

27.12.31.000

**ТЕРМИНАЛ КОНТРОЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ В СЕТИ
ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭКРА-СКИ-М**

Руководство по эксплуатации

ЭКРА.656122.093 РЭ

Авторские права на данную документацию принадлежат ООО НПП «ЭКРА» (г. Чебоксары).

Снятие копий или перепечатка разрешается только по согласованию с разработчиком.

ВНИМАНИЕ!

**ДО ИЗУЧЕНИЯ НАСТОЯЩЕГО РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ТЕРМИНАЛ КОНТРОЛЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ В СЕТИ ОПЕРАТИВНОГО
ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭКРА-СКИ-М
НЕ ВКЛЮЧАТЬ!**

Содержание

Обозначения и сокращения	4
1 Описание и работа	6
1.1 Назначение	6
1.2 Основные технические характеристики	6
1.3 Состав терминала и конструктивное исполнение	13
1.4 Устройство и работа терминала	13
1.5 Функции терминала	15
1.6 Показатели надежности	17
1.7 Комплектность	17
1.8 Средства измерений, инструмент и принадлежности	18
1.9 Маркировка	18
1.10 Упаковка	19
2 Использование по назначению	20
2.1 Общие требования	20
2.2 Эксплуатационные ограничения	20
2.3 Подготовка терминала к использованию	20
2.4 Работа с терминалом	21
2.5 Возможные неисправности и методы их устранения	36
3 Техническое обслуживание	38
3.1 Общие указания	38
3.2 Меры безопасности	38
4 Текущий ремонт	39
5 Транспортирование и хранение	40
6 Утилизация	41
Приложение А (обязательное) Общий вид, габаритные и установочные размеры и масса терминала	42
Приложение Б (обязательное) Типовые схемы подключения терминала	45
Приложение В (рекомендуемое) Таблицы кодов события	52
Приложение Г (обязательное) Индикация терминала в рабочих и аварийных режимах	54
Приложение Д (рекомендуемое) Таблица описания регистров Modbus RTU терминала	56
Приложение Е (рекомендуемое) Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для проведения эксплуатационных проверок	62
Приложение Ж (справочное) Пример расчета эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети оперативного постоянного тока	63

Обозначения и сокращения

Modbus RTU	–	открытый коммуникационный протокол для организации связи между электронными устройствами по линии связи RS-485
АБ	–	аккумуляторная батарея
АВР	–	автоматический ввод резерва
АСУ ТП	–	автоматизированная система управления технологическими процессами
БФН	–	блок формирования нейтрали
ДДТ	–	датчик дифференциального тока
ДПТ	–	датчик полного тока
ЗПУ	–	зарядно-питающее устройство
МК	–	микроконтроллер
МППЧ	–	магнитное поле промышленной частоты
ООО НПП «ЭКРА»	–	общество с ограниченной ответственностью научно-производственное предприятие «ЭКРА»
ПГ	–	погрешность средства измерений
ПО	–	программное обеспечение
ПЭВМ	–	персональная электронно-вычислительная машина
РЭ	–	руководство по эксплуатации
СКИ	–	система контроля изоляции
ТУ	–	технические условия
ЩПТ	–	щит постоянного тока
ЭСР	–	электростатические разряды

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на терминал контроля сопротивлений изоляции в сети оперативного постоянного тока ЭКРА-СКИ-М (далее – терминал ЭКРА-СКИ-М или терминал), предназначенный для контроля сопротивлений изоляции положительного и отрицательного полюса относительно «земли» сети постоянного тока, определения с помощью датчиков дифференциального тока типа ДДТ присоединений с поврежденной изоляцией без отключения потребителей от сети, а также для поиска фидера с поврежденной изоляцией относительно «земли» с помощью переносного устройства поиска фидеров с замыканием на «землю» в сети оперативного постоянного тока ЭКРА-ПКИ. При подключении к контролируемой сети через адаптер реле типа АР-ХХ терминал может применяться для измерения полного (эквивалентного) сопротивления фаз сети переменного тока с изолированной нейтралью.

Терминал может поставляться в составе шкафов и щитов постоянного тока напряжением 220 (110) В, а также как самостоятельное устройство.

Терминал предназначен для применения на электрических станциях и подстанциях, на опасных производственных объектах нефтяной и газовой промышленности.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с терминалом, принципом работы, техническими характеристиками терминала, а также является руководством для персонала по обеспечению правильной эксплуатации терминала.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий ЭКРА.656122.093 ТУ «Терминал контроля сопротивлений изоляции в сети оперативного постоянного тока ЭКРА-СКИ-М».

