



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

27.12.2

**УСТРОЙСТВО (РЕЛЕ) КОНТРОЛЯ УРОВНЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ
ПОЛЮСОВ СЕТЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ТИПА РКИЭ-2ХХ**

Руководство по эксплуатации

ЭКРА.656122.091 РЭ



Содержание

1 Описание и работа	4
1.1 Назначение	4
1.2 Основные технические характеристики	5
1.3 Состав и конструктивное исполнение	9
1.4 Устройство и работа реле.....	10
1.5 Показатели надежности	13
1.6 Сведения о материалах и покупных изделиях	13
1.7 Средства измерений, инструменты и принадлежности	14
1.8 Комплектность	14
1.9 Маркировка	14
1.10 Упаковка.....	14
2 Использование по назначению.....	16
2.1 Эксплуатационные ограничения.....	16
2.2 Подготовка реле к использованию	16
2.3 Включение реле контроля сопротивления изоляции	18
2.4 Средства управления реле.....	18
3 Техническое обслуживание	21
3.1 Общие указания.....	21
3.2 Меры безопасности.....	21
3.3 Текущий ремонт.....	21
4 Транспортирование и хранение	22
5 Утилизация	23
Приложение А (обязательное) Габаритные и установочные размеры, масса и общий вид... 24	
Приложение Б (обязательное) Типовые схемы подключения реле	26
Приложение В (рекомендуемое) Таблицы описания регистров Modbus RTU реле	29
Приложение Г (рекомендуемое) Перечень оборудования и средств измерений	32

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) распространяется на устройство (реле) контроля уровня сопротивления изоляции полюсов сетей постоянного тока типа РКИЭ-2ХХ (далее – реле контроля сопротивления изоляции, реле, РКИЭ), предназначенное для контроля уровня сопротивления изоляции полюсов сетей постоянного тока относительно «земли» и выдачи выходного сигнала при снижении сопротивления изоляции ниже допустимого значения. При совместной работе с переносным устройством поиска фидеров с замыканием на землю в сети оперативного тока «ЭКРА-ПКИ» (далее – ЭКРА-ПКИ) реле может применяться для определения присоединений (фидеров) сети с поврежденной изоляцией относительно «земли» без отключения потребителей от сети. При подключении к контролируемой сети через адаптер реле АР-1 (АР-2) реле может применяться для измерения полного (эквивалентного) сопротивления изоляции фаз сети переменного тока с изолированной нейтралью.

Способ определения сопротивления изоляции защищен патентами на изобретение РФ № 2381513 и № 2614187.

Реле предназначено для применения на электрических станциях и подстанциях, на опасных производственных объектах нефтяной и газовой промышленности.

Реле может поставляться в составе шкафа, в составе устройства комплектного переносного ЭКРА-КСИ, устройства проверки переносного систем контроля изоляции УПП СКИ, а также как самостоятельное устройство.

К эксплуатации устройства допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3420-040-20572135-2012 «Устройство (реле) контроля уровня сопротивления изоляции полюсов сетей постоянного тока РКИЭ» и предназначено для ознакомления с устройством, принципом работы, техническими характеристиками РКИЭ, а также является руководством для персонала по обеспечению правильной эксплуатации реле.

Климатическое исполнение и категория размещения реле контроля сопротивления изоляции – УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

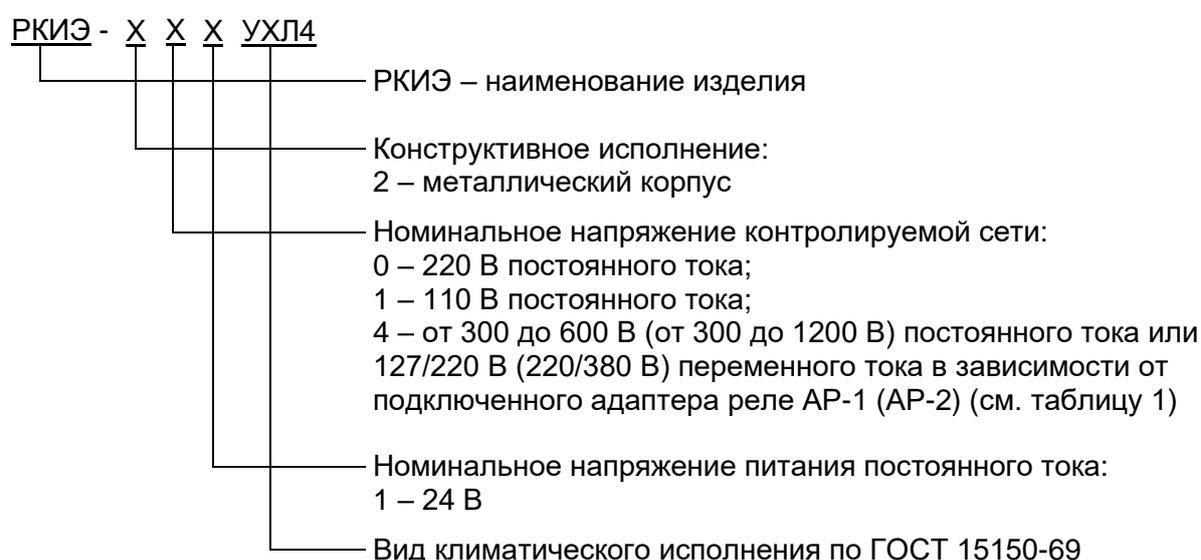
1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Реле предназначено для контроля уровня сопротивления изоляции полюсов сетей постоянного тока относительно «земли» с напряжением 220; 110 В. При подключении к контролируемой сети через адаптер реле AP-1 (AP-2) реле РКИЭ может применяться для контроля уровня сопротивления изоляции полюсов сетей постоянного тока относительно «земли» с напряжением от 300 до 600 В (от 300 до 1200 В) и контроля полного (эквивалентного) сопротивления относительно «земли» фаз сети переменного тока с изолированной нейтралью с напряжением до 380 В.

1.1.2 Назначение реле отражается в структуре его условного обозначения.

Структура условного обозначения типоразмера реле:



Пример записи обозначения изделия, выполненного с металлическим корпусом с напряжением контролируемой сети 220 В и напряжением питания 24 В для вида климатического исполнения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69 при его заказе и в документации другого изделия:

«РКИЭ-201 УХЛ4 ТУ 3420-040-20572135-2012».

Примечание – Реле РКИЭ-201 и РКИЭ-211 отличаются диапазоном регулирования уставок сигнализации, при этом допускается их применение в сетях оперативного постоянного тока с номинальным напряжением как 220 В, так и 110 В.

1.2 Основные технические характеристики

1.2.1 Основные параметры

Основные параметры реле приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение контролируемой сети постоянного тока U_n без применения адаптеров реле AP-1 (AP-2), В	220; 110
Диапазон допустимого значения напряжения сети постоянного тока, В: – с адаптером реле AP-1 – с адаптером реле AP-2	300 – 600 300 – 1200
Номинальное напряжение контролируемой сети переменного тока, В: – с адаптером реле AP-1 – с адаптером реле AP-2	127/220 220/380
Предельно допустимое отклонение напряжения сети переменного тока от номинального, %	± 10
Диапазон допустимого значения частоты сети переменного тока, Гц	40 – 1000
Максимальная емкость контролируемой сети относительно «земли», мкФ, не более	200
Количество уставок сигнализации снижения сопротивления изоляции полюсов сети относительно «земли»	2
Диапазон регулирования уставки сигнализации снижения сопротивления изоляции полюсов сети относительно «земли», кОм: – номинальное напряжение контролируемой более 220 В – номинальное напряжение контролируемой сети 220 В – номинальное напряжение контролируемой сети 110 В	50 – 1000* 10 – 500 5 – 250
Относительная погрешность измерения сопротивления изоляции сети, %, не более	± 10
Номинальное напряжение питания постоянного тока U_n , В	24
Количество светодиодов, шт.	7
Цифровой индикатор	семисегментный четырёхразрядный
Интерфейс связи с АСУ ТП	RS-485
Протокол передачи данных	Modbus RTU
* По требованию заказчика возможна корректировка диапазона регулирования уставки.	

1.2.2 Стойкость к внешним воздействующим факторам

1.2.2.1 Реле контроля сопротивления изоляции соответствует группе механического исполнения М40 по ГОСТ 17516.1-90, ГОСТ 30631-99 и выдерживает:

– вибрационные нагрузки в диапазоне частот от 10 до 100 Гц с максимальным ускорением до 0,7·g;

– одиночные удары длительностью от 2 до 20 мс с максимальным ускорением до 3·g.

1.2.2.2 Реле должно сохранять работоспособность при воздействии землетрясения интенсивностью до 9 баллов включительно по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 30 м по ГОСТ 17516.1-90, ГОСТ 30546.1-98.

