



**Открытое акционерное общество  
«БЕЛЭНЕРГОРЕМНАЛАДКА»  
Филиал «Инженерный центр»**



*Интегрированная система менеджмента качества и охраны труда при выполнении проектных, строительно-монтажных, ремонтных и наладочных работ, изготовлении оборудования и запасных частей для объектов энергетики и других отраслей промышленности сертифицирована BUREAU VERITAS Certification на соответствие международному стандарту ISO 9001:2000 и международной спецификации OHSAS 18001:1999*

**УКАЗАТЕЛЬ ПОВРЕЖДЕННОГО НАПРАВЛЕНИЯ  
КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ  
УПН-КЛ**

**Руководство по эксплуатации  
КПВУ.144.00.00.00.00 РЭ**

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления лиц, эксплуатирующих указатель поврежденного направления кабельной линии (УПН-КЛ), а также для наладочного и ремонтного персонала.

РЭ включает в себя данные об устройстве УПН-КЛ, принципе его действия, порядке работы с изделием, указания по его использованию при первом включении, техническому обслуживанию в период эксплуатации, хранению и транспортированию.

## 1 Описание работы УПН-КЛ

### 1.1 Назначение УПН-КЛ

1.1.1 Указатель поврежденного направления предназначен для фиксации факта протекания тока короткого замыкания (т. к. з.) в месте установки устройства и последующего исчезновения напряжения с линии с целью определения поврежденного участка кабельной линии 6 (10)кВ. УПН-КЛ монтируется в закрытых трансформаторных подстанциях (ЗТП).

По воздействию климатических факторов внешней среды устройство УПН-КЛ соответствует выполнению УХЛЗ по ГОСТ 15150-69, но для работы при температуре окружающей среды от минус 25 до плюс 40<sup>0</sup>С, относительной влажности воздуха не более 98% при 20<sup>0</sup>С и высоте над уровнем моря не более 1000м.

Режим работы изделия - длительный.

Пример обозначения при заказе: “Указатель поврежденного направления УПН-КЛ. ТУ ВУ 100345505.010-2006”.

### 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Питание устройства должно осуществляться от сети напряжением 220 плюс 33, минус 44В, 50Гц.

1.2.2 Потребляемая мощность должна быть не более 4В·А.

1.2.3 Диапазон уставок тока срабатывания должен быть от 200 до 1000А.

1.2.4 Уставка реле времени возврата указателя в исходное состояние устанавливается в диапазоне от 0,8 до 1,5 с.

1.2.5 В устройстве предусмотрена светодиодная индикация срабатывания.

1.2.6 Время сохранения указателем поврежденного направления информации о протекании т. к. з. по участку кабельной линии после его обесточивания должно быть не менее 6 часов.

1.2.7 Рабочий сигнал на вход устройства поступает с магнитного датчика тока (МДТ), вольтамперная характеристика которого линейна до 100В.

1.2.8 Кожух устройства имеет степень защиты от пыли и влаги IP65 по ГОСТ 14254-96.

1.2.9 Устройство имеет класс защиты человека от поражения электрическим током 01 в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75.

1.2.10 Коммутационная способность контактов реле, предназначенных для цепей теле-сигнализации, при замыкании цепей постоянного тока - напряжение 60В, ток 50mA.

1.2.11 Габаритные размеры устройства:

- УПН-КЛ- 120×110×160мм;

- плата кнопки со светодиодом- 40×25×35мм;

- МДТ- 170×45×50мм.

- изоляционная пластина для крепления МДТ в ячейке - 1000×60×10мм.

#### 1.2.12 Масса устройства:

- УПН-КЛ- не более 1,5кг;
- МДТ- не более 0,8кг;
- плата кнопки со светодиодом- не более 30г;
- изоляционная пластина для крепления МДТ в ячейке- не более 0,5кг.

