

«УТВЕРЖДАЮ»

« » 20 г.

МЕТОДИКА
проверки устройств защитного отключения

город
20

Содержание	стр.
1. Назначение методики выполнения измерений.....	3
2. Характеристики измеряемой величины, нормативные значения измеряемой величины.....	3
2.1 Нормативные значения измеряемой величины.....	5
2.2 Проверка правильности установки УЗО в схеме электроустановок.....	5
2.3 Проверка правильности монтажа.....	6
2.4 Проверка работоспособности УЗО.....	6
2.5 Обоснованность выбора защиты УЗО.....	6
4. Условия измерений.....	9
5. Средства измерений.....	9
6. Метод испытаний.....	9
7. Подготовка к выполнению измерений.....	9
8. Выполнение испытаний (измерений).....	10
9. Оформление результатов измерений.....	11
10. Требования к обеспечению безопасности при выполнении измерений и экологической безопасности.....	11
Форма протокола.....	12

1. Назначение методики выполнения измерений.

Настоящая методика «Проверка работоспособности устройства защитного отключения (УЗО)» устанавливает методику выполнения проверки работоспособности устройства защитного отключения (УЗО) в электроустановках напряжением до 1000В на соответствие требованиям нормативной документации. Проверка производится на основании требований ГОСТ Р 50571.16-2 2.

2. Характеристики измеряемой величины, нормативные значения измеряемой величины.

Объектом испытаний являются УЗО, предназначенные для работы только в сетях переменного напряжения 380\220 В с глухозаземленной нейтралью.

Параметры УЗО:

Согласно ГОСТ Р МЭК 60755-2012 нормируются следующие параметры УЗО:

Номинальное напряжение (U_n) - действующее значение напряжения, при котором обеспечивается работоспособность УЗО.

$$U_n = 220, 380 \text{ В.}$$

Номинальный ток нагрузки (I_n) - значение тока, которое УЗО может пропускать в продолжительном режиме работы.

$$I_n = 6; 16; 25; 40; 63; 80; 100; 125 \text{ А.}$$

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

$$I_{\Delta n} = 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5 \text{ А.}$$

Номинальный не отключающий дифференциальный ток ($I_{\Delta n0}$) - значение дифференциального тока, которое не вызывает отключение УЗО при заданных условиях эксплуатации.

$$I_{\Delta n0} = 0,5 I_{\Delta n}.$$

Предельное значение не отключающего сверхтока (I_{nm}) минимальное значение не отключающего сверхтока при симметричной нагрузке двух и четырех полюсных УЗО или несимметричной нагрузке четырех полюсных УЗО.

$$I_{nm} = 6 I_n.$$

Сверхток - любой ток, который превышает номинальный ток нагрузки.

Номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность) (I_m) - действующее значение ожидаемого тока, который УЗО способно включить, пропускать в течение своего времени размыкания и отключить при заданных условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

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

Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току ($I_{\Delta m}$) - действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое УЗО способно включить, пропускать в течение своего времени размыкания и отключить при заданных условиях эксплуатации без нарушения его работоспособности.

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

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

$$I_{nc} = 3000; 4500; 6000; 10\ 000 \text{ А.}$$

Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания ($I_{\Delta c}$) – действующее значение ожидаемого дифференциального тока, которое способно выдержать УЗО, защищаемое устройством защиты от коротких замыканий при заданных условиях эксплуатации без необратимых изменений, нарушающих его работоспособность.

$$I_{\Delta c} = 3000; 4500; 6000; 10\ 000 \text{ А.}$$

Номинальное время отключения T_n - промежуток времени между моментом внезапного возникновения отключающего дифференциального тока и моментом гашения дуги на всех полюсах.

Стандартные значения максимально допустимого времени отключения УЗО типа АС при любом номинальном токе нагрузки и заданных нормами значениях дифференциального тока не должны превышать приведенных в таблице 1.

