторвать руку от токоведущей части. Электрический ток от 30 до 100 мА считается смертельно опасным, так как вызывает фибрилляцию (частые сокращения) сердца. УЗО позволяет разорвать электрическую цепь еще до того, как величина тока достигнет опасного для человека значения. Поэтому номинальный отключающий дифференциальный ток, для защиты человека от поражения электрическим током, как правило, выбирается 30 мА. Для помещений с повышенной опасностью – 10 мА. УЗО со значением

дифференциального тока 100 или 300 мА устанавливают на вводе для защиты от пожара.

Как было ранее сказано УЗО по способу управления делятся на электромеханические и электронные.

Электромеханические УЗО не требуют внешнего электропитания и включают в себя следующие элементы: трансформатор тока с двумя обмотками, чувствительный магнитоэлектрический элемент и высокоточное поляризованное реле.

Электронные УЗО требуют отдельного электропитания. Имеют примерно такое же строение, как электромеханические. Но вместо магнитоэлектрического элемента используют сразу несколько устройств: компаратор, обеспечивающий сравнение токов, выпрямитель и усилитель сигнала, а поляризованное реле заменено обычным. Причиной меньшего распространения электронных УЗО является их неработоспособность при обрыве нулевого проводника в питающей сети, так как не будут получать питание электронные элементы управления. Так же для электронного УЗО опасны скачки напряжения в сети, которые могут привести к выходу из строя электронной платы.

На корпусах УЗО указываются электрические схемы управления, согласно которым можно определить является оно электромеханическим или электронным.

Электрические схемы двухполюсного и четырехполюсного УЗО		
	электромеханическое	электронное
2P		
4P		

На электрических схемах электронных УЗО красным цветом выделены линии питания платы с электронными элементами управления.



Резистор
Диф. трансформатор
Поляризованное реле
Механизм отключения

Выключатель дифференциальный с электромеханическим управлением (УЗО)



Диф. трансформатор
Электронная плата
Реле и механизм отключения
Тепловой расцепитель
Электромеханический расцепитель

Автоматический выключатель дифференциального тока с электронным управлением (дифавтомат)

Внутренне исполнение четырехполюсного выключателя дифференциального с электромеханическим управлением выглядит следующим образом:



Входные контактные клеммы L1, L2, L3, N
Механизм свободного расцепления
Дифференциальный трансформатор
Устройство управления
Резистор
Поляризованное реле
Тест
Фазные и нулевой проводники
Выходные контактные клеммы L1, L2, L3, N

Устройство четырехполюсного электромеханического УЗО

Необходимо помнить, что эксплуатация УЗО, допускается только при наличии включенного последовательно с ним автоматического выключателя для защиты электрической сети от токов перегрузки и короткого замыкания. При этом рекомендуется чтобы номинальный ток УЗО был на ступень больше, чем ток срабатывания автоматического выключателя. В дифференциальном автоматическом выключателе конструктивно предусмотрена защита от сверхтоков.

Визуально отличить выключатель дифференциальный (УЗО) и дифференциальный автоматический выключатель (дифавтомат) можно

следующим образом: по маркировке на корпусе, схеме устройства и внешнему виду. На корпусе могут указываться буквы ВД, ВДТ – выключатель дифференциальный, выключатель дифференциальный токовый (УЗО) или АД – автомат дифференциальный, АВДТ – автоматический выключатель дифференциального типа (дифавтомат). Также на корпусе УЗО указывается номинальный ток (например 16А), а на дифавтомате перед величиной номинального тока указывается латинская буква, определяющая тип характеристики срабатывания выключателя (например С40). При наличии на корпусе схемы у дифавтоматов имеются обозначения электромагнитного и теплового расцепителей.

Для защиты от поражения электрическим током УЗО, как правило, должны устанавливаться в отдельных групповых линиях, допускается присоединение к одному УЗО нескольких групповых линий через отдельные автоматические выключатели.

Необходимость установки УЗО для групповых линий определяется исходя из условий обеспечения безопасности в соответствии с требованиями действующих технических нормативных правовых актов (СН 4.04.01-2019, ТКП 339-2022 (33240), ГОСТ 30331.3). Отдельно хотелось бы отметить, что установка УЗО в жилых и общественных зданиях обязательна:

- для групповых линий, питающих штепсельные розетки;
- в линиях, питающих стационарно установленное оборудование и светильники в ваннных и душевых помещениях;
- при подключении бытовой техники – стиральных и посудомоечных машин, электроплит и электроводоподогревателей;
- для питания установок распределительного электрообогрева поверхностей;
- при устройстве электропроводок в садовых домиках;
- в действующем жилищном фонде с двухпроводными групповыми сетями, не имеющими защитного РЕ- проводника (срабатывание УЗО при замыкании на корпус в данных сетях происходит только при появлении дифференциального тока, то есть при непосредственном прикосновении к корпусу электроприемника).