#### 1.3 Комплектность

1.3.1 Комплект поставки изделия приведен в таблице 1.1

Таблица 1.1

№	Наименование	Количество
1	Устройство УПН-КЛ (индикаторный блок)	1
2	Магнитный датчик тока	1
3	Плата кнопки со светодиодом	1
4	Пластина для крепления МДТ в ячейке	1
5	Руководство по эксплуатации (на пять изделий в один адрес)	1
6	Паспорт	1

#### 1.4 Устройство и принцип действия УПН-КЛ

1.4.1 Изделие состоит из индикаторного блока (УПН-КЛ) и магнитного датчика тока в соответствии с рисунком Б.1

1.4.2 Индикаторный блок содержит несколько функциональных органов.

1.4.2.1 Измерительный пороговый орган с запоминанием факта срабатывания (факта протекания тока к.з.) состоит из резисторов R4, R5, стабилитрона VD10, транзистора VT1 и двухпозиционных герметичных реле K1, K2 с диодами VD11, VD12.

Измерительный пороговый орган подключается к магнитному датчику тока, напряжение на зажимах которого пропорционально току к. з. Чувствительность (уставка срабатывания) регулируется резистором R5.

Выходным элементом измерительного порогового органа является двухпозиционное двухстабильное реле K1, а такое же реле K2 служит для передачи информации о срабатывании УПН-КЛ по каналам телесигнализации.

1.4.2.2 Реле времени состоит из резисторов R6, R7, R8, R9, R10, R11; диодов VD13÷VD15; транзисторов VT2, VT3, конденсатора C4 и микросхемы D1 типа K511ЛА1.

Выходным элементом реле времени являются возвратные обмотки двухпозиционных реле K1, K2.

В исходном состоянии на входы 1, 2, 9 D1 подается потенциал "0" через нормально замкнутый (н. з.) контакт (21-22) K1.

На выходе 3 D1 и входах 4, 5 D1- потенциал "-1". На выходе 6 D1 и левой обкладке C4- потенциал "0". На правой обкладке C4 и базе VT2 -потенциал "1". Так как VT2 включен по схеме эмиттерного повторителя, то потенциал эмиттера VT2 будет "1". Таким же будет потенциал входов 12, 13 D1.

На выходе 11 D1 и входе 10 D1 будет "0". На выходе 8 D1- потенциал "1" и транзистор VT3 закрыт.

Когда сработает реле K1 потенциал входов 1, 2 D1 и входа 9 D1 станет равным "1", а выхода 3 и входов 4, 5 "-0". При этом потенциал выхода 6 D1 и левой обкладки C4 станет равным "1".

Одновременно скачком на такую же величину поднимается потенциал правой обкладки C4. Поскольку теперь через резисторы R7, R8 на эту обкладку подается "0", то начинается перезаряд C4, и потенциал его правой обкладки ( и входов 12, 13 D1) будет опускаться до "0" со скоростью, определяемой параметрами цепочки R7, R8, C4. Когда потенциал входов 12, 13 D1 достигнет уровня "0", потенциал выхода 11 D1 (и входа 10D1) станет равным "1". На выходе 8

D1 возникнет "0" и откроется VT3, т.е. реле времени сработает и пойдет ток через возвратную обмотку двухпозиционного реле K1, которое вернется в исходное состояние и замкнув контакт 21-22 вернет и реле времени в исходное состояние. При этом разряд C4 произойдет мгновенно через цепочку R9, VD13. В исходное состояние вернется и реле K2.

1.4.2.3 Источником питания индикаторного блока состоит трансформатора TV, подключаемого к сети 220В через предохранитель F, диодов VD1, VD2, VD5÷VD7, стабилитронов VD3, VD4, резистора R1, конденсаторов C1, C2.

Источник питания обеспечивает стабилизированные напряжения +15 и +12В и нестабилизированные: +24В и -16В.