Время отключения УЗО типа АС. Таблица 1

Время отключения T_n , с			
$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	500 А
0,3	0,15	0,04	0,04

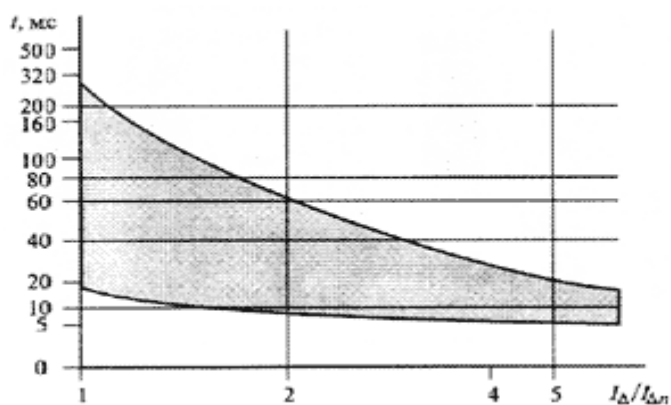


Рис 1 Времятоковая характеристика УЗО

На рис. 1 приведена графическая интерпретация области срабатывания УЗО в зависимости от кратности дифференциального тока.

На рис.2 показан внешний вид УЗО.

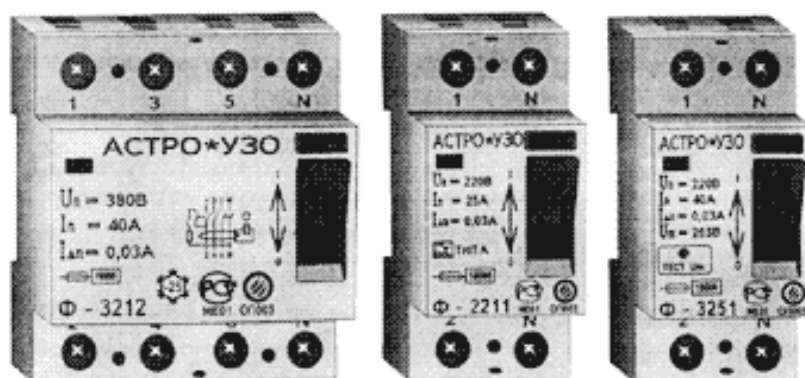


Рис 2. Внешний вид УЗО

2.1 Нормативные значения измеряемой величины.

Значения параметров УЗО должно соответствовать параметрам, приведенным ниже:

Таблица 2

№	Параметр	Значение
1	Способ и место установки	(щитовое, УЗО-вилка, УЗО-розетка)
2	Число полюсов и число токоведущих проводников	(2,4)
3	Номинальное напряжение(U_n)	(220, 380 В)
4	Номинальный ток (I_n)	(16, 25, 40, 63, 80, 100 А)
5	Номинальный отключающий дифференциальный ток ($I_{\Delta n}$)	(10, 30, 100, 300, 500 мА)
6	Максимальное время отключения (T_n)	($I_{\Delta n} - 0,3$ с; $2I_{\Delta n} - 0,15$ с; $5I_{\Delta n} - 0,04$ с;)
7	Номинальный не отключающий дифференциальный ток	($I_{\Delta n0}$) $I_{\Delta n0} = 0,5I_{\Delta n}$
8	Номинальная включающая и отключающая способность	(I_m) $I_m = 10I_n$ (но не менее 500 А)
9	Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току ($I_{\Delta m}$)	$I_{\Delta m} = 10I_n$ (но не менее 500А)
10	Предельное значение не отключающего тока в условиях сверхтока	(I_{nm}) $I_{nm} = 6I_n$
11	Номинальный ток короткого замыкания (I_{nc})	3000, 4500, 6000, 10000 А
12	Номинальный условный дифференциальный ток короткого замыкания ($I_{\Delta c}$)	3000, 4500, 6000, 10000 А

2.2 Проверка правильности установки УЗО в схеме электроустановки

Проверка правильности установки УЗО в схеме электроустановки.