Для выполнения функций, реализуемых терминалом, используются: датчики дифференциальных токов типа ДДТ по ЭКРА.656122.094 ТУ и переносное устройство поиска фидеров с замыканием на «землю» в сети оперативного постоянного тока ЭКРА-ПКИ по ТУ 3433-027-20572135-2010.

Виды климатических исполнений терминала – УХЛ3.1, УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Терминал защищен патентами на изобретение Российской Федерации № 2381513 и № 2536332.

Надежность и долговечность терминала обеспечиваются не только качеством изделия, но и соблюдением режимов и условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, поэтому выполнение всех требований, изложенных в настоящем документе, является обязательным.

В связи с систематически проводимыми работами по совершенствованию изделия, в его аппаратную и программную части могут быть внесены незначительные изменения, не ухудшающие параметры и качество, не отраженные в настоящем издании.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Терминал предназначен для:

- определения присоединений с поврежденной изоляцией без отключения потребителей от сети с помощью датчиков дифференциального тока типа ДДТ;
- контроля сопротивлений изоляции каждого полюса относительно «земли» сети постоянного тока в целом;
- поиска фидера с поврежденной изоляцией относительно «земли» с помощью переносного устройства поиска фидеров с замыканием на «землю» в сети оперативного постоянного тока ЭКРА-ПКИ.

1.1.2 При подключении к контролируемой сети через адаптер реле типа AP-XX терминал может применяться для контроля уровня сопротивления изоляции полюсов сетей постоянного тока относительно «земли» с напряжением от 300 до 1200 В и контроля полного (эквивалентного) сопротивления относительно «земли» фаз сети переменного тока с изолированной нейтралью с напряжением до 690 В.

1.1.3 Назначение терминала отражается в структуре его условного обозначения.

Структура условного обозначения типоразмера терминала:

ЭКРА-СКИ-М-XX

Наименование изделия

Подключение терминала к контролируемой сети:

Отсутствует – непосредственное подключение терминала к сети;
AP – подключение терминала через адаптер реле типа AP-XX

Пример обозначения терминала с непосредственным подключением к контролируемой сети при его заказе и в документации другого изделия:

«Терминал ЭКРА-СКИ-М ЭКРА.656122.093 ТУ».

Пример обозначения терминала с подключением к контролируемой сети через адаптер реле типа AP-XX при его заказе и в документации другого изделия:

«Терминал ЭКРА-СКИ-М-AP ЭКРА.656122.093 ТУ».

1.2 Основные технические характеристики

1.2.1 Основные параметры терминала

1.2.1.1 Терминал в зависимости от требований заказчика, может поставляться в комплектации со следующими компонентами:

- датчики дифференциальных токов ДДТ-25.60, ДДТ-25.50, изготовленные по ЭКРА.656122.094 ТУ, или ДДТ-25.30, ДДТ-40.30, ДДТ-70.30, ДДТ-100.30, ДДТ-150.30, изготовленные по ТУ 3433-027-20572135-2010 (далее – датчики ДДТ);

– переносное устройство поиска фидеров с замыканием на «землю» в сети оперативного постоянного тока ЭКРА-ПКИ, изготовленное по ТУ 3433-027-20572135-2010 (далее – переносное устройство поиска фидеров ЭКРА-ПКИ или устройство ЭКРА-ПКИ);

– адаптер реле типа AP-XX.

1.2.1.2 Терминал обеспечивает возможность работы с эквивалентом существующего устройства контроля сопротивлений изоляции на основе двух последовательно соединенных резисторов 1 кОм, включенных между полюсами сети и обмотки реле РН-51/32 сопротивлением 3,85 кОм, включенной между «землей» и общей точкой соединения двух резисторов, или с блоком формирования нейтрали (БФН) с сопротивлениями резисторов, подключенных между полюсами сети и «землей», величиной 10 кОм.