1.4.2.4 Индикатором срабатывания измерительного порогового органа служит светодиод VD3. Источником питания светодиода является конденсатор C3, который заряжается через R2, VD8 и н.з. контакт (11-12) K1 до напряжения приблизительно 46В и после срабатывания K1 подключается к светодиоду кратковременным нажатием кнопки SB.

1.4.3 Принцип действия устройства заключается в том, что при протекании тока к.з. напряжение на выходе МДТ превышает величину, при которой открывается транзистор VT1, срабатывает реле K1, коммутируя свои контакты в цепи запуска реле времени и в цепи питания светодиода, и реле K2, коммутируя свои контакты в цепи телесигнализации. После отключения к.з. устройство лишается оперативного питания (220 В, 50 Гц), но предварительно заряженный конденсатор оказывается подключенным к светодиоду. Даже спустя  $(7\pm 1)$  часов нахождения устройства без питания при нажатии кнопки светодиод должен светиться в течение  $(7\pm 1)$  с.

Уставка реле времени выбирается больше времени работы защиты на кабельной линии, чтобы реле K1, K2 не успели возвратиться до отключения к. з.

Выдержка времени реле времени должна быть такой, чтобы заряда конденсаторов источника питания не хватило для его срабатывания после снятия питания (не менее 1 с).

После подачи питания (включения кабельной линии под напряжение) реле времени запускается и возвращает K1, K2 в исходное состояние. Таким образом УПН-КЛ опять готов к работе.

## 2 Использование УПН-КЛ по назначению

### 2.1 Подготовка изделия к работе перед первым применением

2.1.1 Подготовительные работы заключаются в изучении устройства, принципа действия его составных элементов согласно настоящего РЭ и подготовке контрольно-измерительной аппаратуры и оборудования.

#### 2.1.2 Внешний и внутренний осмотр

2.1.2.1 При внешнем осмотре проверяется отсутствие механических повреждений, качество покрытий, плотность прилегания кожуха и т.д.

2.1.2.2 При внутреннем осмотре проверяется крепление элементов навесного монтажа, механическая прочность, крепление платы, трансформатора, конденсаторов и т.д. Необходимо прожечь все винтовые соединения.

2.1.3 Сопротивление изоляции, измеренное мегаомметром 1000В между клеммой 1(2) и корпусом TV (или клеммой 10) и между этой же клеммой и зажимом 3(4, 5) TV при вставленном предохранителе F должно быть не менее 1МОм.

2.1.4 Проверка прочности электрической изоляции выполняется подачей напряжения промышленной частоты величиной 1,0 кВ в течение 1 мин между точками, приведенными в 2.1.3.

2.1.5 Проверка работоспособности и электрических характеристик осуществляется в соответствии с протоколом наладки и 1.2.1 - 1.2.7 настоящего РЭ. Перед началом проверки устройство должно быть поставлено под напряжение питания и выдержано в течение  $(45\pm 15)$  минут для формовки электролитических конденсаторов.

2.1.5.1 Проверка на соответствие 1.2.1 - 1.2.2 выполняется путем измерения напряжения и тока на входе питающего трансформатора и перемножения этих величин.

2.1.5.2 Проверку на соответствие 1.2.3 выполняется следующим образом. Выставление уставок по току срабатывания устройства производится с помощью данных таблицы 2.1, в которой приведена зависимость напряжения частотой 50 Гц на выходе магнитного датчика тока при протекании по шинам разных токов. Везде ниже в скобках приведены данные для расстояния между шинами 200 мм. Магнитный датчик тока при снятии этой зависимости располагался на расстоянии 150 мм от плоскости шин асимметрично относительно фаз А, В, С в соответствии с рисунком 2.1.

Количество витков МДТ равно 3000. Имитировался ток к. з. фаз А и С (В, С).

