



# УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ УКН-01-M2

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ААПЦ.648232.013 РЭ

**ВНИМАНИЕ!**

*До изучения руководства устройство не включать.*

*Надежность и долговечность обеспечивается не только качеством устройства, но и правильным соблюдением режимов и условий эксплуатации, поэтому соблюдение всех требований, изложенных в настоящем руководстве по эксплуатации (РЭ), является обязательным.*

*В связи с систематически проводимыми работами по совершенствованию конструкции и технологии изготовления возможны небольшие расхождения между руководством и поставляемым изделием, не влияющие на параметры изделия, на условия его монтажа и эксплуатации.*

*Изделие содержит элементы микроэлектроники, поэтому персонал должен пройти специальный инструктаж и аттестацию на право выполнения работ (с учетом необходимых мер защиты от воздействия статического электричества). Инструктаж должен проводиться в соответствии с действующим в организации положением.*

| Наименование версии | Редакция                           | Дата      |
|---------------------|------------------------------------|-----------|
| Версия № 0          | Оригинальное издание               | 02.03.15. |
| Версия № 1          | Издание исправленное и дополненное | 06.10.16  |
|                     |                                    |           |
|                     |                                    |           |
|                     |                                    |           |

СОДЕРЖАНИЕ

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Введение .....                        | 4  |
| 1 Назначение .....                    | 4  |
| 2 Технические данные.....             | 5  |
| 3 Состав изделия.....                 | 6  |
| 4 Устройство и работа изделия .....   | 7  |
| 5 Использование по назначению.....    | 9  |
| 6 Размещение и монтаж.....            | 10 |
| 7 Техническое обслуживание .....      | 12 |
| 8 Указания по ремонту .....           | 13 |
| 9 Требования безопасности.....        | 14 |
| 10 Хранение и транспортирование ..... | 14 |
| 11 Сведения об утилизации.....        | 14 |
| 12 Паспорт .....                      | 15 |
| Приложение А.....                     | 16 |

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с возможностями, принципом работы и правилами эксплуатации устройства УКН-01-М2.

Сокращения, используемые в тексте:

АЦП - аналого-цифровой преобразователь,

БП - блок питания,

ДН – датчик напряжения,

ДТ – датчик тока,

КРУ - комплектное распределительное устройство,

РЗА – релейная защита и автоматика,

ТН – измерительный трансформатор напряжения 6-35 кВ.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Устройство контроля напряжения УКН-01-М2 (далее - устройство) предназначено для контроля цепей напряжения обмоток ТН, собранных в разомкнутый треугольник, и целостности этих обмоток по величине протекающего по ним тока. Устройство предназначено для установки на панелях и щитах управления релейных залов, в релейных шкафах и отсеках КРУ.

Запись обозначения при заказе устройства и в документации другого изделия приведена в приложении А.

1.1 Устройство является комбинированным микропроцессорным индикатором контроля состояния цепей напряжения открытого треугольника ТН и целостности его обмоток. Применение в устройстве микроконтроллера позволяет использовать цифровую фильтрацию входного сигнала и обеспечивает высокую точность измерения. Реализованный в устройстве алгоритм цифровой фильтрации и функции контроля и индикации напряжения позволяет реализовать технические параметры, отвечающие требованиям, предъявляемым к устройствам контроля напряжения разомкнутого треугольника ТН.

1.2 Устройство изготавливается в климатическом исполнении УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69.

Устройство предназначено для эксплуатации в следующих условиях:

- температура окружающей среды - от минус 20 °С до плюс 55 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре плюс 25 °С – не более 80 %;
- атмосферное давление - от 550 до 800 мм рт. ст.;
- окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел и прямого воздействия солнечных лучей.

Механические внешние воздействующие факторы соответствуют группе М7 по ГОСТ 17516.1-90.

При этом реле устойчивы к вибрационным нагрузкам:

- в диапазоне частот от 5 до 15 Гц с максимальным ускорением 3g;
- в диапазоне частот от 15 до 60 Гц с максимальным ускорением 2g;
- в диапазоне частот от 60 до 100 Гц с максимальным ускорением 1g.

Устройство выдерживают:

- многократные ударные нагрузки длительностью от 2 до 20 мс с максимальным ускорением 3g.
- многократные удары длительностью (2-20) мс с ускорением 30 м/с<sup>2</sup> (3 g).

Рабочее положение в пространстве – вертикальное.

1.3 Устройство обеспечивает реализацию следующих функций:

- измерение текущего действующего значения напряжения входного сигнала;
- выделение и измерение действующего значения составляющей частотой 150 Гц напряжения входного сигнала;
- индикацию действующего значения входного сигнала или его составляющей 150 Гц (по выбору);
- срабатывание, с заданной выдержкой времени, при превышении входного напряжения выше заданной уставки - выходные реле К1 и К2;
- срабатывание, с заданной выдержкой времени, при понижении составляющей 150 Гц входного напряжения ниже заданной уставки - выходные реле К1 и К2;
- срабатывание, без выдержки времени, при превышении входного напряжения выше заданной уставки или понижении составляющей 150 Гц входного напряжения ниже заданной уставки (пуск защиты по  $3U_0$ ) - выходное реле К3;
- отключение функции срабатывания по составляющей 150 Гц входного напряжения;
- фиксацию значения входного напряжения в момент срабатывания устройства;
- индикацию превышения или снижения входного тока относительно фиксированного уровня;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;
- гальваническую развязку измерительных входов по напряжению и току, входа питания и выходных цепей.

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

### 2.1 Питание устройства:

- напряжение оперативного питания от 90 до 250 В постоянного или переменного тока частоты 50 Гц;
- потребляемая мощность не более 5 ВА.

### 2.2 Диапазон измеряемых напряжений входного сигнала - от 0,02 до 9,00 В.

- 2.3 Основная погрешность измерения напряжения в диапазоне (0,02...0,99) В - не более  $\pm 0,01$  В, в диапазоне (1...9) В - не более  $\pm 0,1$  В.

### 2.4 Диапазон уставок срабатывания:

- по превышению входного напряжения - от 0,30 до 9,00 В с шагом 0,01 В;
- по понижению составляющей 150 Гц входного напряжения  $U_{ср}$  - от 0,02 до 9,00 В с шагом 0,01 В.

### 2.5 Максимальное напряжение входного сигнала частотой 50 Гц - 130 В.

### 2.6 Время срабатывания устройства:

$$T_{ср} = T_{уст}, \quad (1)$$

где  $T_{уст}$  - уставка по времени,  $T_{уст} = (0,1 - 9,9)$  с, с шагом 0,1 с.

- 2.7 Основная погрешность срабатывания по времени в диапазоне (0,1...0,9) с – не более  $\pm 0,1$  с, в диапазоне (1,0...9,9) с – не более  $\pm 0,2$  с.