Таблица 3

№	Вид проверки	Результат
1	Обоснованность выбора зоны защиты УЗО	Перечень электроприемников в зоне защиты, требующих обязательной защиты УЗО (сантехкабины, ванны, сауны, розеточные группы, и т.д.) ПУЭ, гл.6 п.п. 6.1.14, 6.1.16, 6.1.17, 6.1.48-49, 6.4.18 ПУЭ гл.7 п.п. 7.1.48, 7.1.71-88
2	Соответствие параметров УЗО проектным данным	$U_n, I_n, I_{\Delta n}, I_{\Delta n0}, T_n, I_m, I_{\Delta m}, I_{nm}, I_{nc}, I_{\Delta c}$
3	Соответствие параметров УЗО параметрам устройств защиты от сверхтоков	$I_{nУЗО} \geq I_{nAB}$

2.3 Проверка правильности монтажа

Таблица 4

№	Вид проверки	Результат
1	Проверка соответствия монтажа утвержденной схеме электроустановки	Монтаж соответствует схеме
2	Проверка фазировки подключенных к УЗО проводников (фазных и нулевого рабочего)	Нулевой рабочий и фазный проводники подключены соответственно обозначениям на корпусе УЗО
3	Проверка отсутствия соединения нулевого рабочего проводника N в зоне защиты УЗО с нулевым защитным проводником PE, а также открытыми проводящими частями электроустановки	Нулевой рабочий проводник в зоне защиты не имеет соединений с заземленными элементами и корпусами электрооборудования
4	Контроль надежности затяжки контактных зажимов УЗО и аппаратов защиты от сверхтока	Затяжка контактных зажимов выполнена в пределах нормы

2.4 Проверка работоспособности УЗО

Таблица 4

№	Вид проверки	Результат
1	Проверка фиксации органа управления	Рукоятка четко фиксируется в обоих ("Вкл." и "Откл") положениях
2	Проверка путем нажатия кнопки "Тест" (десятикратно)	Устройство срабатывает
3	Замер отключающего дифференциального тока	$I_{\Delta} =$
4	Замер "фонового" тока утечки ($I_{ут}$) электроустановки	$I_{ут} =$

2.5 Обоснованность выбора защиты УЗО.

Обоснованность выбора зоны защиты УЗО должно соответствовать требованиям ПУЭ. Раздел 6. "Электрическое освещение" и Раздел 7. "Электрооборудование специальных установок", Глава 7.1. "Электроустановки жилых, общественных, административных бытовых зданий".

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения над полом или площадкой обслуживания менее 2,5м 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 устройством защитного отключения (УЗО) с током срабатывания до 30 мА. Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности - не выше 220В и в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных - не выше 50В. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных допускается напряжение до 220В для светильников, в этом случае должно быть предусмотрено или защитное отключение линии при токе утечки до 30 мА, или питание каждого светильника через разделяющий трансформатор. Переносные светильники, предназначенные для подвешивания, настольные, напольные и т.п. приравниваются при выборе напряжения к стационарным светильникам местного стационарного освещения.

При выполнении схем питания светильников и штепсельных розеток следует выполнять требования по установке УЗО, изложенные в гл. 7.1 и 7.2.

Для установок наружного освещения: освещения фасадов зданий, монументов и тому подобное, наружной световой рекламы, и указателей в сетях TN-S или TN-C-S рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 30 мА, при этом фоновое значение токов утечки должно быть по крайней мере, в 3 раза меньше уставки срабатывания УЗО по дифференциальному току.

Установки световой рекламы, архитектурного освещения зданий следует, как правило, питать по самостоятельным линиям - распределительным или от сети зданий. Допускаемая мощность указанных установок не более 2 кВт на фазу при наличии резерва мощности сети. Для линии должна предусматриваться защита от сверхтока и токов утечки (УЗО).

В ванных комнатах квартир и номеров гостиниц допускается установка штепсельных розеток в зоне 3 по ГОСТ Р 50571.7.701-2013, присоединяемых к сети через разделительные трансформаторы или защищенных устройством защитного отключения, реагирующим на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА.

Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки для переносных электрических приборов, рекомендуется предусматривать устройства защитного отключения.

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

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 3 раза большие, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю.

В зоне действия УЗО нулевой рабочий проводник не должен иметь соединений с заземленными элементами и нулевым защитным проводником.

Во всех случаях применения УЗО должно обеспечивать надежную коммутацию цепей нагрузки с учетом возможных перегрузок.