1.2.1.3 Основные технические характеристики терминала соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики терминала

Наименование параметра	Значение
Диапазон допустимого значения напряжения сети постоянного тока, В: – без применения адаптеров реле AP-1, AP-2 – с адаптером реле AP-1 – с адаптером реле AP-2	87 – 300 300 – 600 300 – 1200
Номинальное напряжение контролируемой сети переменного тока, В: – с адаптером реле AP-1 – с адаптером реле AP-2	127/220 220/380; 380/690
Предельно допустимое отклонение напряжения сети переменного тока от номинального, %	± 10
Диапазон допустимого значения частоты сети переменного тока, Гц	40 – 1000
Диапазон измерения сопротивлений изоляции сети, кОм	0 – 1000
Относительная погрешность измерения сопротивления изоляции сети в диапазоне (10 – 1000) кОм при емкости сети (0 – 200) мкФ, %, не более:	± 10
Абсолютная погрешность измерения сопротивления изоляции сети в диапазоне (0 – 10) кОм при емкости сети (0 – 200) мкФ, кОм, не менее	1
Количество уставок сигнализации снижения эквивалентного сопротивления изоляции сети относительно «земли»	2
Диапазон регулирования уставок сигнализации снижения эквивалентного сопротивления изоляции сети, кОм	1 – 999
Время цикла измерения сопротивлений изоляции сети, с, не более	11
Максимальное количество контролируемых присоединений датчиками ДДТ, шт.	255
Диапазон измерения сопротивлений изоляции присоединений, кОм	0 – 500
Относительная погрешность измерения сопротивления изоляции присоединений, %, не более: – в диапазоне (10 – 100) кОм при емкости сети (0 – 200) мкФ – в диапазоне (100 – 500) кОм	± 20 не нормируется
Абсолютная погрешность измерения сопротивления изоляции присоединений в диапазоне (0 – 10) кОм при емкости сети (0 – 200) мкФ, кОм, не менее	1
Количество уставок сигнализации снижения эквивалентного сопротивления изоляции отдельно для каждого присоединения сети	1
Диапазон регулирования уставки сигнализации снижения сопротивления изоляции присоединения сети, кОм	1 – 500

Наименование параметра	Значение
Время цикла измерения сопротивлений изоляции присоединений датчиками ДДТ, с, не более: – при контроле одного присоединения – при контроле 255 присоединений	15 55
Диапазон регулирования уставки сигнализации снижения напряжения между полюсами сети постоянного тока, В: – без применения адаптеров реле AP-1, AP-2 – с адаптером реле AP-1 – с адаптером реле AP-2	1 – 300 1 – 600 1 – 1200
Диапазон регулирования уставки сигнализации повышения несимметрии напряжений полюсов сети относительно «земли», В	1 – 300
Диапазон регулирования уставки сигнализации повышения напряжения отрицательного полюса сети относительно «земли», В	1 – 300
Входное сопротивление полюсов измерительных цепей, кОм/полюс, не более	100
Инжектируемый ток, мА	0
Рекомендуемое сопротивление резисторов БФН, кОм	10
Напряжение смещения нейтрали при подключенном БФН 10 кОм, В, не более	15
Номинальное напряжение питания постоянного тока, В	24
Потребляемая мощность по цепи питания, Вт, не более	10
Количество программируемых релейных выходов	5
Интерфейс связи с АСУ ТП, протокол передачи данных	RS-485, Modbus RTU
Интерфейс связи с датчиками ДДТ	RS-485
Охлаждение	Воздушное, естественное
Время готовности устройства к работе после подачи напряжения питания, с, не более	10
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015: - по лицевой панели - по остальной части	IP40 IP20
Масса изделия, кг, не более	1,2
Наработка на отказ, ч, не менее	125000
Средний срок службы устройства, лет, не менее	25

1.2.2 Стойкость к внешним воздействующим факторам

1.2.2.1 Терминал предназначен для установки в комплектных распределительных устройствах в шкафах или на панелях в следующих условиях.

Климатическое исполнение и категория размещения терминала УХЛ3.1, УХЛ4 по ГОСТ 15150-69. По согласованию между предприятием-изготовителем и заказчиком допускаются другие виды климатических исполнений. При этом:

- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха принимается равным плюс 55 °С;
- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха принимается равным плюс 1 °С для вида климатического исполнения УХЛ4, минус 10 °С для УХЛ3.1 (без выпадения инея или росы);

– относительная влажность воздуха – не более 80 % при температуре плюс 25 °С для климатического исполнения УХЛ4, 98 % при температуре плюс 25 °С для климатического исполнения УХЛ3.1.

Допускается кратковременное (до 2 ч) воздействие относительной влажности до 90 % при температуре плюс 35 °С;

- высота над уровнем моря должна быть не более 2000 м;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металл;
- тип атмосферы – I;
- степень загрязнения 2 по ГОСТ IEC 61439-1-2013;
- группа материалов – II по ГОСТ IEC 61439-1-2013.

Рабочее положение в пространстве – вертикальное. Допускается отклонение от рабочего положения до 5° в любую сторону.