- 2.8 Затухание цифрового фильтра на частоте 50 Гц относительно частоты 150 Гц - не менее 17 дБ.

- 2.9 Потребляемая мощность по цепи измерительного напряжения - не более 1 ВА.

- 2.10 Устройство обеспечивает контроль вторичной цепи «разомкнутого треугольника» ТН путем индикации наличия входного тока: при уровне более (0,08...0,12) А – постоянное свечение зеленым цветом, при уровне менее (0,08...0,12) А – мигающее свечение красным цветом.

### 2.11 Частота входного тока – $50 \pm 1$ Гц.

- 2.12 Устройство выдерживает в течение 1 мин напряжение входного сигнала величиной не более 130 В.

2.13 Дополнительная погрешность измерения входного напряжения при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне не превышает 1 % на каждые 10 °С относительно температуры плюс 20 °С.

2.14 Устройство не срабатывает ложно и не повреждается:

- при снятии и подаче оперативного напряжения;
- при перерывах питания любой длительности с последующим восстановлением;
- при замыкании на землю цепей оперативного питания.

2.15 Электрическое сопротивление изоляции устройства между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом составляет не менее 20 МОм при температуре окружающего воздуха плюс 20 °С и относительной влажности 80 %.

2.16 Устройство устойчиво к воздействию следующих видов помех:

- повторяющиеся колебательные затухающие помехи (КЗП) с частотой колебаний  $(1,0 \pm 0,1)$  МГц, модуль огибающей которых уменьшается на  $(50 \pm 10)$  % относительно максимального значения после 3-6 периодов, частота повторений КЗП –  $(400 \pm 40)$  Гц, внутреннее сопротивление источника КЗП –  $(200 \pm 40)$  Ом, наибольшее значение напряжения высокочастотного импульса помехи при подаче его на выводы входной воздействующей величины испытуемого реле по схемам "провод - провод" и "провод-земля" –  $(1,0 \pm 0,1)$  кВ;

- наносекундные импульсные помехи (НИП), представляющие собой последовательность пачек импульсов положительной или отрицательной полярности с частотой импульсов в пачке  $(5 \pm 1)$  кГц, длительностью импульса - на уровне 50 % пикового значения  $(50 \pm 15)$  нс, длительностью фронта импульсов по уровню 10 % и 90 % пикового значения  $(5,0 \pm 1,5)$  нс, длительностью пачки импульсов  $(15 \pm 3)$  мс с периодом следования пачек  $(300 \pm 15)$  мс;

- электростатические разряды до 6 кВ при контактном разряде или до 8 кВ при воздушном разряде на корпус реле и на те его точки, которые доступны обслуживающему персоналу при эксплуатации;

- магнитное поле промышленной частоты с напряжённостью до 30 А/м;

- импульсное магнитное поле, представляющее собой импульс длительностью 8/20 мкс с амплитудой до 300 А/м;

- низкочастотные помехи частотой до  $(10-20)$  кГц.

2.17 Устройство не даёт ложных срабатываний контактов при кратковременных провалах и всплесках питающего напряжения длительностью не более 50 мс.

2.18 Коммутационная способность контактов выходных реле в цепи постоянного тока - не более 30 Вт при  $t = 0,02$  с и напряжении до 250 В постоянного тока.

2.19 Механическая и коммутационная износостойкость выходных реле - не менее 500 000 циклов.

2.20 Масса реле - не более 0,7 кг.

2.21 Срок службы устройства - не менее 12 лет.

## 3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

В устройстве следует выделить следующие основные узлы и блоки:

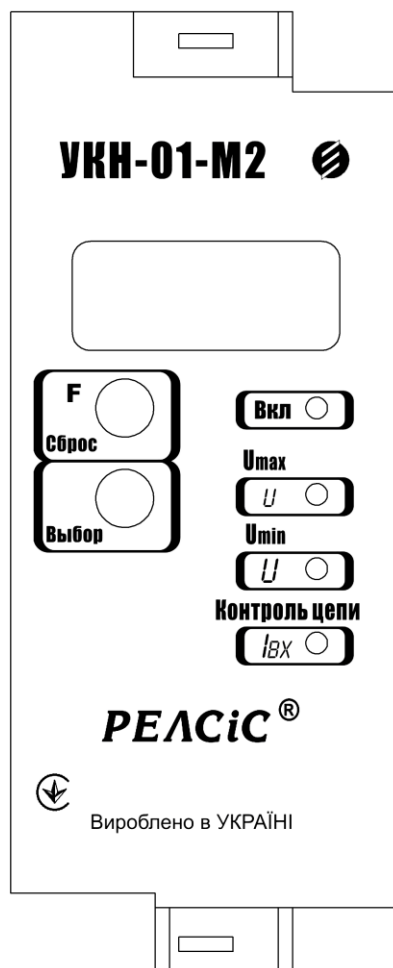
- датчик входного напряжения ДН;
- датчик входного тока ДТ;
- блок измерения, управления и индикации;
- блок питания БП;
- фильтр электромагнитных помех;
- выходные реле К1. К2 и К3.

На передней панели устройства установлены:

- светодиодный цифровой индикатор на 4 разряда;
- две кнопки управления и настройки параметров;
- двухцветный светодиод, сигнализирующий об исправности / неисправности устройства;

- два светодиода сигнализирующих о срабатывании устройства;
- двухцветный светодиод, сигнализирующий о снижении или повышении входного тока относительно фиксированного уровня.

Внешний вид лицевой панели устройства приведен на рисунке 1.



**Рисунок 1** - Внешний вид лицевой панели

## 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

4.1 Устройство всегда находится в режиме слежения за величиной напряжения небаланса  $3U_0$  на обмотках ТН, соединённых в разомкнутый треугольник, а также контроля целостности этих обмоток по величине протекающего по ним тока.

4.2 Работа устройства по напряжению основана на измерении среднего значения уровня входного сигнала и составляющей частотой 150 Гц этого сигнала. Для измерения напряжения используется цифровая обработка сигнала. С помощью АЦП периодически производится измерение мгновенного значения исследуемого сигнала, эти выборки сигнала обрабатываются микроконтроллером по алгоритму, реализующему цифровой фильтр и выделяющий напряжение частотой 150 Гц, а далее реализуется алгоритм вычисления среднего значения входного сигнала и его составляющей частотой 150 Гц. Полученные значения сравниваются с уставками напряжений срабатывания устройства. Если напряжение составляющей 50 Гц не превышает, а составляющей 150 Гц не ниже заданного, то их значения выводятся на дисплей.