Таблица 2.1

№ п/п	Ток к.з. (ф. А, С), (В, С), А	Напряжение выхода МДТ, В
1	100	0,5 (0,4)
2	200	1,0 (0,8)
3	300	1,5 (1,2)
4	400	2,0 (1,6)
5	500	2,5 (2,0)
6	600	3,0 (2,4)
7	700	3,5 (2,8)
8	800	4,0 (3,2)
9	900	4,5 (3,6)
10	1000	5,0 (4,0)
11	1200	6,0 (4,8)
12	1400	7,0 (5,6)
13	1600	8,0 (6,4)
14	1800	9,0 (7,2)
15	2000	10,0 (8,0)

При других междуфазных к.з. (А, В или В, С, (А, С)) напряжение на выходе МДТ выше, чем при к. з. фаз А и С (В, С). Поэтому УПН-КЛ настроенный по току фаз А и С (В, С) будет заведомо чувствителен к к. з. между другими фазами.

Уставки срабатывания УПН-КЛ выбираются с учетом следующих факторов:

а) максимальный ток нагрузки в месте установки УПН-КЛ должен быть не менее чем в 3 раза меньше тока уставки;

б) минимальный ток к. з. фаз А, С (В, С) должен быть больше тока уставки не менее чем в 2 раза.

Наименьшая чувствительность устройства будет при двойных замыканиях на землю: фазы А фидера, на котором установлено данное устройство УПН, и фазы В или С другого фидера. При этом ток к. з. протекает по одной шине фазы А, наиболее удаленной от МДТ. Необходимо, чтобы ток к. з., при этом, был больше уставки в 2,5 (2) или более раз.

Для выставления уставок по току на вход 5, 7 УПН-КЛ подаем от постороннего регулируемого источника напряжение промышленной частоты согласно таблицы 2.1 и поворотом R5 добиваемся срабатывания К1 в соответствии с рисунками В.1 или В.2 и Д.1.

2.1.5.3 Проверку на соответствие 1.2.4 удобнее всего выполнять с помощью измерителя параметров реле типа Ф291 или аналогичных. Запуск и останов прибора производится от контакта реле К2 (клеммы 7,9 устройства), подключенного на клеммы 3,4 измерителя, при кратковременном срабатывании УПН-КЛ. На Ф291 нажаты клавиши: Режим 1, Контакт, Вибрация.

2.1.5.4 Проверка на соответствие 1.2.5 выполняется визуально после нажатия кнопки SB1 (на плате кнопки со светодиодом) при сработавшем УПН-КЛ.

2.1.5.5 Проверка на соответствие 1.2.6 выполняется в следующей последовательности:

- имитируется срабатывание устройства подачей на вход напряжения выше уставки;
- спустя не более 0,5 с после срабатывания отключается питание и засекается время по часам;
- спустя 6 часов нажимается кнопка на плате кнопки со светодиодом и визуально наблюдается свечение светодиода в течение нескольких секунд.

2.1.5.6 Проверка на соответствие 1.2.7 производится путем снятия вольтамперной характеристики магнитного датчика тока и сравнения ее с эталонной в соответствии с рисунком А.1.