1.2.2.3 Реле соответствует виду климатического исполнения УХЛ4 по ГОСТ 15150-69. При этом:

- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха плюс 55 °С;
- нижнее рабочее и предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха плюс 1 °С;
- верхнее рабочее значение относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре плюс 25 °С (допускается кратковременное (до 2 ч) воздействие относительной влажности до 90 % при температуре плюс 35 °С);
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;
- место установки защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечного излучения;
- тип атмосферы – I;
- степень загрязнения 1 (загрязнение отсутствует или имеется только сухое, непроводящее загрязнение) по ГОСТ IEC 61439-1-2013.

1.2.3 Электрическая прочность изоляции

1.2.3.1 Сопротивление изоляции всех электрических независимых входных и выходных цепей реле (кроме цепей порта последовательной передачи данных) относительно корпуса и между собой, измеренное в холодном состоянии при температуре окружающего воздуха (25 ± 10) °С и относительной влажности до 80 %, не менее 20 МОм по ГОСТ 2933-83.

Примечание – Характеристики, приведенные без специальных оговорок, соответствуют нормальным условиям:

- температуре окружающего воздуха (25 ± 10) °С;
- относительной влажности до 80 %;
- атмосферному давлению от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- номинальной частоте переменного тока;
- номинальному напряжению оперативного постоянного тока.

1.2.3.2 Электрическая изоляция между всеми независимыми входными и выходными цепями реле (за исключением цепей порта последовательной передачи данных) относительно корпуса и всеми независимыми, гальванически не связанными между собой цепями, выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В (эффективное значение) переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин в соответствии с ГОСТ IEC 61439-1-2013.

1.2.3.3 Электрическая изоляция между всеми независимыми входными и выходными цепями реле (за исключением цепей порта последовательной передачи данных) относительно корпуса и всеми независимыми, гальванически не связанными между собой цепями, выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения следующих параметров:

- амплитуда 5 кВ с допустимым отклонением ± 10 %;

- длительность переднего фронта 1,2 мкс ± 30 %;
- длительность полуспада заднего фронта 50 мкс ± 20 %;
- длительность интервала между импульсами не менее 5,0 с.

1.2.4 Электромагнитная совместимость

1.2.4.1 Реле соответствует требованиям устойчивости технических средств к электромагнитным помехам по ТР ТС 020/2011, ГОСТ Р 51317.6.5-2006, ГОСТ IEC 61000-6-5-2017. Критерий качества функционирования – А (нормальное функционирование при испытаниях на помехоустойчивость).

1.2.4.2 Реле соответствует нормам промышленных радиопомех:

- эмиссии промышленных радиопомех в полосе частот от 0,15 до 30 МГц в сеть электропитания по ГОСТ 30805.22-2013 (CISPR 22);
- эмиссии промышленных радиопомех в полосе частот от 30 до 1000 МГц, излучаемых в пространство по ГОСТ 30805.22-2013 (CISPR 22).

1.2.4.3 Реле выполняет функции при воздействии помех с параметрами, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Помехоустойчивость реле

Вид помехи	Базовый стандарт	Уровни помех и степень жесткости (с.ж.) испытаний/ испытательный уровень
Радиочастотное электромагнитное поле	ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006)	10 В/м (140 дБ относительно 1мкВ/м), (80 – 1000) МГц, с.ж. 3; (1,4 – 2,0) ГГц, с.ж. 3; (2,0 – 2,7) ГГц, с.ж. 3
Электростатические разряды (ЭСР)	ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008)	± 6 кВ, контактные (с.ж. 3); ± 8 кВ, воздушные (с.ж. 3)
Магнитное поле промышленной частоты (МППЧ)	ГОСТ IEC 61000-4-8-2013	100 А/м – для непрерывного магнитного поля (испытательный уровень 5); 1000 А/м – для кратковременного магнитного поля (испытательный уровень 5)
Импульсное магнитное поле	ГОСТ IEC 61000-4-9-2013	300 А/м (испытательный уровень 4)
Кондуктивные электромагнитные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	порты питания постоянного тока, сигнальные порты: 10 В (140 дБ относительно 1 мкВ), (0,15 – 80) МГц (с.ж. 3)

Вид помехи	Базовый стандарт	Уровни помех и степень жесткости (с.ж.) испытаний/ испытательный уровень
Микросекундные импульсные помехи большой энергии	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95); ГОСТ IEC 61000-4-5-2017	для порта питания постоянного тока: ± 2 кВ, 1/50 мкс («провод-земля», с.ж./испытательный уровень 3); ± 1 кВ, 1/50 мкс («провод-провод» с.ж./испытательный уровень 2); для сигнальных портов: ± 1 кВ, 1/50 мкс («провод-земля», с.ж./испытательный уровень 2); ± 0,5 кВ, 1/50 мкс («провод-провод», с.ж./испытательный уровень 1)
Звонящая волна	ГОСТ IEC 61000-4-12-2016	«провод-земля», (испытательный уровень 3); «провод-провод», (испытательный уровень 3)
Затухающая колебательная волна	ГОСТ IEC 61000-4-18-2016	«провод-земля», (испытательный уровень 3); «провод-провод», (испытательный уровень 2)
Кондуктивные электромагнитные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98)	30 В длительно; 100 В кратковременно – 1 с, кГц: (с.ж. 4) – порты питания постоянного тока; (с.ж. 4) – сигнальные порты
Пульсации напряжения постоянного тока	ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	15 % U_n (с.ж. 4) для порта питания постоянного тока
Провалы и прерывания напряжения	ГОСТ IEC 61000-4-29-2016	30 % U_n , 1 с; 60 % U_n , 0,1 с; 100 % U_n , 0,5 с
Наносекундные импульсные помехи	ГОСТ 30804.4.4-2013 (IEC 61000-4-4:2004)	4 кВ длительно, 5 кГц (с.ж. 4) – порты электропитания постоянного тока; порт функционального заземления; 2 кВ длительно, 5 кГц (с.ж. 4) – сигнальные порты

1.2.5 Цепи электропитания

1.2.5.1 Цепь электропитания гальванически развязана от внутренних цепей реле контроля сопротивления изоляции.

1.2.5.2 Реле правильно функционирует при изменении напряжения электропитания от 0,8 до 1,1 номинального значения.

1.2.5.3 Реле выдерживает без повреждений длительное воздействие напряжения электропитания постоянного тока величиной 1,15 от номинального значения.

1.2.5.4 Мощность, потребляемая реле по цепи электропитания, не превышает 7 Вт.

1.2.6 Входные цепи измерения

1.2.6.1 Реле правильно функционирует при наличии периодической слагающей в напряжении оперативного постоянного тока с амплитудой до 6 % от номинального значения и частотой 100 Гц.

1.2.6.2 Реле не повреждается и не срабатывает ложно:

- при подаче и снятии напряжения оперативного тока;

- при перерывах напряжения оперативного тока любой длительности с последующим самовосстановлением;
- при замыкании цепи оперативного постоянного тока на «землю»;
- при подаче напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности.

1.2.6.3 Характеристики входных цепей измерения указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики входных цепей измерения

Наименование параметра	Типоисполнение по номинальному напряжению контролируемой сети, В	
	220	110
Рабочий диапазон напряжений контролируемой сети постоянного тока цепей измерений, В	175 – 245	85 – 125
Максимальное внутреннее сопротивление между жилами каждого полюса реле контроля сопротивления изоляции и «землей», кОм	30	

1.2.7 Выходные цепи

1.2.7.1 Реле контроля сопротивления изоляции содержит выходные реле для формирования сигналов управления внешними цепями и сигнализации. Контакты выходных реле гальванически развязаны от внутренних цепей реле контроля сопротивлений изоляции.

1.2.7.2 Коммутационная способность контактов выходных реле, действующих во внешних цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей 0,04 с, составляет 0,15 А при напряжении 220 В.

1.2.7.3 Максимальное коммутируемое напряжение контактов выходных реле составляет 250 В переменного тока.

1.2.7.4 Максимальный коммутируемый ток при активной нагрузке составляет не менее 5 А при напряжении 220 В переменного тока.

1.2.7.5 Длительно допустимый ток через контакты реле не более 8 А при напряжении 220 В переменного тока.

1.2.7.6 Коммутационная износостойкость контактов реле не менее $5 \cdot 10^6$ циклов.

1.3 Состав и конструктивное исполнение

1.3.1 Реле выполнено в металлическом корпусе с задним присоединением проводников.

1.3.2 Степень защиты оболочки реле от прикосновения к токоведущим частям и попадания твердых посторонних тел по корпусу – IP40, по клеммам – IP20 по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013).

1.3.3 Конструкция реле обеспечивает минимальные воздушные зазоры и длину пути утечки между контактными выводами по ГОСТ IEC 61439-1-2013.

1.3.4 Значение воздушных зазоров между контактными выводами, а также между ними и корпусом составляет не менее 4 мм, вне зависимости от значений показателя относительной трекинговости изоляционных материалов.