При обнаружении превышения/понижения заданных параметров, срабатывает выходное реле К3 (пуск защиты по  $3U_0$ ), запускается таймер и по окончании выдержки времени одновременно срабатывают выходные реле К1 и К2, соединенные

параллельно, а на дисплее фиксируется значение напряжения в момент срабатывания выходных реле. Единичные светодиоды указывают на причину отключения:

- **U** – превышение уровня напряжения входного сигнала;
- **U** – снижение уровня составляющей частотой 150 Гц.

Если уровень входного напряжения превышает 9 В, то на дисплее в режиме индикации **U** отображается число «**9.99**». Возврат устройства в исходное состояние после срабатывания выходных реле К1, К2 и К3 возможен при наличии входных параметров, не выходящих за диапазон заданных уставок, и осуществляется посредством нажатия кнопки «**F/Сброс**» в течении 5 с. Если продолжительность превышения заданных параметров срабатывания меньше выдержки времени таймера, срабатывания выходных реле К1 и К2 не происходит, а реле К3 возвращается в исходное состояние.

Контроль обмотки разомкнутого треугольника по протеканию через неё тока в устройстве основан на измерении среднего значения его уровня частотой 50 Гц с помощью АЦП. При уровне входного тока более (0,08...0,12) А светодиод **I<sub>ex</sub>** на лицевой панели светится зеленым цветом постоянно. Если уровень входного тока менее (0,08...0,12) А появляется мигающее свечение светодиода **I<sub>ex</sub>** красным цветом.

Устройство во время работы непрерывно проводит самодиагностику основных узлов. Если устройство исправно, светодиод **Вкл** светится зеленым цветом, если неисправно – красным, и при этом происходит блокирование всех выходов для исключения ложных срабатываний.

## 4.3 Состав устройства

4.3.1 Датчик входного напряжения, представляющий собой измерительный трансформатор напряжения с коэффициентом трансформации 1:1, обеспечивающий гальваническую развязку входного сигнала от электронной схемы устройства.

4.3.2 Датчик входного тока, представляющий собой измерительный трансформатор тока, преобразующий входной ток в соответствующее напряжение, поступающее на вход АЦП, и обеспечивающий гальваническую развязку входного сигнала от электронной схемы устройства.

4.3.3 Блок измерения, управления и индикации предназначен для:

- аналого-цифрового преобразования входных сигналов напряжения и тока;
- выделения составляющей частотой 150 Гц из сигнала входного напряжения;
- вычисления среднего значения напряжения для входного сигнала и его составляющей частотой 150 Гц;
- сравнения вычисленного среднего значения напряжений с заданной уставкой;
- отсчета выдержки времени и формирование команды на срабатывание выходных реле;
- отображения текущего значения входного напряжения, или его составляющей частотой 150 Гц;
- вычисления среднего значения входного тока;
- сравнения вычисленного среднего значения тока с фиксированным уровнем;
- индикации снижения или превышения входного тока относительно фиксированного уровня;
- индикации исправности / неисправности устройства.

4.3.4 Блок питания преобразует первичное напряжение оперативного питания (переменное, постоянное или выпрямленное) во вторичные напряжения постоянного тока +5 В и +9 В. Блок питания обеспечивает гальваническую развязку между первичными и вторичными напряжениями.

4.3.5 Фильтр электромагнитных помех препятствует проникновению в питающую сеть помех, возникающих при работе импульсного блока питания.

4.3.6 Выходные реле К1, К2 и К3 обеспечивают гальваническую развязку электронной схемы устройства с коммутируемыми цепями.

## 5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 5.1 Подготовка к работе, выставление уставок

5.1.1 Перед вводом в эксплуатацию необходимо подключить оперативное питание и выставить уставки. О наличии напряжения оперативного питания сигнализирует светодиод **Вкл.** При отсутствии входного тока появляется мигающее свечение светодиода  $I_{вх}$  красным цветом.

5.1.2 Выбор отображаемого напряжения, выставление уставок производится с помощью кнопок «**Выбор**» и «**F/Сброс**».

5.1.3 Выбор значения напряжения, отображаемого на дисплее, производится кратковременным нажатием кнопки «**Выбор**», при этом отображаемому входному напряжению соответствует знак  $U$ , отображению составляющей входного напряжения частотой 150 Гц соответствует знак  $U$ .

В режиме индикации  $U$  уровня входного напряжения при наличии промышленных помех возможно появление начальных показаний на дисплее.

5.1.4 Вход в режим выставления уставок осуществляется кратковременным нажатием кнопки «**F/Сброс**». При нажатии на кнопку «**Выбор**» на дисплее последовательно появляются следующие знаки, соответствующие выбранным параметрам:

- $U$  - уставка на срабатывание по превышению входного напряжения;
- $U$  - уставка на срабатывание по снижению составляющей входного напряжения частотой 150 Гц;
- $t$  - уставка по времени срабатывания устройства.

Допустимые диапазоны уставок приведены на рисунке 2.

5.1.5 Для выставления уставок необходимо: после входа в режим, нажимая кнопку «**Выбор**», выбрать необходимый параметр, затем нажать необходимое количество раз кнопку «**F/Сброс**» для выбора разряда числового значения параметра. Изменение значения производится кнопкой «**Выбор**». После установки значения самого младшего разряда параметра, необходимо еще раз нажать кнопку управления «**F/Сброс**» для записи измененных значений параметров в энергонезависимую память реле. При правильном вводе значений на индикаторе на 2 секунды загорится надпись «**ПРГ**» и реле вернется в начало текущего режима программирования параметра с сохранением значений в энергонезависимой памяти. В противном случае, когда измененное значение уставки не соответствует допустимому диапазону, на индикаторе появится надпись «**Err**». Выход из режима выставления уставок происходит автоматически через 7 с при отсутствии нажатия на кнопки.

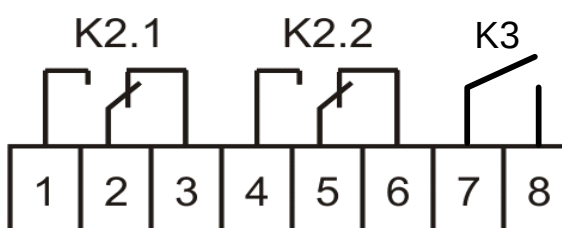
5.1.6 Для отключения функции срабатывания по составляющей 150 Гц входного напряжения необходимо в пункте  $U$  режима программирования нажать и удерживать в течении 5 с кнопку «**F/Сброс**» до появления надписи «**OFF**». Следует учесть, что при этом режим измерения составляющей 150 Гц входного напряжения сохраняется. Включение функции срабатывания по составляющей 150 Гц входного напряжения производится нажатием и удержанием в течении 5 с кнопки «**F/Сброс**» до появления на индикаторе числового значения.