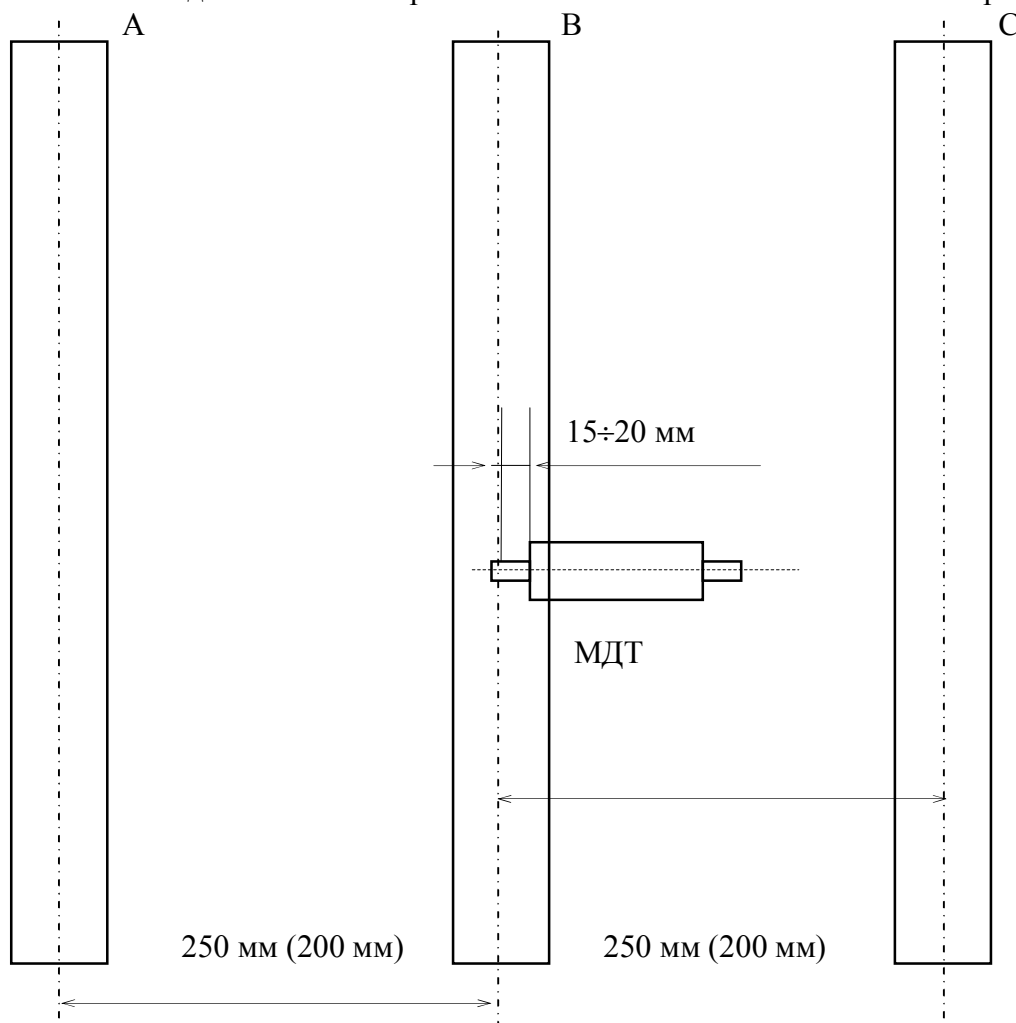


Рисунок 2.1

## 2.2 Использование УПН-КЛ

### 2.2.1 Порядок работы с УПН-КЛ

2.2.1.1 Магнитный датчик тока монтируется на специальной изоляционной пластине со стороны задней стенки ячейки отходящей кабельной линии.

Расстояние до плоскости шин должно быть не менее 150 мм, а катушка должна располагаться асимметрично относительно фаз А, В, С в соответствии с рисунком 2.1.

2.2.1.2 Индикаторный блок УПН-КЛ монтируется внутри ячейки (на входной двери с внутренней стороны или на боковой стороне).

2.2.1.3 Кнопка со светодиодом монтируется с внутренней стороны входной двери ячейки таким образом, что головка кнопки и светодиод проходят через отверстия, просверленные для этой цели, на наружную сторону.

2.2.1.4 При коротком замыкании на одной из отходящих от ЗТП кабельных линий (КЛ) сработает УПН-КЛ, смонтированный в ячейке этой линии и, если к. з. будет вовремя отключено основной защитой линии, т.е. снято питание с устройства, то контактами 12-13 реле К1 све-

одиод будет подключен через кнопку к заряженному конденсатору СЗ. По приезде на подстанцию персонала ОВБ и нажатии кнопки светодиод будет светиться в течение нескольких секунд, что достаточно для определения факта срабатывания УПН-КЛ.

На УПН-КЛ, смонтированных в этом же ЗТП в ячейках других отходящих КЛ, при нажатии кнопок светодиоды светиться не будут. При наличии в ЗТП кабельной линии устройств телесигнализации, информация о сработавших УПН-КЛ передается непосредственно диспетчеру электросетей.