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, необходима их расчетная проверка в режимах сверхтока с учетом защитных характеристик вышестоящего аппарата, обеспечивающего защиту от сверхтока.

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 5с при снижении напряжения до 50 % номинального.

В зданиях могут применяться УЗО типа А, реагирующие как на переменные, так и на пульсирующие токи повреждений, или АС, реагирующие, только на переменные токи утечки.

Источником пульсирующего тока являются, например, стиральные машины с регуляторами скорости, регулируемые источники света, телевизоры, видеомэгафоны, персональные компьютеры и др.

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

Допускается присоединение к одному УЗО нескольких групповых линий через отдельные автоматические выключатели (предохранители).

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

В жилых зданиях УЗО рекомендуется устанавливать на квартирных щитках, допускается их установка на этажных щитках.

Установка УЗО запрещается для электроприемников, отключение которых может привести к ситуациям, опасным для потребителей (отключению пожарной сигнализации и т.п.).

Обязательной является установка УЗО с номинальным током срабатывания не более 30мА для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, например, в зоне 3 - ванных и душевых помещений квартир и номеров гостиниц.

Суммарный ток утечки сети с учетом присоединяемых стационарных и переносных электроприемников в нормальном режиме работы не должен превосходить 1/3 номинального тока УЗО. При отсутствии данных ток утечки электроприемников следует принимать из расчета 0,4мА на 1А тока нагрузки, а ток утечки сети - из расчета 10мкА на 1м длины фазного проводника.

Для повышения уровня защиты от возгорания при замыканиях на заземленные части, когда величина тока недостаточна для срабатывания максимальной токовой защиты, на вводе в квартиру, индивидуальный дом и тому подобное рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 300мА.

Для жилых зданий при выполнении требований п. 7.1.83 функции УЗО по пп. 7.1.79 и могут выполняться одним аппаратом с током срабатывания не более 30мА.

Если УЗО предназначено для защиты от поражения электрическим током и возгорания или только для защиты от возгорания, то оно должно отключать как фазный, так и нулевой рабочие проводники, защита от сверхтока в нулевом рабочем проводнике не требуется.

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

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

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

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

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

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

Зафиксированное значение тока является отключающим дифференциальным током - I_{Δ} данного экземпляра УЗО, которое согласно требованиям стандарта, ГОСТ Р МЭК 60755-2012 должно находиться в диапазоне $0,5I_{\Delta n} - I_{\Delta n}$.

4. Условия измерений.

Прибор предназначен для измерения параметров УЗО находящихся в отключенном от сети 220В(380В) состоянии.

Примечание - УЗО, имеющие в своём составе электронный усилитель с пороговым устройством (например, АД12, АД14 или АВДТ32, производства компании ИЭК), проверяются только при подключении к сети.

При проведении испытаний соблюдают следующие условия:

- испытания УЗО производят в закрытом, сухом, отапливаемом помещении, при искусственном или естественном освещении;
- температура воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности 80% (при 25 °С);

5. Средства измерений.

Для измерения характеристик УЗО будем использовать цифровой измеритель параметров УЗО 2712 EL. Измерение времени отключения 1 мс...3 с, разрешение 1 мс; напряжение в сети 220/230/240 В, 50/60 Гц; тестовый ток 3/.../500 мА (12 значений); начальная фаза тока 0° или 180°.

Все приборы должны быть поверены, а испытательные установки аттестованы в соответствующих государственных органах (ЦСМ).

6. Метод испытаний.

Соответствие параметров, выбора места установки УЗО требованиям нормативной документации проверяется визуально. Измерение не отключающего дифференциального тока и отключающего дифференциального тока проводят методом прямых измерений.

7. Подготовка к выполнению измерений.

Перед проведением измерений параметров УЗО в сети необходимо:

- проверить отсутствие соединения нулевого проводника N в зоне защиты УЗО с нулевым защитным проводником PE, а также с заземлёнными корпусами электрооборудования и вторичным заземлением;
- проконтролировать надёжность затяжки контактных зажимов УЗО и аппаратов защиты от сверхтоков.