1.3.5 Повышение температуры элементов внутри устройства реле не превышает величин, указанных в ГОСТ IEC 61439-1-2013.

1.3.6 Реле снабжено клеммными соединителями для подключения полюсов сети и «земли», а также устройств внешней сигнализации. Клеммные соединители для подключения полюсов сети, «земли» и выходных цепей предназначены для присоединения медных проводников сечением до 2,5 мм².

1.3.7 Сведения о габаритных размерах и массе реле указаны на рисунке А.1 приложения А.

1.4 Устройство и работа реле

1.4.1 Функции реле

Реле контроля сопротивления изоляции выполняет следующие функции:

- контроль сопротивлений изоляции сети относительно «земли» в диапазоне, указанном в 1.2.1;

- определение полярности поврежденного полюса сети оперативного постоянного тока в диапазоне сопротивления изоляции полюсов сети относительно «земли» от 0 до 100 кОм;

- выбор величин уставок «Предупреждение» и «Авария» для сопротивлений изоляции сети;

- управление контактами выходного реле «Предупреждение» в случае понижения сопротивления изоляции полюсов сети оперативного тока ниже уставки «Предупреждение»;

- управление контактами выходного реле «Авария» в случае понижения сопротивления изоляции полюсов сети оперативного тока ниже уставки «Авария»;

- управление контактами выходного реле «Неисправность» в случае снижения напряжения полюсов сети оперативного тока ниже 0,5 номинального значения (значение уставки регулируется путем изменения значения в регистре Modbus);

- светодиодная сигнализация состояния реле контроля сопротивления изоляции и сопротивления изоляции сети;

- вывод на цифровой индикатор значения сопротивления изоляции сети оперативного постоянного тока;

- вывод на цифровой индикатор значения емкости контролируемой сети относительно «земли» при нажатии кнопки «РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ»;

- передача данных о величине сопротивления изоляции полюсов сети по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU);

- блокировка работы реле при замыкании клемм реле «X6:1 – X6:2».

1.4.2 Устройство реле

1.4.2.1 Питание реле контроля изоляции осуществляется от клемм «X1:+» и «X1:-» от источника постоянного тока напряжением 24 В.

1.4.2.2 При подключении реле к контролируемой сети оперативного постоянного тока без адаптера реле AP-1 (AP-2) для уменьшения перекоса напряжений полюсов сети относительно «земли» при работе реле, а также при снижении сопротивления изоляции на каком-либо полюсе сети, между каждым полюсом сети оперативного постоянного тока и клеммой реле X9 («КЕ») необходимо подключить резисторы R1 и R2, имеющие сопротивление 10 кОм (например, резисторы типа С5-35В-50 Вт). Элементы, подключенные к клемме «КЕ», не являются для реле элементами с «поврежденной» изоляцией.

1.4.2.3 При подключении реле к контролируемой сети через адаптер реле AP-1 (AP-2) резисторы R1 и R2 входят в состав адаптера реле AP-1 (AP-2), и их дополнительная установка не требуется.

1.4.2.4 Схемы подключения и функциональное назначение контактов реле контроля изоляции приведены в приложении Б.

1.4.2.5 Реле содержит три выходных реле для формирования сигналов управления внешними цепями и сигнализации, контакты которых гальванически развязаны от внутренних цепей реле:

- реле формирования сигнала «Неисправность» для управления контактами «X3»;
- реле формирования сигнала «Предупреждение» для управления контактами «X4»;
- реле формирования сигнала «Авария» для управления контактами «X5».

1.4.2.6 Реле содержит клеммы «X2» для подключения кабеля связи с внешним контроллером по интерфейсу связи RS-485. Данные передаются с реле на внешний контроллер по протоколу Modbus RTU в виде 16-ти разрядных регистров. Описание регистров приведено в приложении В.

1.4.2.7 Реле контроля изоляции содержит клеммы «X6» для подключения ключа, блокирующего работу реле.

1.4.3 Работа реле

1.4.3.1 Работа реле основана на измерении напряжений на положительном и отрицательном полюсах сети относительно «земли» при поочередном подключении с помощью управляемых ключей к полюсам сети резисторов величиной сопротивления 30 кОм. Одновременно производится измерение тока через проводник, соединяющий клеммы реле «КЕ» и «РЕ» с помощью встроенного в реле датчика тока.

1.4.3.2 Реле работает в автоматическом режиме, что позволяет при реконструкции старых подстанций и установке на них микропроцессорных защит заменять традиционную схему контроля изоляции на реле типа РКИЭ-2ХХ. При этом реле будет определять не только несимметричное, а также симметричное снижение изоляции.

1.4.3.3 При уменьшении сопротивления изоляции ниже величины, задаваемой переключателем «Предупреждение», замыкаются контакты выходного электромагнитного реле «Предупреждение» (замыкание клемм «X4:11» – «X4:14»), а также загорается светодиод ПРЕДУПР.

1.4.3.4 При уменьшении сопротивления изоляции ниже величины, задаваемой переключателем «Авария», замыкаются контакты выходного электромагнитного реле «Авария» (замыкание клемм «X5:11» – «X5:14»), а также загорается один из светодиодов, указывающий полярность поврежденного полюса сети: АВАРИЯ «+» или «АВАРИЯ «-».

1.4.3.5 При уменьшении напряжения между клеммами «X7» и «X8» ниже величины 0,5 номинального значения, замыкаются контакты выходного электромагнитного реле «Неисправность» (замыкание клемм «X3:11» – «X3:12»), а также загорается светодиод НЕИСПРАВНОСТЬ.

1.4.3.6 Пример осциллограммы напряжения на положительном полюсе сети относительно «земли» при работе реле представлен на рисунке 1.

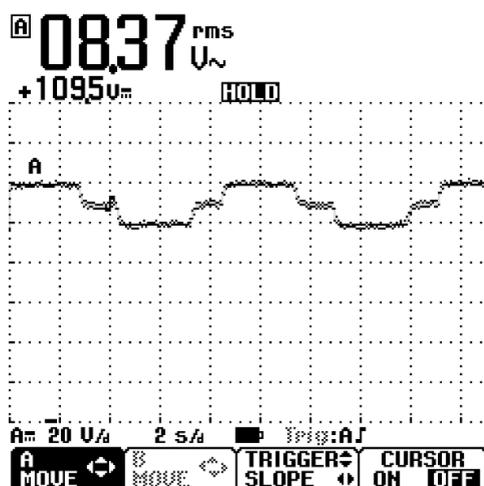


Рисунок 1 – Осциллограмма напряжения на положительном полюсе сети при работе реле

1.4.3.7 Время цикла измерений составляет не более 20 с. Время задержки на включение сигнализации при ухудшении изоляции – не более 20 с. Максимальная емкость контролируемой сети относительно «земли» указана в таблице 1. Время готовности реле контроля сопротивления изоляции после подачи напряжения питания оперативного тока не более 10 с.

1.4.3.8 Диаграмма работы реле контроля сопротивления изоляции представлена на рисунке 2.

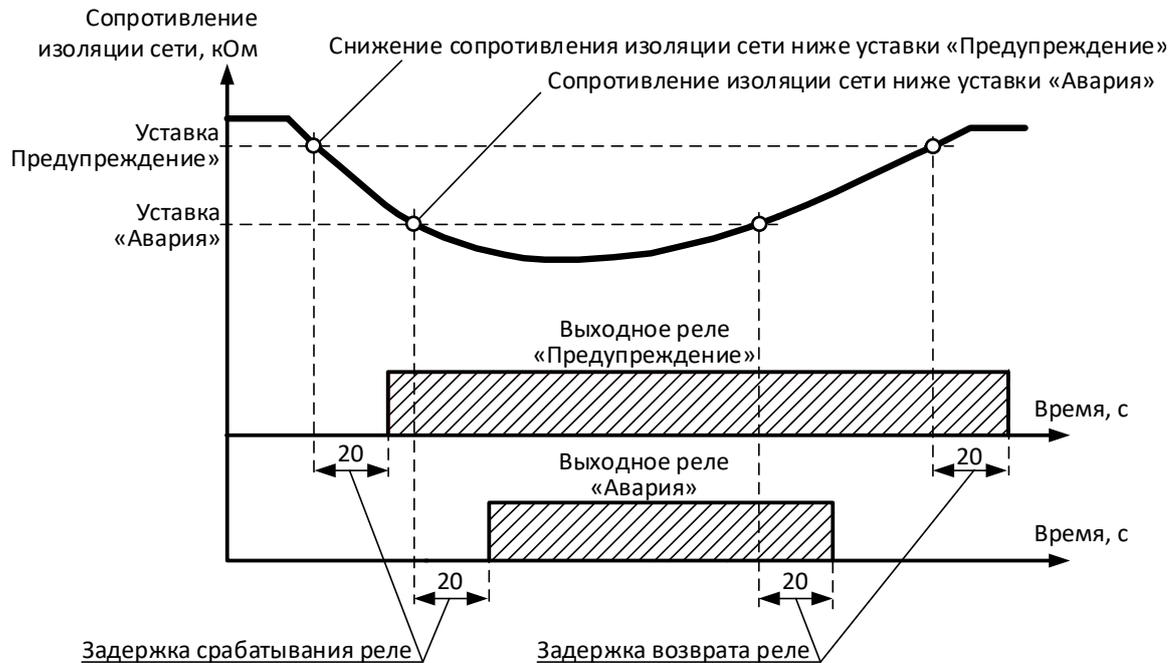


Рисунок 2 – Диаграмма работы реле

1.4.3.9 Режим «КЛЕЩИ» применяется при совместной работе реле с ЭКРА-ПКИ, поставляемом в составе устройства комплектного переносного ЭКРА-КСИ. Принцип работы устройства приведен в руководствах по эксплуатации ЭКРА-ПКИ (ЭКРА.421419.020 РЭ) и УКП ЭКРА-КСИ (ЭКРА.421419.017 РЭ).