5.1.7 Устройство контроля напряжения не является измерительным прибором, поэтому установку и контроль напряжений срабатывания следует произвести по вольтметру требуемого класса точности.

| УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ УКН-01-М2                            |                      |    |   |           |            |   |   |   |                 |   |   |  |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|----|---|-----------|------------|---|---|---|-----------------|---|---|--|
| Индикация                                                           |                      |    |   | Настройка |            |   |   |   |                 |   |   |  |
|                                                                     |                      |    |   | Параметр  |            |   |   |   | Значение        |   |   |  |
| U                                                                   | действующее значение |    |   | U         | Umax 50 Гц |   |   |   | (0,30 - 9,00) В |   |   |  |
|                                                                     |                      |    |   | U         | Umin 150Гц |   |   |   | (0,02 - 9,00) В |   |   |  |
| U                                                                   | составляющая 150Гц   |    |   | U         | Tуст       |   |   |   | (0,10 - 9,90) с |   |   |  |
|                                                                     |                      |    |   |           |            |   |   |   |                 |   |   |  |
| U пит: ≈ 220В    Uвх.max = 130 В/АС    Iвх. = (0,08-4,00)А          |                      |    |   |           |            |   |   |   |                 |   |   |  |
| <div><div>Uпит</div><div>K1</div><div>Uвх</div><div>Iвх</div></div> |                      |    |   |           |            |   |   |   |                 |   |   |  |
| 12                                                                  | 11                   | 10 | 9 | 8         | 7          | 6 | 5 | 4 | 3               | 2 | 1 |  |

- 1,2 - клеммы подключения цепи контролируемого тока  
4,5 - клеммы подключения цепи измерительного напряжения  
6,7,8 - клеммы контактов выходного реле K1  
10,11 - клеммы подключения цепи питающего напряжения

**Рисунок 2** - Схема внешних подключений клеммной колодки и допустимые диапазоны уставок устройства УКН-01-М2



**Рисунок 3** - Схема внешних подключений разъема устройства УКН-01-М2

## 6 РАЗМЕЩЕНИЕ И МОНТАЖ

Габаритные и установочные размеры устройства приведены на рисунке 4. Конструкция устройства обеспечивает установку выступающим монтажом с передним или задним присоединением проводов. Устройство поставляется изготовителем в исполнении для выступающего монтажа на плоскость или рейку с передним присоединением проводов. Крепление устройства производится двумя винтами М4.

При установке устройства на панель с задним присоединением проводов необходимо сделать вырез в панели (рисунок 5). Для заднего присоединения проводов необходимо снять крышки с клемм и переставить винты с шайбами на другую сторону клеммной колодки. Для снятия крышки ее необходимо прижать напротив 4-ой и 9-ой

клемм и сдвинуть вправо. После перестановки винтов клеммной колодки с одной стороны на другую необходимо установить крышки на клеммы.

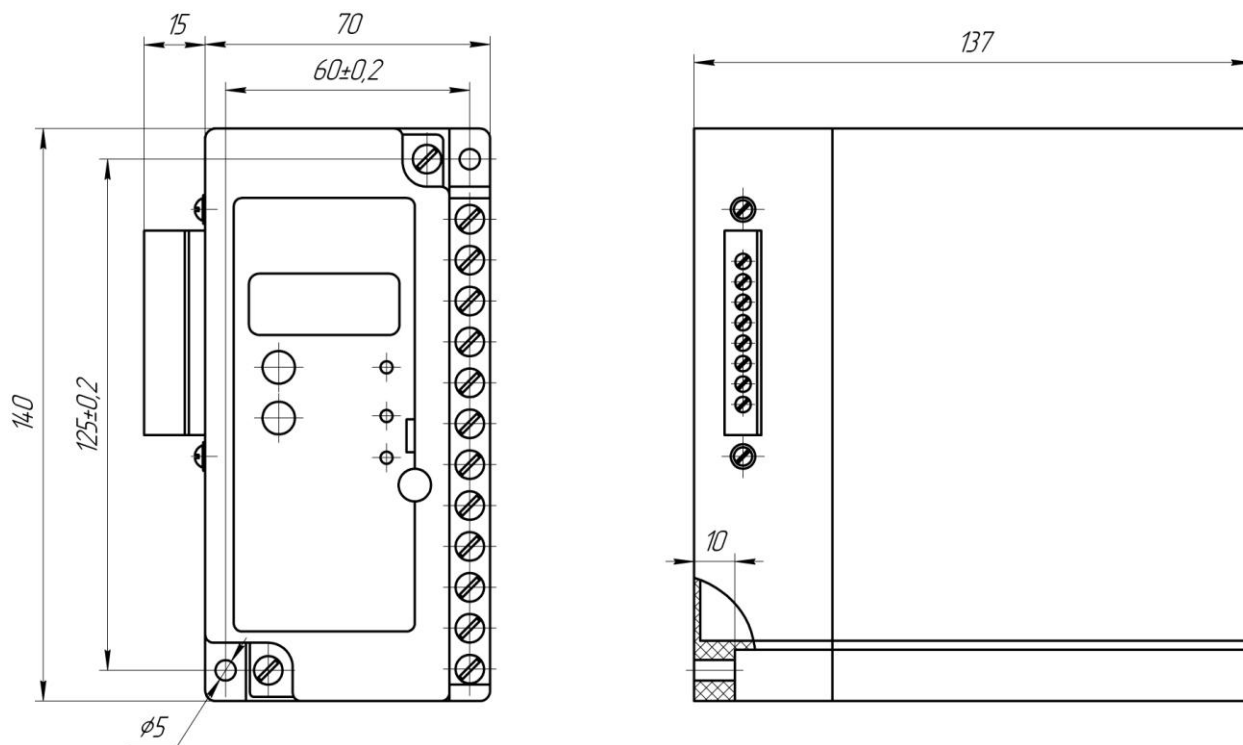
Схемы внешних подключений устройства приведены на рисунках 2 и 3. Оперативное питание с номинальным напряжением 220 В переменного тока частоты 50 Гц или постоянного тока подключается к клеммам 10 и 11, полярность подключения питания произвольная. Контакты выходных реле К1 и К2 показаны на схеме в положении отключено.

Внешние провода подводятся справа, вставляются в отверстия между цоколем и клеммной крышкой под прижимную шайбу и прижимаются винтом. Контактные выводы клеммной колодки устройства обеспечивают присоединение одного или двух проводов сечением от 0,75 до 2,50 мм<sup>2</sup>, а разъема – сечением не более 1 мм<sup>2</sup>.