При восстановлении нормального режима и появлении напряжения питания сработает реле времени возвратит реле К1, К2 в исходное состояние. УПН-КЛ готов к фиксации следующего к. з.

При наличии на ТП кабельной линии устройств УПН-КЛ и отключении ее от релейной защиты **не следует** делать пробного включения выключателя линии до проверки сработанного состояния указателей!

#### 2.2.2 Методика оперативного опробования работоспособности УПН-КЛ

2.2.2.1 Сделать перемычку длиной  $(23\pm 2)$  см с зажимом “крокодил” с одной стороны и штекером с другой.

2.2.2.2 Открыть крышку блока УПН-КЛ.

2.2.2.3 Присоединить зажим “крокодил” перемычки на клемму 3.

2.2.2.4 Нажать кнопку и держать.

2.2.2.5 Кратковременно коснуться штекером перемычки зажима 5 трансформатора TV. Должен загореться светодиод и спустя примерно 1 с погаснуть.

2.2.3 Возможные ложные срабатывания УПН-КЛ при недостаточной отстройке от толчков тока запуска крупной нагрузки исправляются самовозвратом устройства.

### 3 Техническое обслуживание УПН-КЛ

#### 3.1 Общие указания

3.1.1 После первого года эксплуатации проводится профконтроль устройства, целью которого является выявление и устранение приработочных отказов элементов устройства и схемы подключения. При выполнении профконтроля необходимо выполнить опробование работы устройства и прожечь все винтовые соединения клеммника.

3.1.2 Каждые последующие пять лет проводится профвосстановление, в объем которого кроме вышеизложенного входит измерение параметров устройства согласно протокола наладки в соответствии с приложением Г.

#### 3.2 Меры безопасности

3.2.1 Корпус питающего трансформатора и обмотка МДТ должны быть заземлены.

3.2.2 Не допускается снимать крышку устройства без снятия напряжения питания.

3.2.3 К эксплуатации устройства допускаются лица, изучившие данное РЭ и прошедшие проверку знаний ПТБ при эксплуатации электроустановок.

### 4 Правила хранения

4.1 Изделие может храниться в закрытом, сухом помещении без вредных газов, с естественной вентиляцией, без отопления.

### 5 Транспортирование

5.1 Транспортирование изделия может осуществляться любым видом транспорта при условии защиты от атмосферных осадков. Условия транспортирования по ГОСТ 23216-78 в части воздействия механических факторов.

Приложение А  
(обязательное)