1.5 Показатели надежности

1.5.1 Срок службы реле составляет не менее 25 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы.

1.5.2 Значение средней наработки на отказ не менее 70000 ч.

1.6 Сведения о материалах и покупных изделиях

1.6.1 Выбор материалов и покупных изделий осуществляется, исходя из условий обеспечения их безопасной эксплуатации, выполнения ими своих функций с требуемой эффективностью, надежностью и долговечностью, гарантий изготовителя.

1.6.2 Материалы и комплектующие изделия, устанавливаемые в реле, во всем, не оговоренном ТУ 3420-040-20572135-2012, удовлетворяют требованиям соответствующей нормативной и технической документации.

1.6.3 Если комплектующие изделия не выпускаются в соответствующем исполнении, то допускается применение комплектующих общепромышленного исполнения, при условии обеспечения реле предъявленных требований. Порядок проведения входного контроля и применения комплектующих соответствует требованиям ГОСТ 24297-2013.

1.7 Средства измерений, инструменты и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для эксплуатации и проведения эксплуатационных проверок реле, приведен в приложении Г.

1.8 Комплектность

В комплект поставки реле должны входить:

- реле РКИЭ – 1 шт.;
- комплект крепежа – 1 комплект;
- руководство по эксплуатации – 1 шт.;
- этикетка – 1 шт.

1.9 Маркировка

1.9.1 На корпусе реле имеется маркировка, содержащая следующую информацию:

- условное наименование изделия;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- номинальное напряжение питания постоянного тока в вольтах;
- номинальное напряжение контролируемой сети постоянного тока в вольтах;
- потребляемая мощность в ваттах;
- степень защиты;
- дата изготовления (год);
- обозначение стандарта ГОСТ IEC 61439-1-2013;
- надпись «Сделано в России»;
- массу в килограммах;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза.

1.9.2 На корпус наклеивается штрих-код изделия.

1.9.3 На боковых стенках и на одной торцевой стенке транспортной тары наносятся изображения манипуляционных знаков: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх», «Ограничение температуры».

1.9.4 Маркировка наносится способом, обеспечивающим ее стойкость и сохраняемость в соответствии с документацией предприятия-изготовителя.

1.10 Упаковка

1.10.1 Реле консервации маслами и ингибиторами не подлежит.

1.10.2 Упаковка реле производится по ГОСТ 23216-78 для условий хранения, транспортирования и допустимых сроков сохраняемости.

1.10.3 Сочетание видов и вариантов транспортной тары с типами внутренней упаковки по ГОСТ 23216-78.

1.10.4 Каждое реле укладывается в коробку или пачку по ГОСТ 33781-2016 из гофрированного картона, обеспечивающих их сохраняемость при транспортировании. Размеры пачки

исключают возможность свободного перемещения в ней изделия. При необходимости изделие в коробке (пачке) уплотнено от перемещения прокладками.

1.10.5 Упаковывание технической и сопроводительной документации и маркировка ее упаковки производится в соответствии с требованиями ГОСТ 23216-78 и технологической инструкции предприятия-изготовителя. Документация, отправляемая совместно с реле контроля сопротивления изоляции, должна быть вложена в герметичный пакет из полиэтиленовой пленки. Пакет с документацией должен быть маркирован четкой надписью на русском языке. Маркировка наносится на пакет с документацией или (если оболочка пакета прозрачная) на вкладыш из картона или бумаги. Вкладыш должен быть вложен в пакет так, чтобы надпись была отчетливо видна.

1.10.6 Реле, поставляемое в составе шкафа, упаковке не подлежит.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации, а также группа механического исполнения в части воздействия механических факторов внешней среды реле должны соответствовать требованиям 1.2.2.

2.1.2 Возможность работы реле в условиях, отличных от указанных в эксплуатационной документации, должна оговариваться специальным соглашением между предприятием-изготовителем и потребителем.

2.1.3 В одной или в нескольких сетях, объединенных гальванически, не допускается одновременная работа нескольких реле контроля сопротивления изоляции или аналогичных устройств, работа которых приводит к изменению напряжения полюсов сети относительно «земли», инжектированию тока в контролируемую сеть, снижению сопротивления изоляции полюсов сети относительно «земли».

2.2 Подготовка реле к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке реле к использованию

2.2.1.1 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию реле разрешается производить лицам, прошедшим специальную подготовку, аттестацию на право выполнения работ, хорошо знающим особенности электрической схемы и конструкцию реле.

2.2.1.2 По способу защиты человека от поражения электрическим током реле соответствует классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

2.2.1.3 Произвести внешний осмотр реле и убедиться в отсутствии механических повреждений, которые могут возникнуть при транспортировке.

2.2.2 Установка и подключение реле РКИЭ-201, РКИЭ-211 (при поставке реле контроля сопротивления изоляции в составе шкафа)

2.2.2.1 Схема подключения реле РКИЭ-201, РКИЭ-211 для контроля сопротивления изоляции сети оперативного тока с номинальным напряжением 220; 110 В представлена на рисунке Б.1 приложения Б.

2.2.2.2 Установить в шкаф резисторы R1 и R2 с сопротивлением, приведенным в 1.4.2.2.

2.2.2.3 Подключить клеммы «X1:+» и «X1:-» реле контроля изоляции к источнику постоянного напряжения 24 В (см. рисунок Б.1 приложения Б).

2.2.2.4 Подключить клеммы «X7:+АБ», «X8:-АБ» реле контроля изоляции и выводы резисторов R1, R2 к полюсам сети постоянного тока.

2.2.2.5 Подключить клемму «X10:PE» реле к шине «PE», а общий вывод резисторов R1 и R2 к клемме «X9:KE» реле контроля изоляции.

2.2.2.6 Подсоединить выходы реле контроля сопротивления изоляции к цепям внешней сигнализации: «X2:D+», «X2:D-» и «X2:SGD» – контакты интерфейса «RS-485», «X3:12», «X3:11» – нормально закрытые/замкнутые (НЗ) контакты реле «Неисправность», «X4:11»,

«X4:14» – нормально открытые (НО) контакты реле «Предупреждение», «X5:11», «X5:14» – НО контакты реле «Авария».

2.2.2.7 Установить с помощью отвертки на соответствующих поворотных переключателях требуемые уставки «Предупреждение» и «Авария». На предприятии-изготовителе установлены:

- уставка «Предупреждение» – 150 кОм;
- уставка «Авария» – 20 кОм.

2.2.3 Установка и подключение реле РКИЭ-241 с адаптером реле AP-1 (AP-2) для контроля сопротивления изоляции сети постоянного тока напряжением в диапазоне от 300 до 600 В (от 300 до 1200 В)

2.2.3.1 Схема подключения реле для контроля сопротивления изоляции сети постоянного тока напряжением в диапазоне от 300 до 600 В (от 300 до 1200 В) через адаптер реле AP-1 (AP-2) представлена на рисунке Б.2 приложения Б.

2.2.3.2 Закрепить на DIN-рейку реле контроля сопротивления изоляции.

2.2.3.3 Закрепить на DIN-рейку адаптер реле AP-1 (AP-2).

2.2.3.4 Подключить входы реле контроля сопротивления изоляции «X7: L1.2», «X7:L1.1», «X8:L2.1», «X8:L2.2» соответствующим выходам «X5:L1.2», «X5:L1.1», «X5:L2.1», «X5:L2.2» адаптера реле AP-1 (AP-2).

2.2.3.5 Подключить клемму «X10:PE» реле к шине «PE», клемму «X10:PE» реле к клемме «X6:PE» адаптера реле, клемму «X9:KE» реле к шине «KE», клемму «X9:KE» реле к клемме «X6:KE» адаптера реле.

2.2.3.6 Подключить входы адаптера реле «X8:U+» и «X8:U-» к полюсам контролируемой сети постоянного тока.