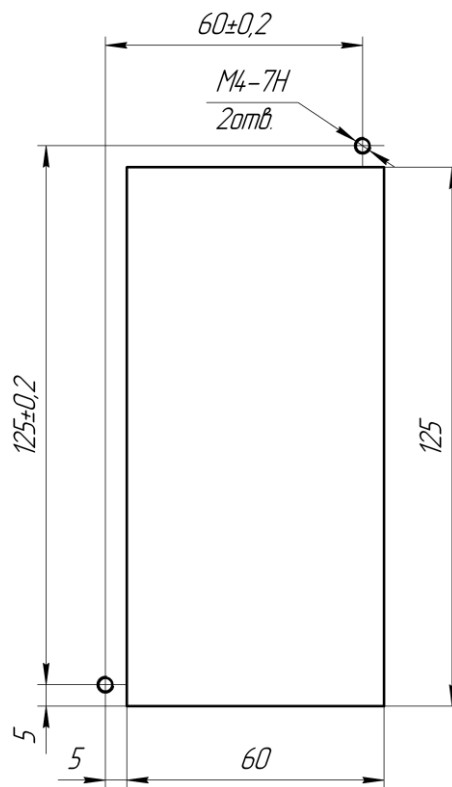
Перед монтажом устройства рекомендуется в лабораторных условиях проверить его функционирование на предполагаемых рабочих уставках (раздел 7).

При установке устройство должно быть защищено от попадания воды, масла, эмульсий и солнечной радиации, а также должна быть исключена возможность подогрева корпуса устройства до температуры более 55 °С.

Рабочее положение устройства в пространстве – произвольное.



**Рисунок 4** - Габаритные и установочные размеры устройства УКН-01-М2



в)

**Рисунок 5** - Вырез в панели для заднего присоединения проводов

## 7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1 Техническое обслуживание устройства включает:

- проверку при первом включении (режим проверки «Н»);
- периодические проверки технического состояния в период эксплуатации.

7.2 В период эксплуатации проводят следующие виды технического обслуживания:

- первый контроль через год после включения устройства в работу (режим проверки «К1»);
- профилактический контроль с периодичностью не более 3 лет (режим проверки «К»);
- внеплановый контроль, предусмотренный соответствующими директивными документами по эксплуатации устройств защиты, а также после повреждения устройства, отказов функционирования и т.д. (режим проверки «В»).

7.3 Проверку при первом включении (режим проверки «Н») по напряжению производят на предполагаемых рабочих уставках в лабораторных условиях с помощью генератора сигналов низкой частоты с диапазоном выходных напряжений не менее (0,02 – 10,00) В и вольтметра переменного напряжения с диапазоном входных напряжений не менее (0,02 – 10,00) В. Для проверки необходимо подключить выход генератора сигналов низкой частоты к измерительному входу по напряжению (клеммы 4,5). Для контроля уровня входного сигнала к измерительному входу устройства подключить вольтметр переменного напряжения. Затем подать оперативное питание на клеммы 10,11 и в соответствии с руководством по эксплуатации установить необходимые рабочие уставки.

Отсутствие входного напряжения частотой 150 Гц интерпретируется устройством как аварийная ситуация и происходит срабатывание его выходных реле, зажигание светодиода **U** и блокирование устройства. Для возврата устройства в исходное

состояние необходимо установить частоту генератора сигналов низкой частоты, равную 150 Гц, а регулятором его выходного уровня - напряжение, превышающее порог уставки срабатывания по составляющей входного напряжения частотой 150 Гц, и удерживать нажатой кнопку «F/Сброс» в течении 5 с. Затем необходимо плавно снижать уровень входного напряжения устройства до момента срабатывания выходного реле К3, отсчета выдержки времени, срабатывания выходных реле К1, К2 и зажигания светодиода **U**.

Для проверки срабатывания по превышению входного напряжения необходимо отключить функцию срабатывания по составляющей входного напряжения 150 Гц (5.1.16 руководства по эксплуатации) установить частоту генератора сигналов низкой частоты, равную 50 Гц, а регулятором его выходного уровня - напряжение, ниже порога уставки срабатывания по превышению входного напряжения, и удерживать нажатой кнопку «F/Сброс» в течении 5 с. Затем необходимо плавно увеличивать уровень входного напряжения устройства до момента срабатывания выходного реле К3, отсчета выдержки времени, срабатывания выходных реле К1, К2 и зажигания светодиода **U**. Включить при необходимости функцию срабатывания по составляющей входного напряжения 150 Гц.

Проверку при первом включении по току производят в лабораторных условиях с помощью источника переменного тока частотой 50 Гц и амперметра переменного тока с диапазоном входных токов не менее (0,05 – 5,00) А. Для проверки необходимо подключить выход источника переменного тока к измерительному входу по току (клеммы 1,2). Для контроля уровня входного тока последовательно в цепь необходимо включить амперметр переменного тока. Затем подать оперативное питание на клеммы 10,11 и подать ток с источника тока. При изменении входного тока в диапазоне от 0 А до (0,08...0,12) А светодиод **I<sub>вх</sub>** должен мигать красным цветом, а при изменении входного тока в диапазоне от (0,08...0,12) А до 4 А – он должен светиться зеленым цветом постоянно.

7.4 В объём первого контроля через год после включения устройства в работу (режим проверки «К1») входят следующие работы:

- осмотр устройства;
- проверка затяжки винтовых соединений;
- испытание изоляции напряжением 1 кВ переменного тока в течение 1 мин или проверка сопротивления изоляции мегаомметром напряжением 1500-2500 В;
- проверка функционирования устройства на рабочих уставках в соответствии с пунктом 7.3.

7.5 В объём профилактического контроля (режим проверки «К1») входят следующие работы:

- очистка внутренних частей устройства от пыли;
- осмотр и проверка затяжки винтовых соединений на клеммной колодке;
- проверка сопротивления изоляции мегаомметром напряжением 1500-2500 В;
- проверка функционирования устройства на рабочих уставках в соответствии с пунктом 7.3.

7.6 Во внеплановый контроль (режим проверки «В») входят работы, объём которых определяется характером отказа, и выполняется по специальной программе.

7.7 После окончания технического обслуживания составляется соответствующий протокол.

## 8 УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

Устройство представляет собой сложное изделие и его ремонт должен выполняться квалифицированными специалистами завода-изготовителя либо уполномоченными представителями. Ремонт устройства в послегарантийный период производится по договору с производителем.

## 9 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Конструкция устройства обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ 12.2.006-75 и является пожаробезопасной. По способу защиты от поражения электрическим током устройство соответствует классу 0 по ГОСТ 12.2.007-75.

Эксплуатация и обслуживание устройства разрешается лицам, прошедшим специальную подготовку, проверку знаний правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций, а также ознакомившимся с настоящим руководством по эксплуатации. При работе с устройством необходимо соблюдать общие требования техники безопасности, распространяющиеся на устройства релейной защиты и автоматики энергосистем.

Степень защиты оболочкой устройства – IP 40 ГОСТ14255-69, степень защиты контактных выводов – IP 10 ГОСТ14255-69.