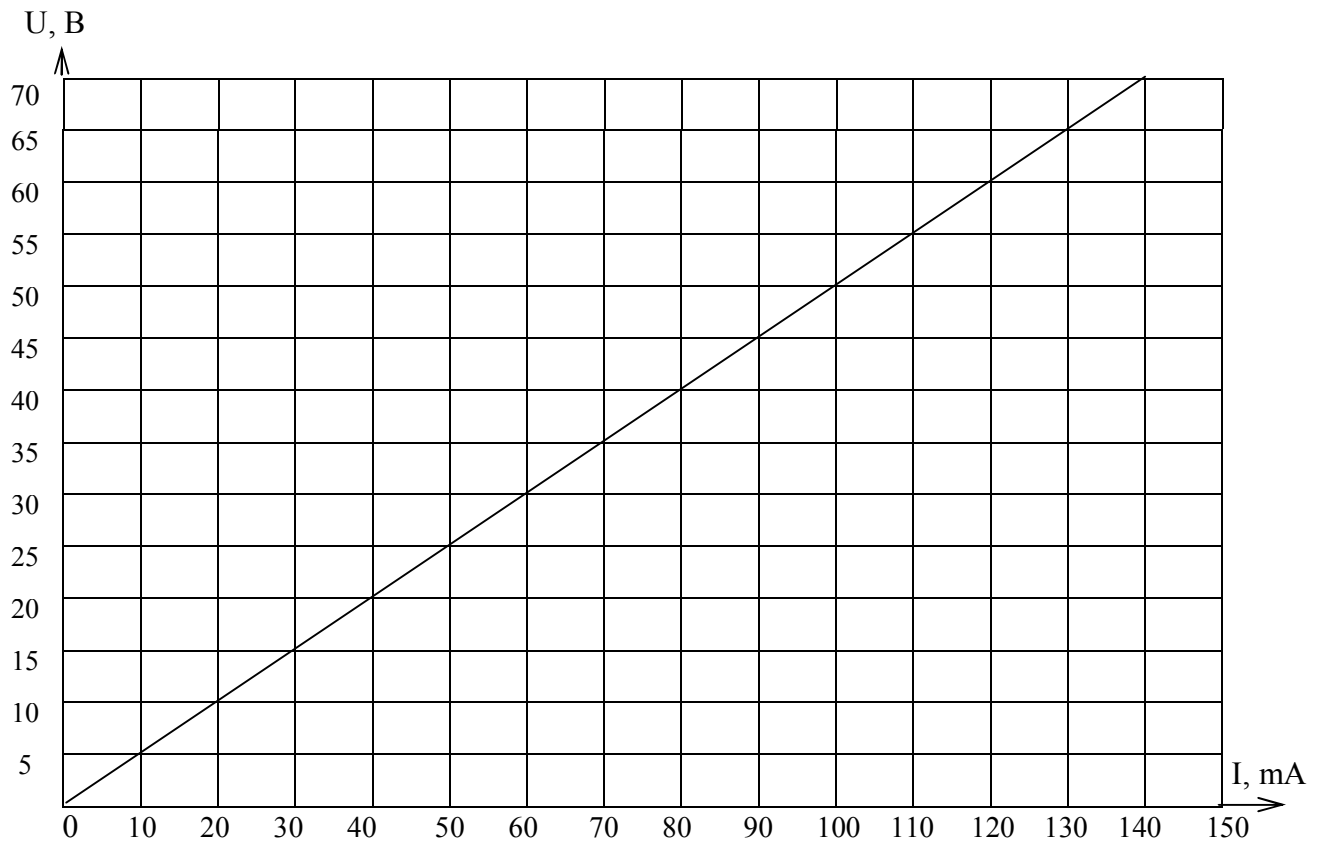


Рисунок А.1 – Эталонная вольтамперная характеристика МДТ



Приложение В  
(обязательное)  
Схемы проверки работоспособности и уставки УПН-КЛ после монтажа на объекте.