Рассмотрим основные ошибки при подключении УЗО, из-за которых происходит ложное срабатывание и отключение электрической сети:

- фазный проводник питающей сети подключается к нижней контактной клемме, а нулевой рабочий проводник к верхней (рис. 1);
- не соблюдена фазировка при подключении проводников питающей сети в соответствии с маркировкой на корпусе (рис. 2);
- подключение нулевого рабочего проводника N выполнено непосредственно к электроприемнику или к нулевой шине без подключения к УЗО (рис. 3);
- объединение нулевого рабочего проводника N и нулевого защитного проводника РЕ в зоне действия УЗО, случайное соединение нулевого рабочего проводника N с заземленными элементами и нулевым защитным проводником (рис. 4);
- объединение нулевых рабочих проводников N различных УЗО в зоне их действия (рис. 5).

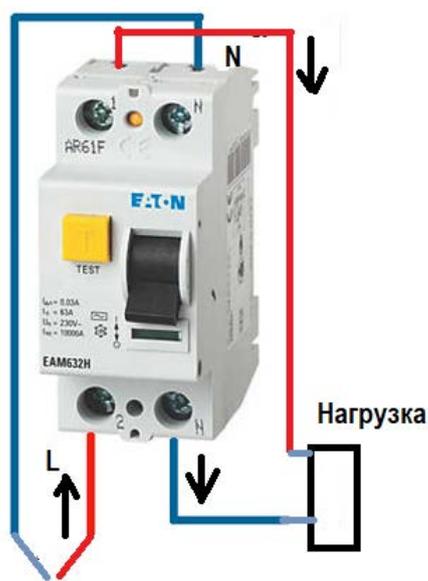


Рис. 1



Рис. 2

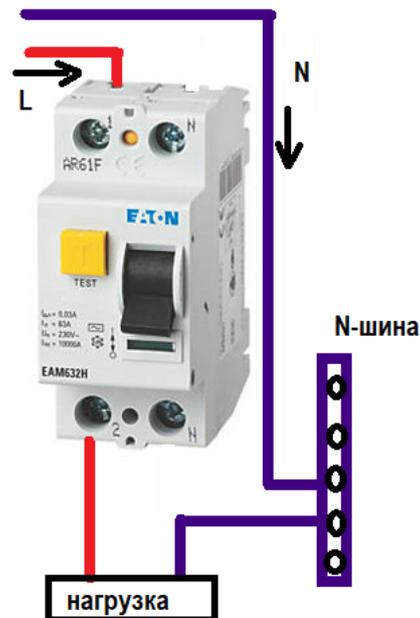


Рис. 3

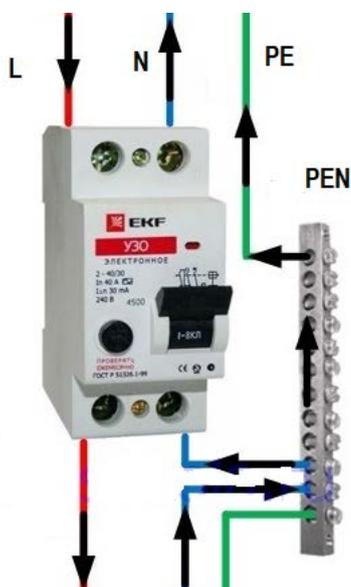


Рис. 4

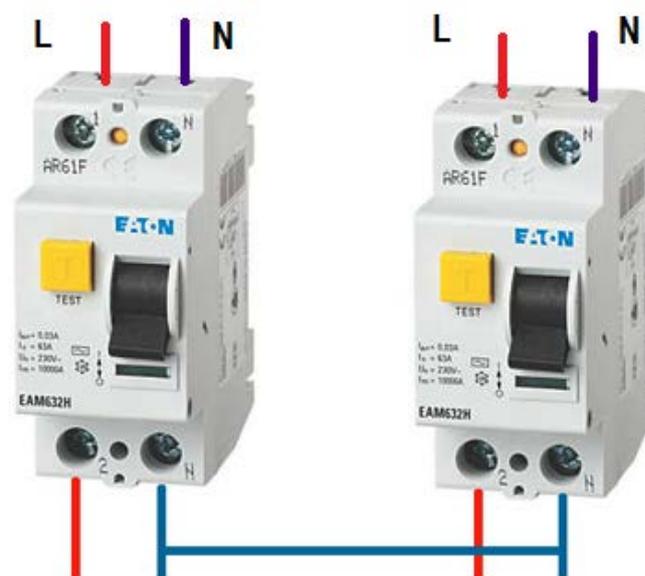


Рис. 5

В заключении о вышесказанном настоятельно рекомендуем для защиты от поражения электрическим током устанавливать в электрической сети устройства защитного отключения, при этом работы по монтажу должны выполнять квалифицированные специалисты.

Начальник Новополоцкой районной энергогазинспекции Полоцкого межрайонного отделения филиала Госэнергогазнадзора по Витебской области, государственный инспектор по энергетическому и газовому надзору

Зеленкевич В.В.