Монтаж и обслуживание устройства должны производиться в обесточенном состоянии. Устройство должно устанавливаться на заземленные металлические конструкции, при этом необходимо обеспечить надёжный электрический контакт клеммы «ЗЕМЛЯ» с контуром заземления с помощью винтового соединения. Запрещается снимать оболочку с устройства, находящегося в работе.

## 10 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Устройства в упаковке предприятия-изготовителя должны храниться в отапливаемых и вентилируемых хранилищах при температуре от плюс 5 до плюс 40 °С и относительной влажности не более 80 % при температуре плюс 25 °С при отсутствии в воздухе агрессивных примесей.

Условия хранения устройства в упаковке изготовителя должны соответствовать условиям хранения 1(Л) по ГОСТ 15150-69.

Допустимый срок хранения в заводской упаковке - 2 года.

Условия хранения устройств, вмонтированных в аппаратуру, не должны отличаться от условий эксплуатации.

Условия транспортирования устройства в упаковке предприятия изготовителя:

- в части воздействия механических факторов – категория С по ГОСТ 23216-78;
- в части воздействия климатических факторов внешней среды – категория С по ГОСТ 15150-69, при этом температура окружающей среды при транспортировке в пределах от минус 40 до плюс 55 °С.

Погрузка, крепление и перевозка устройств в закрытых транспортных средствах должны осуществляться по правилам перевозок, действующих на каждом виде транспорта.

При этом упакованные устройства должны быть защищены от непосредственного воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков.

Устройства, предназначенные для прямого экспорта, в специальной упаковке можно транспортировать морским транспортом без ограничения расстояния с соблюдением указанной выше защиты от воздействия климатических факторов.

При транспортировании устройств в составе оборудования в условиях, отличающихся от условий эксплуатации, они должны быть сняты с разъемов, упакованы в упаковку предприятия-изготовителя и защищены от воздействия климатических факторов.

## 11 СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ

После отказа устройства (не подлежащего ремонту), а также окончания срока службы, его утилизируют.

## 12 ПАСПОРТ

### 12.1 Комплектность

В комплект поставки входит:

Устройство контроля напряжения УКН-01-М2.....1 шт.

Руководство по эксплуатации и паспорт.....1 шт.

### 12.2 Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие устройства требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации устройства.

Гарантийный срок эксплуатации 2,5 года в пределах гарантийного срока хранения со дня ввода устройства в эксплуатацию.

Гарантийный срок хранения 3,5 года от даты изготовления устройства.

Гарантийный ремонт осуществляется по адресу:

*г. Киев, ул. Семьи Сосниных, 9. т. 406-61-18. ПАО "Электротехнический завод"*

### 12.3 Свидетельство о приемке

Устройство проверено по программе приемо-сдаточных испытаний и признано годным к эксплуатации.

Контролер \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

### 12.4 Маркирование и пломбирование

На корпусе устройства имеется маркировка, содержащая следующие данные:

- товарный знак;
- обозначение изделия («УКН-01-М2»);
- национальный Знак соответствия требованиям Технического регламента безопасности НБА;
- дата изготовления.

### 12.5 Тара и упаковка

1) Транспортная тара имеет маркировку, выполненную по ГОСТ 14192-77 и содержит манипуляционные знаки.

2) Поставка на малые расстояния или небольших партий устройств по согласованию с потребителем допускается без транспортной тары.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Запись обозначения при заказе устройства и в документации другого изделия

В заказе на устройства должно быть указано:

- наименование и тип устройства;
- климатическое исполнение;
- напряжение питания и род тока.

Пример записи обозначения при заказе устройства УКН-01-М2 и в документации другого изделия.

«Устройство контроля напряжения УКН-01-М2 УХЛ4,  $\approx 220$  В, 50 Гц»

# Таблица рекомендуемых замен реле

## РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

| Заменяемое реле    | <b>РЕЛСиС®</b> |
|--------------------|----------------|
| РЧ-1, РЧ-2, РСГ-11 | УРЧ-3М         |

| Заменяемое реле                    | <b>РЕЛСиС®</b> |
|------------------------------------|----------------|
| Миком Р121,122,123<br>УЗА АТ; МРЗС | РЗЛ-01         |

| Заменяемое реле | <b>РЕЛСиС®</b> |
|-----------------|----------------|
| РТ-80, РС-80М2  | РЗЛ-03         |

## РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

| Заменяемое реле                                                                            | <b>РЕЛСиС®</b>                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 2 РВМ                                                                                      | РВЦ-03-2                         |
| ВЛ-34, ВЛ-56                                                                               | ВЛ-81                            |
| ВЛ-36                                                                                      | ВЛ-59                            |
| ВЛ-40, ВЛ-41                                                                               | ВЛ-65, ВЛ-78А,<br>ВЛ-78М, ВЛ-164 |
| ВЛ-43...ВЛ-49                                                                              | ВЛ-64...ВЛ-69                    |
| ВЛ-56                                                                                      | ВЛ-81                            |
| ВС-10                                                                                      | ВС-43                            |
| РВ 01                                                                                      | ВЛ-69, ВЛ-76М                    |
| РВ 03                                                                                      | ВЛ-79М<br>ВЛ-101А<br>ВЛ-103      |
| РВ 03 + РН 54                                                                              | ВЛ-103А                          |
| РВ 112, ЭВ 112<br>РВ 128, ЭВ 128                                                           | ВЛ-100А                          |
| РВ 130                                                                                     | ВЛ-64                            |
| РВ 113, ЭВ 113,<br>РВ 123, ЭВ 123,<br>РВ 127, ЭВ 127,<br>РВ 133, ЭВ 133,<br>РВ 143, ЭВ 143 | ВЛ-102,<br>ВЛ-73А,<br>ВЛ-73М     |
| РВ 114, РВ 124,<br>РВ 134, РВ 144                                                          | ВЛ-102, ВЛ-73М                   |
| РВ 132, ЭВ 132,<br>РВ 142, ЭВ 142                                                          | ВЛ-100А                          |
| РВ 15                                                                                      | ВЛ-81                            |