Наличие тока утечки, имеющегося в подключенном к сети оборудовании во время выполнения измерений, влияет на точность измерения тока отключения УЗО. Поэтому необходимо отключить от сети потребителей электроэнергии.

Для определения величины тока утечки в зоне защиты УЗО провести два измерения тока отключения УЗО. Первое измерение с отключенной нагрузкой, второе измерение с подключенной нагрузкой. Ток утечки равен разнице между первым и вторым измерением.

Величина тока утечки не должна превышать одной трети от номинального дифференциального тока УЗО.

Ток срабатывания УЗО на синусоидальном токе не должен быть менее половины номинального дифференциального тока. В противном случае такое УЗО подлежит замене.

8.Выполнение испытаний (измерений).

При выполнении измерений выполняют следующие операции:

Проверяют обоснованность выбора зоны защиты УЗО.

Визуально проверяется соответствие смонтированной схемы УЗО проекту. Осмотр выполняется на полностью смонтированной и предъявляемой к сдаче электроустановке. При визуальном осмотре производится:

- проверка правильности установки УЗО в схеме электроустановки;
- отсутствие видимых повреждений УЗО;
- проверка соответствия монтажа утвержденной схеме электроустановки;
- проверка фазировки подключенных к УЗО проводников (фазных и нулевого), фазные и нулевые рабочие проводники должны иметь цветовую маркировку в соответствии с НД;
- проверка соблюдения полярности при подключении УЗО к источнику питания;
- проверка соответствия типов и параметров УЗО проекту;
- проверка отсутствия соединения рабочего нулевого проводника (N) в зоне защиты УЗО с защитным проводником (PE), а также с корпусами электрооборудования и повторным заземлением;
- проверка надежности затяжки контактных зажимов УЗО и аппаратов защиты от сверхтоков.

Схема измерений :

Отключить от установленного в электроустановке УЗО цепь нагрузки с помощью двухполюсного автоматического выключателя. В том случае, если в электроустановке применен однополюсный автоматический выключатель, при выполнении данного измерения для достижения необходимой точности необходимо отсоединить и нулевой рабочий проводник.

Для измерения всех параметров УЗО в автономном режиме подключение осуществляется в соответствии с рисунком 3 (кроме УЗО, имеющих в своём составе электронный усилитель, например, АД12, АД14 или АВДТ32).

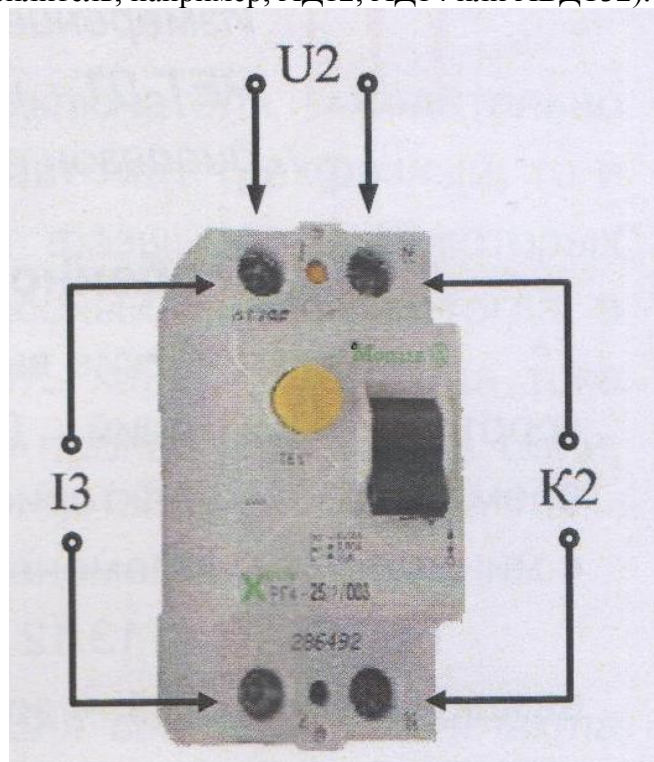


Рисунок 3

Порядок проведения измерений УЗО:

- 1) Собрать измеритель (один провод к зажиму на УЗО «фаза», второй к зажиму на УЗО «нейтраль», третий к шине заземления. После подключения к тестируемой цепи, проверить правильность подключения – должны гореть индикаторы «P-N» и «P-E»)
- 2) Собрать схему проверки (рис.3);
- 3) Включить измеритель 2712 EL нажатием кнопки «ON/TEST»;
- 4) Выбрать величину измерения тестового тока круговым переключателем;
- 5) Выбрать при необходимости начальную фазу тестирования кнопкой «0/180»;
- 6) Для начала измерения нажать кнопку «ON/TEST»
- 7) Произвести измерение не менее 5 раз и выбрать максимальное значение времени и тока срабатывания;
- 8) Выключить измеритель 2712 EL кнопкой «OFF» и разобрать схему испытания.

Проверка трехфазного УЗО проводится аналогичным образом по каждой фазе. Если в автомате функция УЗО совмещена с токовой отсечкой или с защитой от перегрузки, то эти функции необходимо проверить (методика проверки расцепителей автоматических выключателей).

9.Оформление результатов измерений.

Результаты проверки отражаются в протоколе соответствующей формы (форма протокола прилагается в конце методики).

При заполнении протокола в графе «Вывод на соответствие требованиям» напротив каждого пункта вносить запись: «соответствует» или «не соответствует».

Перечень замеченных недостатков должен предъявляться заказчику для принятия мер по их устранению.

Протокол оформляется в 2-х экземплярах. Второй экземпляр протокола распечатывается и хранится в архиве ЭТЛ. Копии протоколов испытаний и измерений подлежат хранению в архиве электролаборатории не менее 6 лет.

10.Требования к обеспечению безопасности при выполнении измерений и экологической безопасности.

При проведении измерений необходимо руководствоваться требованиями Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Измерения производятся по распоряжению или наряду- допуску.

Перед началом работы в зоне измерений должны быть выполнены все организационные и технические мероприятия по технике безопасности, а именно:

- отключена проверяемая электроустановка;
- вывешены предупреждающие плакаты;
- проверено отсутствие напряжения и остаточного заряда на корпусе испытуемого оборудования указателем напряжения до 1000 В.

Проверка работоспособности УЗО не наносит вреда для окружающей среды.

Начальник электролаборатории

Электрооборудование: _____

Месторасположение: _____

Дата: « ____ » _____ 20 ____ г.

ПРОТОКОЛ № _____

Проверки и испытаний устройств защитного отключения (УЗО)

Климатические условия при проведении измерений

Температура воздуха _____ °С. Влажность воздуха _____ %. Атмосферное давление _____ кПа

Цель измерений (испытаний)

(приёмо-сдаточные, сличительные, контрольные испытания, эксплуатационные, для целей сертификации)

Нормативные и технические документы, на соответствие требованиям которых проведены измерения (испытания): ГОСТ Р 50571.16-99 (п. 612.6.1), ГОСТ Р 50807-95, ПУЭ, гл.6 п.п. 6.1.14, 6.1.16, 6.1.17, 6.1.48-49, 6.4.18, ПУЭ гл.7 п.п. 7.1.48, 7.1.71-88

№ п/п	Типовое обозначение УЗО, место установки по проекту	№ и пункт протокола проверки защиты от сверхтока (для АВДТ)	Номинальный ток нагрузки, (А)	Вид дифференциального тока, (А,АС)	Номинальный дифференциальный не отключающий ток IΔо, (мА)	Номинальный дифференциальный отключающий ток IΔн, (мА)	Минимальное время неотключения при 2IΔн(сек)	Вид испытательного тока (синусоидальный, пульсир.)	Измеренный дифференциальный отключающий ток, (мА)	Время срабатывания tср при IΔн, (сек)	
										Допустимое	Измеренное
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Заключение: Параметры устройства защитного отключения соответствуют / не соответствуют требованиям ПУЭ, завода изготовителя. (ненужное зачеркнуть)

ПРИБОРЫ	№ п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. проверки	Примечания

Испытание производили:

Начальник электролаборатории: _____ / _____ /
(Подпись)

Инженер-электрик _____ / _____ /
(Подпись)