2.2.3.7 Подсоединить соответствующие выходы реле контроля сопротивления изоляции к цепям внешней сигнализации: «X2:D+», «X2:D-» и «X2:SGD» – контакты интерфейса «RS-485», «X3:12», «X3:11» – НЗ контакты реле «Неисправность», «X4:11», «X4:14» – НО контакты реле «Предупреждение», «X5:11», «X5:14» – НО контакты реле «Авария».

2.2.3.8 Установить с помощью отвертки на соответствующих поворотных переключателях требуемые уставки «Предупреждение» и «Авария».

2.2.3.9 Питание реле контроля сопротивления изоляции осуществляется от клемм «X1:+» и «X2:-».

2.2.4 Установка и подключение реле РКИЭ-241 с адаптером реле AP-1 (AP-2) для контроля сопротивления изоляции сети переменного тока с изолированной нейтралью с номинальным напряжением 127/220 В (220/380 В)

2.2.4.1 Схема подключения реле для контроля сопротивления изоляции сети переменного тока с изолированной нейтралью с номинальным напряжением 127/220 В (220/380 В) через адаптер реле AP-1 (AP-2) представлена на рисунке Б.3 приложения Б.

2.2.4.2 Закрепить на DIN-рейку реле контроля сопротивления изоляции.

2.2.4.3 Закрепить на DIN-рейку адаптер реле AP-1 (AP-2).

2.2.4.4 Подключить входы реле контроля сопротивления изоляции «X7:L1.2», «X7:L1.1», «X8:L2.1», «X8:L2.2» соответствующим выходам «X5:L1.2», «X5:L1.1», «X5:L2.1», «X5:L2.2» адаптера реле AP-1 (AP-2).

2.2.4.5 Подключить клемму «X10:PE» реле к шине «PE», клемму «X10:PE» реле к клемме «X6:PE» адаптера реле, клемму «X9:KE» реле к шине «KE», клемму «X9:KE» реле к клемме «X6:KE» адаптера реле.

2.2.4.6 Подключить входы адаптера реле «X8:U+» и «X8:U-» к соответствующим выходам адаптера реле «X4:U+» и «X4:U-».

2.2.4.7 Подключить последовательно два конденсатора 1 мкФ 400 В (МБГО-2 или аналог) между клеммами «X4:U+» и «X6:PE» адаптера реле.

2.2.4.8 Подключить последовательно два конденсатора 1 мкФ 400 В (МБГО-2 или аналог) между клеммами «X4:U-» и «X6:PE» адаптера реле.

2.2.4.9 Подсоединить соответствующие выходы реле контроля сопротивления изоляции к цепям внешней сигнализации: «X2:D+», «X2:D-» и «X2:SGD» – контакты интерфейса «RS-485», «X3:12», «X3:11» – НЗ контакты реле «Неисправность», «X4:11», «X4:14» – НО контакты реле «Предупреждение», «X5:11», «X5:14» – НО контакты реле «Авария».

2.2.4.10 Установить с помощью отвертки на соответствующих поворотных переключателях требуемые уставки «Предупреждение» и «Авария».

2.2.4.11 Подключить входы адаптера реле «X1:A», «X1:B» и «X2:C» к соответствующим фазам контролируемой сети переменного тока.

2.2.4.12 Питание реле контроля сопротивления изоляции осуществляется от клемм «X1:+» и «X1:-».

2.3 Включение реле контроля сопротивления изоляции

Произвести подачу напряжения питания постоянного тока на клеммы «X1:+» и «X1:-» от источника постоянного тока с номинальным напряжением 24 В.

2.4 Средства управления реле

2.4.1 На лицевой панели реле РКИЭ (см. рисунок А.1 приложения А) расположены:

- светодиоды, 7 шт.;
- цифровой индикатор для отображения значений сопротивления/емкости сети;
- переключатели для задания уставок «Предупреждение» и «Авария»;
- кнопка для изменения режима индикации реле.

2.4.2 Светодиодная сигнализация

2.4.2.1 Светодиодные индикаторы на лицевой панели реле обеспечивают сигнализацию текущего состояния реле. Назначение служебных светодиодов реле приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Назначение служебных светодиодов

Наименование светодиода	Состояние светодиода	Состояние реле
РАБОТА	Мигание зелёным цветом	Реле находится в рабочем состоянии
ПЕРЕДАЧА	Мигание оранжевым цветом	Происходит передача данных по интерфейсу RS-485
ПРЕДУПР.	Постоянное свечение красным цветом*	Снижение сопротивления изоляции полюсов сети ниже уставки «Предупреждение»
АВАРИЯ	Постоянное свечение красным цветом*	Снижение сопротивления изоляции полюсов сети ниже уставки «Авария»
АВАРИЯ «+»	Постоянное свечение красным цветом*	Снижение сопротивления изоляции ниже уставки «Авария» на положительном полюсе сети
АВАРИЯ «-»	Постоянное свечение красным цветом*	Снижение сопротивления изоляции ниже уставки «Авария» на отрицательном полюсе сети
НЕИСПРАВНОСТЬ	Постоянное свечение красным цветом	Напряжение полюсов сети оперативного тока ниже 0,5 номинального значения
* При снижении сопротивления изоляции сети ниже уставок «Предупреждение», «Авария», зажигание светодиодов «ПРЕДУПР.», «АВАРИЯ» и срабатывание выходных реле «Предупреждение», «Авария» происходят после завершения цикла измерений, который продолжается не более 20 с. Одновременное свечение светодиодов АВАРИЯ «-» и АВАРИЯ «+» указывает на симметричное снижение сопротивления изоляции полюсов сети ниже уставки «Авария».		

2.4.3 Цифровой индикатор, кнопка «РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ»

2.4.3.1 В центральной части лицевой панели реле находится четырехразрядный цифровой индикатор.

2.4.3.2 В рабочем состоянии индикатор по умолчанию отображает величину сопротивления изоляции контролируемой сети относительно «земли», измеренную в килоомах.

2.4.3.3 При кратковременном нажатии на кнопку «РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ» индикатор через (5 – 10) с отображает величину емкости контролируемой сети относительно «земли», измеренную в микрофарадах, при этом на индикаторе отображается дополнительный символ «F». Опционально, при последующих нажатиях на кнопку «РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ» индикатор поочередно отображает следующие напряжения, измеренные в вольтах:

– напряжение отрицательного полюса сети относительно «земли» (символ «_») при замыкании полюса на «землю» через встроенный в реле резистор;

– напряжение положительного полюса сети относительно «земли» (символ «=») при замыкании полюса на «землю» через встроенный в реле резистор;

– напряжение между полюсами сети оперативного постоянного тока (символ «≡»).

2.4.3.4 При отсутствии в течение 30 с нажатий на кнопку «РЕЖИМ ИНДИКАЦИИ» происходит автоматический возврат к отображению на индикаторе величины сопротивления изоляции контролируемой сети относительно «земли».

2.4.4 Переключатели для задания уставок

2.4.4.1 Поворотный переключатель «Предупреждение» предназначен для задания уставки «Предупреждение». С помощью отвертки можно ступенчато устанавливать значение

уставки «Предупреждение» сопротивления изоляции полюсов сети относительно «земли» в диапазоне, указанном в таблице 1.

2.4.4.2 Поворотный переключатель «Авария» предназначен для задания уставки «Авария». С помощью отвертки можно ступенчато устанавливать значение уставки «Авария» сопротивления изоляции полюсов сети относительно «земли» в диапазоне, указанном в таблице 1.

2.4.4.3 Поворотный переключатель «Авария» имеет положение «*» – РЕЖИМ «КЛЕЩИ». Данный режим работы необходимо включать при поиске присоединений с поврежденной изоляцией с помощью ЭКРА-ПКИ.

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 Для поддержания реле контроля сопротивления изоляции в исправном состоянии необходимо производить работы по его техническому обслуживанию. В объем технического обслуживания входит:

- очистка от пыли и других загрязнений корпуса и разъемов;
- проверка надежности контактных соединений разъемов.

3.1.2 Техническое обслуживание должно проводиться квалифицированным персоналом, прошедшим аттестацию и имеющим право на проведение работ, в сроки и в объеме проверок, установленных у потребителя.

3.1.3 Сведения об учете технического обслуживания и результаты периодического контроля основных технических характеристик при эксплуатации реле должны заноситься потребителем в соответствующую документацию.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 При эксплуатации устройства следует строго руководствоваться действующими правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

3.2.2 Монтаж реле должен производиться при отключенном питании сети оперативного постоянного тока.

3.3 Текущий ремонт

3.3.1 Ремонт реле необходимо производить в специализированных центрах или на предприятии-изготовителе.

3.3.2 Неисправное реле необходимо упаковать, подробно указать обнаруженные неисправности и отправить по адресу, указанному в этикетке.