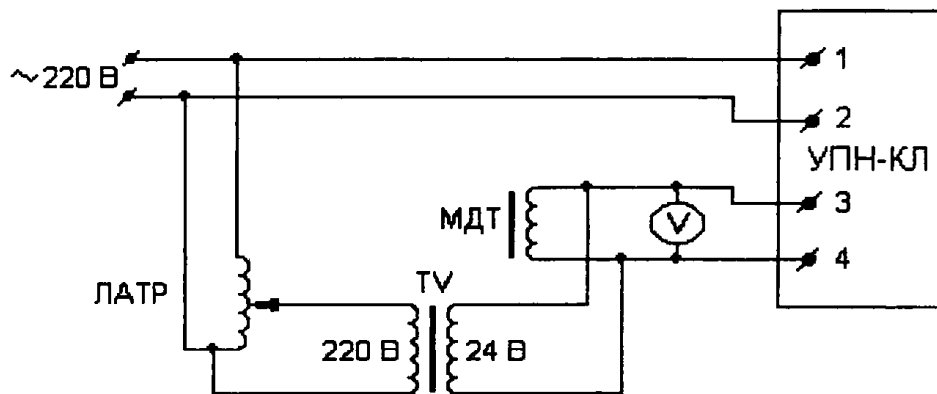


Рисунок В.1

TV- трансформатор мощностью  $S \geq 10 \text{ В} \cdot \text{А}$

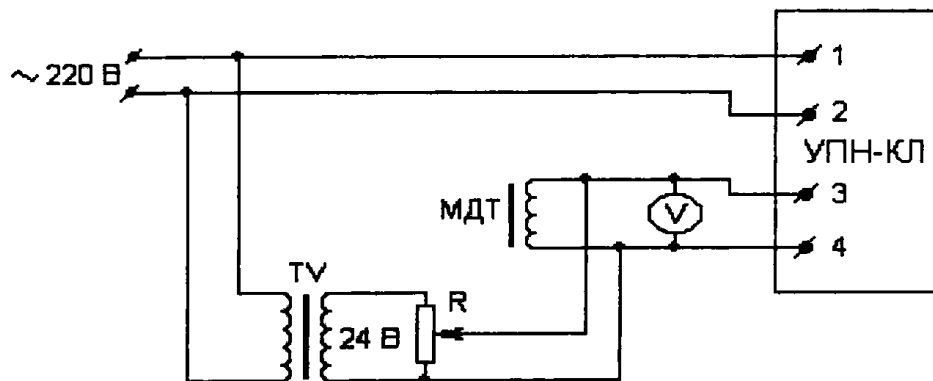


Рисунок В.2

TV- трансформатор мощностью  $S \geq 10 \text{ В} \cdot \text{А}$

R- переменное сопротивление 470 Ом, мощностью  $S \geq 3 \text{ В} \cdot \text{А}$

Приложение Г  
(обязательное)

**ПРОТОКОЛ**  
**наладки указателя поврежденного направления (УПН-КЛ)**  
**заводской №**

1 Напряжение трансформатора питания:

$U_{1-2} = 220 \text{ В};$   $U_{3-4} =$   $\text{В};$

$U_{4-5} =$   $\text{В};$

2 Напряжения источников питания:

$U_{\text{пит.}} \text{ В}$	+15	+12	-16	+24
176				
220				
242				

3 Потребляемая мощность  $S =$   $\text{В}\cdot\text{А}.$

4 Диапазон уставок срабатывания по току к.з.

$I_{\text{к.з.}} =$   $\text{А}.$

Выставлена уставка срабатывания, равная  $\text{А}.$

Риски на резисторе R5 сделаны при токах срабатывания  
(по часовой стрелке):  $\text{А}.$

5 Уставка реле времени  $t =$   $\text{с},$  при расшунтированном R7.  
 $t =$   $\text{с},$  при зашунтированном R7.

6 Время сохранения запаса энергии для нормального свечения светодиода в течении  $6\div 7\text{с}$   
равно  $\text{час}.$

7 Сопротивление изоляции обмоток трансформатора питания и МДТ на корпус и между  
собой не менее  $\text{МОм}.$

8 Обмоточные данные МДТ соответствуют эталонной вольтамперной характеристике  
(Приложение А).

Дата  $\text{_____}$

Проверил  $\text{_____}$  ( $\text{_____}$ ).

Рис. 1 Установочные размеры платы кнопок со светодиодом

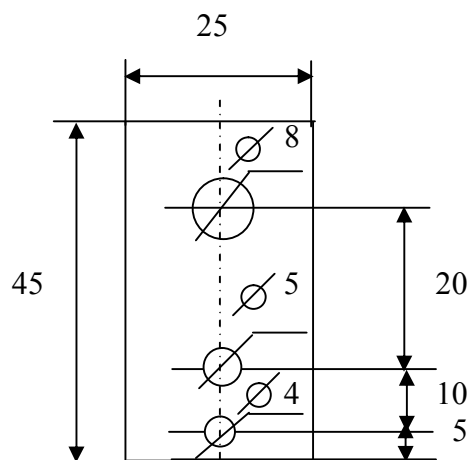


Рис. 2 Установочные размеры индикаторного блока УПН-КЛ