| Заменяемое реле                                                                                  | <b>РЕЛСиС®</b>                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| РВ 19,<br>РВ 215, РВ 225,<br>РВ 235, РВ 245                                                      | ВЛ-101А                                                                   |
| РВ 217, РВ 227,<br>РВ 237, РВ 247                                                                | ВЛ-102,<br>ВЛ-73М                                                         |
| РВ 218, РВ 228,<br>РВ 238, РВ 248                                                                | ВЛ-100А                                                                   |
| РВМ 12, РВМ 13                                                                                   | ВЛ-104                                                                    |
| РВ 12, РВ 13, РВ 14<br>РВП 72-3121,<br>РКВ 11-33-11,<br>РКВ 11-43-11,<br>РСВ 18-11,<br>РСВ 19-11 | ВЛ-64, ВЛ-66,<br>ВЛ-68, ВЛ-69,<br>ВЛ-76А,<br>ВЛ-76М,<br>ВЛ-161,<br>ВЛ-162 |
| РВП 72-3221,<br>РКВ 11-33-12,<br>РКВ 11-43-12,<br>РСВ 18-12, 19-12                               | ВЛ-73А,<br>ВЛ-73М,<br>ВЛ-102                                              |
| РВП 72-3122,<br>РКВ 11-33-21,<br>РКВ 11-43-21,<br>РСВ 19-31                                      | ВЛ-54,<br>ВЛ-75А,<br>ВЛ-75М,<br>ВЛ-161                                    |
| РВТ 1200                                                                                         | ВС-43                                                                     |
| РПВ 01<br>РПВ 58, 69Т                                                                            | ВЛ-108                                                                    |
| РРВП-1                                                                                           | РВЦ-03                                                                    |

| Заменяемое реле                            | <b>РЕЛСиС®</b>                                   |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| РСВ 01-1                                   | ВЛ-68, ВЛ-76М                                    |
| РСВ 01-3                                   | ВЛ-81, ВС-43                                     |
| РСВ 01-4                                   | ВЛ-76М                                           |
| РСВ 01-5                                   | ВЛ-65                                            |
| РСВ 13                                     | ВЛ-104                                           |
| РСВ 14                                     | ВЛ-101А                                          |
| РСВ 15-1, РСВ 15М-1<br>РСВ 16-1, РСВ 16М-1 | ВЛ-64, ВЛ-66,<br>ВЛ-68, ВЛ-69,<br>ВЛ-161, ВЛ-162 |
| РСВ 15-2, РСВ 15М-2<br>РСВ 16-2, РСВ 16М-2 | ВЛ-73А, ВЛ-73М,<br>ВЛ-102                        |
| РСВ 15-3                                   | ВЛ-65, ВЛ-78М,<br>ВЛ-164                         |
| РСВ 15-4, РСВ 15М-4<br>РСВ 16-4, РСВ 16М-4 | ВЛ-67                                            |
| РСВ 15-5                                   | ВЛ-75М                                           |
| РСВ 16-3                                   | ВЛ-59, ВЛ-159М                                   |
| РСВ 17-3                                   | ВЛ-81                                            |
| РСВ 17-4                                   | ВС-43-3                                          |
| РСВ 18-13                                  | ВЛ-100А                                          |
| РСВ 18-23, РСВ 19                          | ВЛ-101А                                          |
| РСВ 160                                    | ВЛ-65, ВЛ-78А,<br>ВЛ-78М, ВЛ-164                 |
| РСВ 260                                    | ВЛ-100А                                          |
| РСВ 255                                    | ВЛ-101А                                          |
| ТПТ                                        | ВЛ-159                                           |

## РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ

| Заменяемое реле             | <b>РЕЛСиС®</b> |
|-----------------------------|----------------|
| РСН 12                      | НЛ-8, НЛ-18-1  |
| РСН 14, РСН 15,<br>РСН 50-2 | НЛ-4           |
| РСН 16, РСН 17,<br>РН-58    | НЛ-5           |

| Заменяемое реле                                                          | <b>РЕЛСиС®</b>                          |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| РН 53, РН 153,<br>РН 73, РСН-12<br>РСН 50-1, РСН 50-6,<br>ЭН 524, ЭН 526 | НЛ-6, НЛ-6А,<br>НЛ-8, НЛ-18-1,<br>НЛ-19 |

| Заменяемое реле                                                    | <b>РЕЛСиС®</b>                |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| РН 54, РН 154,<br>РСН 18,<br>РСН 50-4, РСН 50-7,<br>ЭН 528, ЭН 529 | НЛ-7, НЛ-7А,<br>НЛ-8, НЛ-18-2 |
| РН 54 и РВ 03                                                      | ВЛ-103А                       |

## ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ

| Заменяемое реле                     | <b>РЕЛСиС®</b> |
|-------------------------------------|----------------|
| ПЭ 6, ПЭ-36, ПЭ-37                  | РЭП-20         |
| РП 8, РП 9<br>РП 11, РП 12          | ПЭ-46          |
| МКУ 48, ПЭ-21<br>РПУ2-36<br>РП 16-1 | ПЭ-40          |
| РП 16-2, -3, -4                     | ПЭ-42          |
| РП 16-5, 7                          | ПЭ-40          |
| РП 17-1                             | ПЭ-41          |
| РП 17-2, -3                         | ПЭ-43          |

| Заменяемое реле     | <b>РЕЛСиС®</b> |
|---------------------|----------------|
| РП 17-4, -5         | ПЭ-41          |
| РП 18-1, -2, -3     | ПЭ-44          |
| РП 18-4, -5, -6, -7 | ПЭ-45          |
| РП 18-8, -9, -0     | ПЭ-45          |
| РП 20               | РЭП-20         |
| РП 21М              | РЭП-21         |
| РП 23, РП 25        | ПЭ-40          |
| РП 221, 222, 225    | ПЭ-41          |
| РП 232, 233, 254    | ПЭ-42          |

| Заменяемое реле | <b>РЕЛСиС®</b> |
|-----------------|----------------|
| РП 252          | ПЭ-45          |
| РП 255          | ПЭ-42          |
| РП 256          | ПЭ-45          |
| РП 258          | ПЭ-44          |
| РПТ 100         | РЭП-20         |
| РЭП 25          | ПЭ-40, ПЭ-42   |
| РЭП 36          | ПЭ-40, ПЭ-42   |
| РЭП 37          | ПЭ-44, ПЭ-45   |
| РЭП 38Д         | ПЭ-46          |
| РЭП 96          | ПЭ-44, ПЭ-45   |

## РЕЛЕ КОНТРОЛЯ ФАЗ

| Заменяемое реле  | <b>РЕЛСиС®</b>  |
|------------------|-----------------|
| РОФ-11, -12, -13 | ЕЛ-11, -12, -13 |
| ЕЛ-8, ЕЛ-10      | ЕЛ-11           |
| РСН-25М          | ЕЛ-11           |
| РСН-26М          | ЕЛ-12           |
| РСН-27М          | ЕЛ-13           |

## РЕЛЕ ТОКА

| Заменяемое реле                | <b>РЕЛСиС®</b> |
|--------------------------------|----------------|
| РСТ 11,<br>РСТ 13,<br>РСТ 40-1 | АЛ-1           |
| РТЗ 51                         | АЛ-4           |

## РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ДВИГАТЕЛЯ

| Заменяемое реле                                                        | <b>РЕЛСиС®</b> |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|
| УЗОТЭ-2У,<br>РЭЗЭ-6, РЭЗЭ-7,<br>РЗД-1, РЗД-3М,<br>РЗДУ,<br>УБЗ-301, ТК | РДЦ-01         |