4 Транспортирование и хранение

4.1 Условия транспортирования и хранения реле контроля сопротивления изоляции и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода в эксплуатацию соответствуют указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Условия транспортирования и хранения реле

Вид поставок	Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69	Срок сохраняемости в упаковке и (или) временной противокоррозионной защите, выполняемой изготовителем, годы
	механических факторов по ГОСТ 23216-78	климатических факторов, таких как условия хранения по ГОСТ 15150-69		
Внутри страны (кроме районов Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002)	Л	5 (ОЖ4)	1 (Л)	2
Внутри страны в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002	С	5 (ОЖ4)	2 (С)	2

4.2 Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании и хранении определяется комплектующей аппаратурой и материалами, применяемыми в реле. Оптимальная и допустимая температура хранения от минус 50 °С до плюс 55 °С.

4.3 Допускается общее число перегрузок не более четырех.

4.4 Реле допускается транспортировать в транспортной таре предприятия-изготовителя любым видом закрытого транспорта.

4.5 Реле упаковано надежно. Любые возможные удары и перемещения внутри упаковки исключены.

4.6 Погрузку и перевозку реле осуществлять с учетом манипуляционных знаков маркировки тары по ГОСТ 14192-96. При погрузочно-разгрузочных работах не подвергать реле ударным нагрузкам.

5 Утилизация

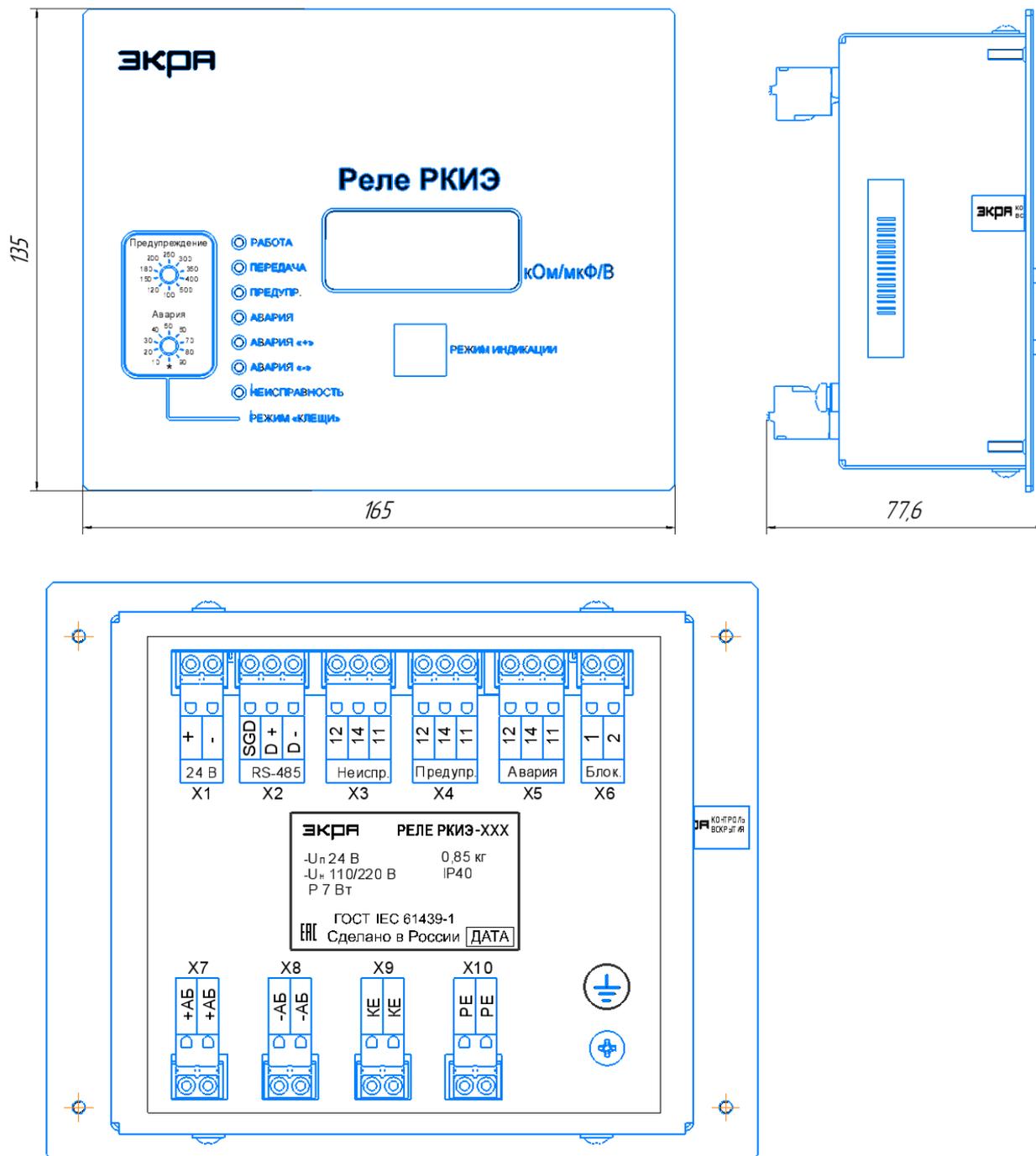
5.1 После снятия с эксплуатации реле контроля сопротивления изоляции подлежит демонтажу и утилизации. Специальных мер безопасности при демонтаже и утилизации не требуется. Демонтаж и утилизация не требуют специальных приспособлений и инструментов.

5.2 Основным методом утилизации является разборка изделия. При разборке целесообразно разделять материалы по группам.

5.3 Сведения о содержании металлов приведены в конструкторской документации.

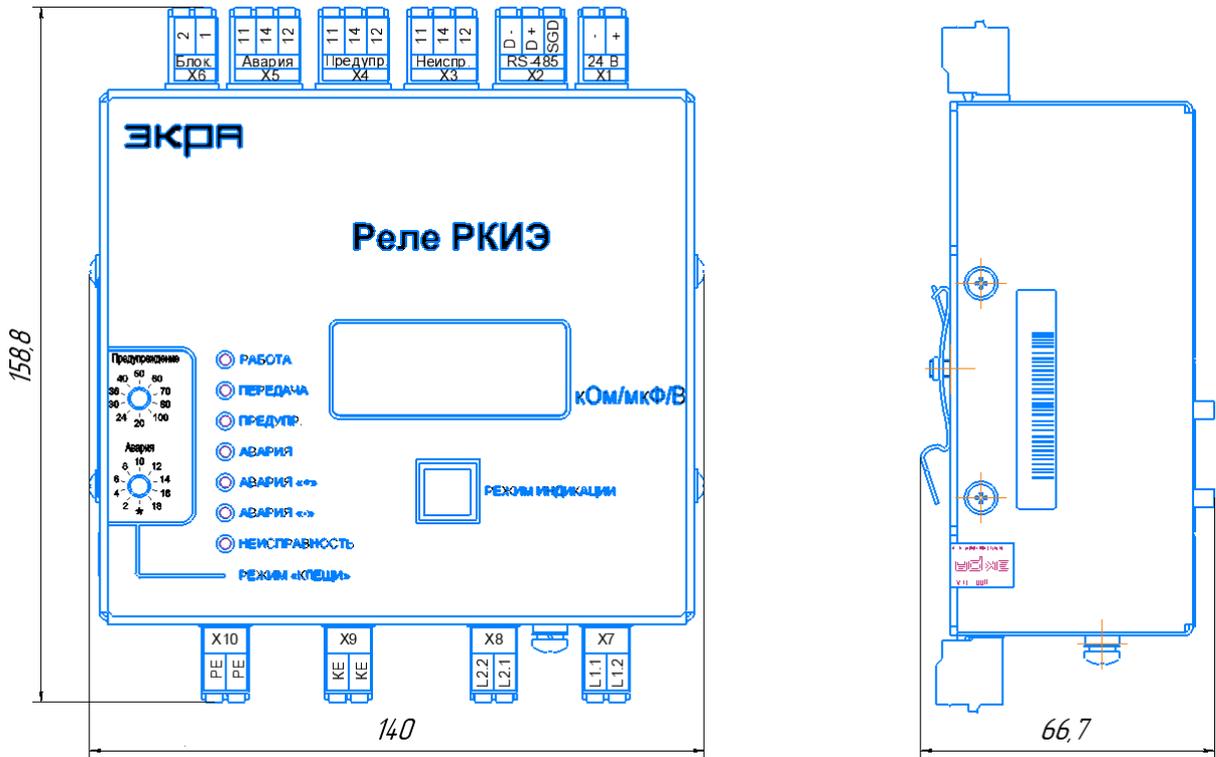
Приложение А
(обязательное)

Габаритные и установочные размеры, масса и общий вид



Масса реле РКИЭ-201 (РКИЭ-211) не более 0,85 кг

Рисунок А.1 – Габаритные и установочные размеры, масса и общий вид
реле типа РКИЭ-201(РКИЭ-211)

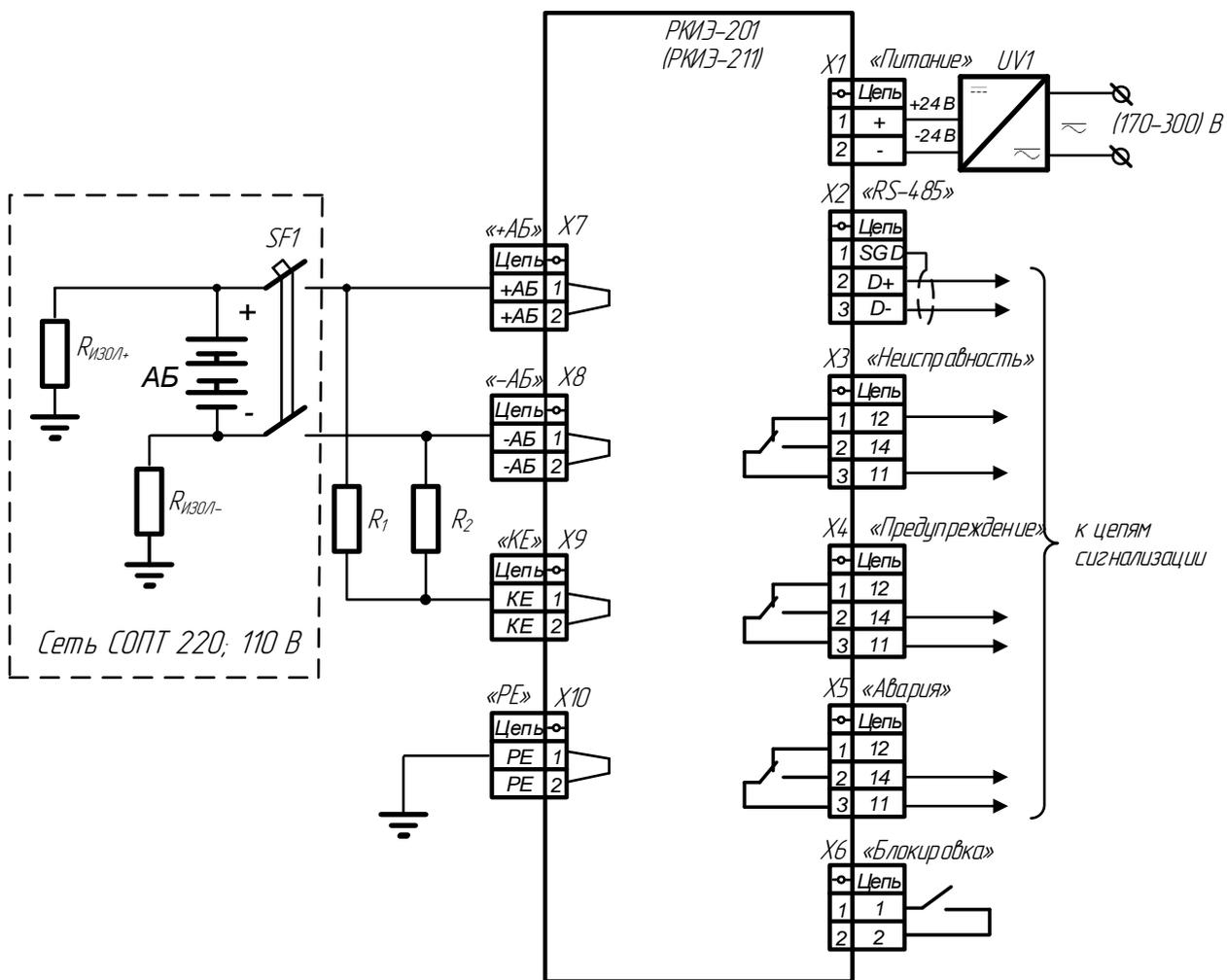


Масса реле РКИЭ-241 не более 0,85 кг

Рисунок А.2 – Габаритные и установочные размеры, масса и общий вид реле типа РКИЭ-241

**Приложение Б
(обязательное)**

Типовые схемы подключения реле

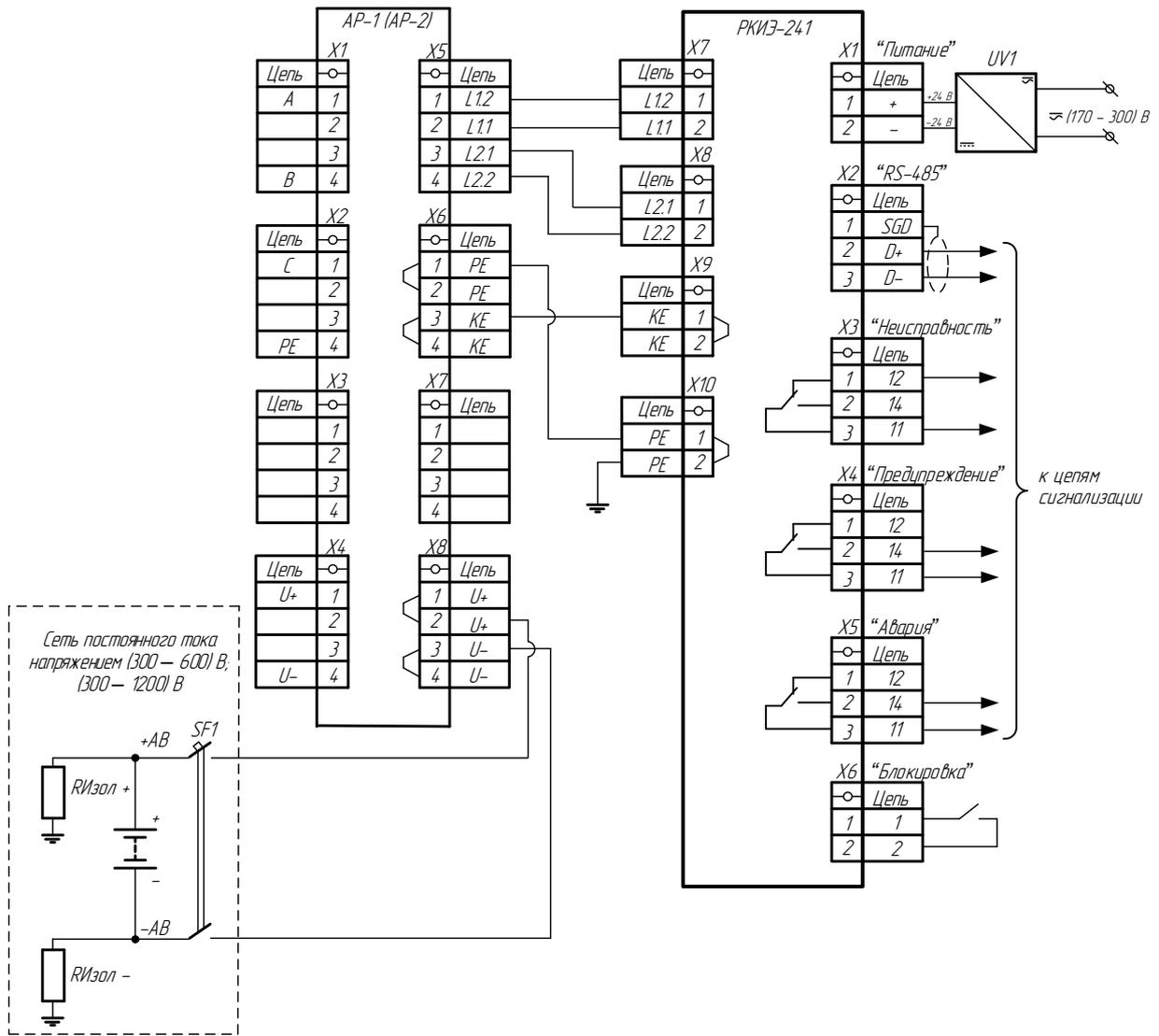


R1, R2 – резистор 10 кОм 25 Вт (С5-35В-25-10 или аналог);

SF1 – автоматический выключатель DC 2р С 6А

UV1 – источник питания постоянного тока 24 В 60 Вт

Рисунок Б.1 – Схема подключения реле РКИЭ-201 (РКИЭ-211)
для контроля сопротивления изоляции сети оперативного постоянного тока
с номинальным напряжением 220; 110 В



SF1 – автоматический выключатель DC 2р С 6А

UV1 – источник питания постоянного тока 24 В 60 Вт

Рисунок Б.2 – Схема подключения реле РКИЭ-241

для контроля сопротивления изоляции сети постоянного тока напряжением в диапазоне от 300 до 600 В (от 300 до 1200 В) через адаптер реле AP-1 (AP-2)

Приложение В
(рекомендуемое)