Таблица рекомендуемых замен реле и устройств для энергетики  
на изделия производства РЕЛСic

УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

| <b>РЕЛСic™</b>   | <b>Заменяемые аналоги</b>                                                             |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| РЗЛ-01.01        | УЗА-10А.2, РМ100, МРЗС-05М, SIPROTEC 7SY61, Sepam 100+, Micom 121,122,123, PT80, PT90 |
| РЗЛ-01.02        | УЗА-10А.2, МРЗС-05М                                                                   |
| РЗЛ-01.03        | УЗА-10А.2, УЗА-АТ                                                                     |
| РЗЛ-03.100       | РС80М2-1...8, РС80М2М-1...8, УЗА-АТ, 2 реле РТ80, РТ90, 2 реле РС80М-1...5            |
| РЗЛ-03.200       | УЗА-АТ, РС80М2-19...21                                                                |
| РЗЛ-03.300       | УЗА-АТ, РС80М2-11...14, РС80М2М-11...14, , 2 реле РС80М-6                             |
| УРЧ-3М, УРЧ-3М-С | По 3 реле (РЧ-1, РЧ-2, РЧ-3, РСГ-11), SPAF 340                                        |
| БШД-01           | Два РП-341 или два РП-361                                                             |

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

| Одноцепные реле              |                                                                                                                                       | Многоцепные реле |                                                                                                         | Реле АПВ, суточные программные |                                                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>РЕЛСic™</b>               | <b>Заменяемые реле</b>                                                                                                                | <b>РЕЛСic™</b>   | <b>Заменяемые реле</b>                                                                                  | <b>РЕЛСic™</b>                 | <b>Заменяемые реле</b>                              |
| ВЛ-69,<br>ВЛ-76М             | РВ113, РВ127 РВ133<br>РВ143, ЭВ113 ЭВ123,<br>ЭВ13, ЭВ143, РВ-01<br>РСВ18-11, РСВ16-2                                                  | ВЛ-103<br>ВЛ-79М | РВ 03                                                                                                   | ВЛ -101А                       | РВ215, РВ225, РВ235,<br>РВ245, РСВ255, РСВ<br>18-23 |
| ВЛ-102,<br>ВЛ-102А<br>ВЛ-73М | РВ114, РВ124, РВ134,<br>РВ144 РВ217, РВ227<br>РВ 247<br>ЭВ114, ЭВ124, ЭВ134,<br>ЭВ144, ЭВ217, ЭВ227,<br>ЭВ 247<br>РСВ18-12, РСВ-16М-2 | ВЛ-103А          | РВ 03 + РН 54                                                                                           | ВЛ-104,<br>ВЛ-104А             | РВМ-12, РВМ- 13,<br>РСВ 13                          |
|                              |                                                                                                                                       | ВЛ-68<br>ВЛ-76М  | РСВ 01-1,<br>РСВ16-2                                                                                    | ВЛ-108                         | РПВ-01, РВП58                                       |
|                              |                                                                                                                                       | ВЛ-81<br>ВЛ-82   | ВЛ-56, РСВ17<br>РСВ-01-3, ВС-10-3                                                                       | РВЦ-03                         | РРВП-1, 2РВМ                                        |
|                              |                                                                                                                                       | ВЛ-100А          | РВ112, РВ128, РВ132,<br>РВ142, РВ218, РВ228,<br>РВ238, РВ248,<br>РСВ 18-13, РСВ 14,<br>РСВ 160, РСВ 260 | ВЛ-83                          | 2РВМ<br>3 реле РСВ 15-3<br>3 реле РСВ 01-5          |

РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ

| <b>РЕЛСic™</b> | <b>Заменяемые реле</b>     | <b>РЕЛСic™</b>          | <b>Заменяемые реле</b>                  | <b>РЕЛСic™</b>       | <b>Заменяемые реле</b>           |
|----------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| НЛ-4           | РСН 14, РСН 15<br>РСН 50-2 | НЛ-6,<br>НЛ6А<br>НЛ6А-1 | РН 53, РН153,<br>РСН 50-1<br>РН-53-60/Д | НЛ18-1               | РСН50-6                          |
| НЛ-5           | РСН 16, РСН 17<br>РСН 50-4 | НЛ-7, НЛ7А              | РН 54, РН154<br>РСН50-4                 | НЛ-18-2              | РСН 50-7                         |
| НЛ-8,<br>НЛ-8А | РСН12,<br>РСН50-6          | НЛ-8                    | РСН 18, РСН<br>50-7                     | НЛ-9<br>НЛ-9А, НЛ-19 | РН53+ РН54<br>РСН50-6 + РСН 50-7 |

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РЕЛЕ

| <b>РЕЛСic™</b> | <b>Заменяемые реле</b>                                                                                       |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПЭ-40, ПЭ-40А  | РП23, РП25, РП 16-1, 5, 6, 7, РП16-1М, -7М, РЭП36-11, РЭП36-21, РЭП-36                                       |
| ПЭ-41          | РП 17-1,РП17-4, РП 17-5, РП221, РП222 РП225, РЭП37-13                                                        |
| ПЭ-42          | РП 16-2, РП 16-3, РП 16-4, РЭП36-12, РЭП36-13, РЭП36-14, РП255, РП232                                        |
| ПЭ-43          | РП 17-2, РП 17-3                                                                                             |
| ПЭ-44          | РП 18-1, РП 18-2, РП 18-3 , РЭП37-111,РЭП37-112, РЭП37-113, РП 251, РП 253, РЭП96                            |
| ПЭ-45          | РП 254, РП256, РП 18-4, РП 18-5, РП 18-6, РП 18-7, РП 18-8, РП 18-9, РП 18-0 , РП18М<br>РЭП37-121, РЭП37-221 |
| ПЭ-46, ПЭ-46А  | РП-11, РП-12, РП-11М,-12М, РЭП38Д                                                                            |

РЕЛЕ ТОКА

| <b>РЕЛСic™</b>         | <b>Заменяемые реле</b>                                          |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| АЛ-1                   | РСТ11, РСТ13, РСТ40-1, РСТ11М                                   |
| АЛ-2                   | РТ40, РТ140, РСТ40-3, РС40М                                     |
| АЛ-3В                  | РС40М2, РС40М2 + РВ, 2 реле РТ40, РТ140, РСТ40-3, РСТ40-3 +РВ   |
| АЛ-4, АЛ-4-1<br>АЛ-4-2 | РЗТ51, РТ3 51.01<br>РЗТ51+ РВ, РСТ40-1В                         |
| АЛ-5                   | 2 реле РТ-81, РТ-82, РТ-83, РТ-84, РТ-91, РТ-92, РС80М2М-1...17 |