Таблицы описания регистров Modbus RTU реле

Таблица В.1 – Описание регистров реле типа РКИЭ-2ХХ для протокола Modbus RTU

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Dec	Hex					
0	0x0	Сопротивление изоляции сети	0x03	Значение эквивалентного (полного) сопротивления изоляции контролируемой сети относительно «земли»	кОм	uint16_t
1	0x1	Емкость сети	0x03	Значение емкости контролируемой сети относительно «земли»	мкФ	uint16_t
2	0x2	Напряжение сети постоянного тока (целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения контролируемой сети. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1 (220 соответствует 220 В)	В	uint16_t
3	0x3	Напряжение сети постоянного тока (дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения контролируемой сети. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001 (220 соответствует 0,220 В)	В	uint16_t
4	0x4	Напряжение положительного полюса сети (целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения положительного полюса сети относительно «земли» при замыкании полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1 (72 соответствует 72 В)	В	uint16_t
5	0x5	Напряжение положительного полюса сети (дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения положительного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли» при замыкании полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001 (728 соответствует 0,728 В)	В	uint16_t
6	0x6	Напряжение отрицательного полюса сети (целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения отрицательного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли» при замыкании полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1 (132 соответствует 132 В)	В	uint16_t
7	0x7	Напряжение отрицательного полюса сети (дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения отрицательного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли» при замыкании полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001 (738 соответствует 0,738 В)	В	uint16_t
8	0x8	Значение уставки «Предупреждение»	0x03	Текущее значение уставки «Предупреждение»	кОм	uint16_t
9	0x9	Значение уставки «Авария»	0x03	Текущее значение уставки «Авария»	кОм	uint16_t

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Dec	Hex					
10	0xA	Регистр состояния	0x03 0x06	Описание приведено в таблице В.2	–	uint16_t
11	0xB	Адрес устройства	0x03 0x06	Адрес реле для обмена данными по протоколу Modbus. При записи в регистр реле изменит адрес на новое значение. Допустимый диапазон значений от 1 до 247. По умолчанию адрес равен 1	–	uint16_t
12	0xC	Скорость передачи	0x03 0x06	Скорость передачи данных по интерфейсу RS-485. При записи в регистр устройство изменит скорость на новое значение. Значение в регистре указывается с множителем 0,1 (960 соответствует 9600 бод/с). Допустимые значения для записи: 240, 480, 960, 1440, 1920, 2880, 3840, 5760, 7680, 11520. По умолчанию скорость равна 9600 бод/с	бод/с	uint16_t
13	0xD	Количество стоп-бит	0x03 0x06	Количество стоп-бит для передачи байта данных по интерфейсу RS-485. При записи в регистр устройство изменит количество на новое значение. Допустимые значения для записи: 1, 2. По умолчанию количество стоп-бит равно 2	–	uint16_t
14... 23	0xE.. 0x17	Служебные регистры	0x03 0x06	Регистры используются для ввода калибровочных коэффициентов на заводе-изготовителе	–	uint16_t
24	0x18	Диапазоны уставок	0x03 0x06	«0» – уставка «Предупреждение» задается в диапазоне от 100 до 500 кОм, уставка «Авария» задается в диапазоне от 10 до 90 кОм; «1» – уставка «Предупреждение» задается в диапазоне от 50 до 250 кОм, уставка «Авария» задается в диапазоне от 5 до 45 кОм. По умолчанию значение регистра равно 0	–	uint16_t
25	0x19	Тип адаптера реле AP-1 (AP-2)	0x03 0x06	«0» – работа без адаптера реле AP-1 (AP-2); «1» – работа с адаптером реле типа AP-1; «2» – работа с адаптером реле типа AP-2. По умолчанию значение регистра равно 0	–	uint16_t
26	0x1A	Ток I+ (целая часть)	0x03	Среднее значение дифференциального тока при замыкании положительного полюса сети на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение тока в регистре указывается в миллиамперах с множителем 1 (5 соответствует 5 мА)	мА	int16_t
27	0x1B	Ток I+ (дробная часть)	0x03	Среднее значение дифференциального тока при замыкании положительного полюса сети на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение тока в регистре указывается в миллиамперах с множителем 0,001 (645 соответствует 0,645 мА)	мА	int16_t
28	0x1C	Ток I- (целая часть)	0x03	Среднее значение дифференциального тока при замыкании отрицательного полюса сети на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение тока в регистре указывается в миллиамперах с множителем 1 (5 соответствует 5 мА)	мА	int16_t
29	0x1D	Ток I- (дробная часть)	0x03	Среднее значение дифференциального тока при замыкании отрицательного полюса сети на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение тока в регистре указывается в миллиамперах с множителем 0,001 (645 соответствует 0,645 мА)	мА	int16_t
30	0x1E	Значение уставки «Уаб меньше нормы»	0x03 0x06	Регистр содержит значение напряжения контролируемой сети, ниже которого выполняется возврат реле «Неисправность». Допустимые значения от 0 до 1000. По умолчанию значение регистра равно 175	В	uint16_t

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Dec	Dec					
31	0x1F	Порог отображения сопротивления изоляции	0x03 0x06	Регистр содержит значение верхнего порога отображения сопротивления изоляции контролируемой сети на индикаторе реле. По умолчанию значение регистра равно 1000	кОм	uint16_t
32...99	0x20...0x63	Зарезервировано	–	Зарезервировано	–	–
100	0x64	Версия ПО	0x03	Версия программного обеспечения реле	–	uint16_t

Таблица В.2 – Описание регистра №10 реле типа РКИЭ-2ХХ для протокола Modbus RTU

№ бита в регистре	Название	Описание
0	Блокировка	«0» – Реле в работе; «1» – Работа реле заблокирована
1	Предупреждение	«0» – Сопротивление изоляции контролируемой сети относительно «земли» выше уставки «Предупреждение»; «1» – Сопротивление изоляции контролируемой сети относительно «земли» ниже уставки «Предупреждение»
2	Авария	«0» – Сопротивление изоляции контролируемой сети относительно «земли» выше уставки «Авария»; «1» – Сопротивление изоляции контролируемой сети относительно «земли» ниже уставки «Авария»
3	Авария «+»	«0» – Сопротивление изоляции положительного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли» выше уставки «Авария»; «1» – Сопротивление изоляции положительного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли» ниже уставки «Авария»
4	Авария «-»	«0» – Сопротивление изоляции отрицательного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли» выше уставки «Авария»; «1» – Сопротивление изоляции отрицательного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли» ниже уставки «Авария»
5	Неисправность	«0» – Напряжение полюсов сети оперативного постоянного тока выше уставки «Uаб меньше нормы»; «1» – Напряжение полюсов сети оперативного постоянного тока ниже уставки «Uаб меньше нормы»
6	Состояние реле «Предупреждение»	«0» – Выходное реле «Предупреждение» не сработано; «1» – Выходное реле «Предупреждение» сработано
7	Состояние реле «Авария»	«0» – Выходное реле «Авария» не сработано; «1» – Выходное реле «Авария» сработано
8	Состояние реле «Неисправность»	«0» – Выходное реле «Неисправность» сработано; «1» – Выходное реле «Неисправность» не сработано
9 – 15	Зарезервировано	Зарезервировано

**Приложение Г
(рекомендуемое)**

Перечень оборудования и средств измерений

Инструмент, необходимый для эксплуатации реле, приведен в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Инструмент, необходимый для эксплуатации реле

Наименование	Тип шлица	Рабочая длина, мм	Назначение
Отвертка	Плоский	40	Выставление уставки срабатывания реле на переключателе

Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для проведения эксплуатационных проверок реле приведен в таблице Г.2.

Таблица Г.2 – Перечень оборудования и средств измерений

Наименование	Тип оборудования	Основные технические характеристики
Прибор комбинированный	Testo 622	(- 10 ...+ 60) °С, ПГ ± 0,4 °С; (10 – 95) %, ПГ ± 3 %; (300 – 1200) гПа, ПГ ± 5 гПа
Мультиметр цифровой	Мультиметр цифровой APPA-109N	1 мкВ – 1000 В; ПГ ± (0,06 % + 10 е.м.р.); –U 1 мкВ – 750 В; ПГ ± (0,7 % + 50 е.м.р.); ~U 1 мкА – 10 А ПГ ± (0,2 % + 40 е.м.р.); –I 1 мкА – 10 А ПГ ± (0,8 % + 50 е.м.р.); ~I 10 МОм – 2 ГОм ПГ ± (5,0 % + 8 е.м.р.)
Источник питания постоянного тока	GPR-30H10D	(0 – 1) А; ПГ ± (0,005 I _{уст} ¹) + 0,02 А); (0 – 300) В; ПГ ± (0,005 U _{уст} ²) + 0,2 В)
Устройство пробивного напряжения	TOS 5051A	до 5 кВ; ПГ ± 3 %
Мегаомметр	E6-24	10 кОм – 9,99 ГОм; ПГ ± (3 % + 3 е.м.р.); U _{тест} = 500; 1000; 2500 В
<p>¹) I_{уст} – устанавливаемое значение выходного тока. ²) U_{уст} – устанавливаемое значение выходного напряжения.</p> <p>Примечания 1 Допускается применение других средств измерений и оборудования, аналогичных по своим техническим и метрологическим характеристикам и обеспечивающих заданные режимы испытаний. 2 ПГ – погрешность средства измерений</p>		