1.2.2.2 Терминал соответствует группе механического исполнения М7 по ГОСТ 30631-99.

1.2.2.3 Терминал сохраняет работоспособность при воздействии землетрясения интенсивностью до 9 баллов включительно по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 10 м по ГОСТ 17516.1-90.

1.2.3 Электрическая прочность изоляции

1.2.3.1 Сопrotивление изоляции всех электрически независимых входных и выходных цепей терминала (кроме портов передачи данных) относительно корпуса и между собой измеренное в холодном состоянии при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15543.1-89 – не менее 100 МОм по ГОСТ Р 52931-2008.

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

- температуре окружающего воздуха (25 ± 10) °С;
- относительной влажности от 45 % до 80 %;
- номинальному напряжению оперативного постоянного тока.

1.2.3.2 Электрическая изоляция между всеми независимыми выходными цепями терминала (за исключением цепей интерфейса, электропитания 24 В и блокировки) 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.

Электрическая прочность изоляции цепей интерфейса, цепей электропитания и блокировки относительно корпуса выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное

напряжение 500 В переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин в соответствии с ГОСТ IEC 61439-1-2013.

При повторных испытаниях испытательное напряжение составляет 85 % от вышеуказанного значения.

1.2.3.3 Электрическая изоляция между всеми независимыми выходными цепями терминала (за исключением цепей портов последовательной передачи данных) относительно корпуса и всех независимых, гальванически не связанных между собой цепей, 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 5,0 с.

1.2.3.4 Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение U_{imp} – 4000 В по ГОСТ IEC 61439-1-2013.

1.2.3.5 Электрическое сопротивление, измеренное между металлическими частями терминала и точкой заземления терминала, не превышает 0,1 Ом по ГОСТ IEC 61439-1-2013.

1.2.4 Электромагнитная совместимость

1.2.4.1 Терминал соответствует требованиям устойчивости технических средств к электромагнитным помехам по ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001), ГОСТ IEC 61000-6-5-2017. Критерий качества функционирования – А (нормальное функционирование при испытаниях на помехоустойчивость).

1.2.4.2 Терминал устойчив к звенящей волне по ГОСТ IEC 61000-4-12-2016 при степени жесткости испытаний 4 (по схеме «провод-земля») и 3 (по схеме «провод-провод»).

Терминал устойчив к затухающей колебательной волне по ГОСТ IEC 61000-4-18-2016 при степени жесткости испытания 3 (по схеме «провод-земля») и 2 (по схеме «провод-провод»).

1.2.4.3 Терминал устойчив к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ 30804.4.4-2013 (IEC 61000-4-4:2004) при степени жесткости испытаний 4 для порта электропитания постоянного тока, сигнальных портов и порта заземления.

1.2.4.4 Терминал устойчив к ЭСР по ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008) при степени жесткости испытаний 4.

1.2.4.5 Терминал устойчив к выбросу напряжения по ГОСТ IEC 61000-4-5-2017 при степени жесткости испытания 4 (по схеме «провод-земля»), 3 (по схеме «провод-провод») для цепей электропитания, 3 (по схеме «провод-земля») для сигнальных портов.

1.2.4.6 Терминал устойчив к воздействию МППЧ по ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 61000-4-8-93) при степени жесткости испытаний 5:

- 100 А/м – для непрерывного магнитного поля;
- 1000 А/м – для кратковременного магнитного поля.

1.2.4.7 Терминал устойчив к воздействию импульсного магнитного поля 1000 А/м по ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 61000-4-9-93) при степени жесткости испытаний 5.

1.2.4.8 Терминал устойчив к воздействию радиочастотного электромагнитного поля по ГОСТ 30804.4.3-2013 (МЭК 61000-4-3:2006) напряженностью испытательного поля 10 В/м (140 дБ относительно 1 мкВ/м) в полосе частот от 80 до 6000 МГц при степени жесткости испытаний 3.

1.2.4.9 Терминал устойчив к воздействию кондуктивных помех, наведенных радиочастотными электромагнитными полями по ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96) испытательным напряжением 10 В (140 дБ относительно 1 мкВ) в полосе частот от 0,15 до 80 МГц при степени жесткости испытаний 3 для порта электропитания постоянного тока и сигнальных портов.

1.2.4.10 Терминал устойчив к воздействию кондуктивных помех в полосе частот от 0 до 150 кГц, по ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98) при степени жесткости испытаний 4 для порта электропитания постоянного тока и степени жесткости 3 для сигнальных портов.

1.2.4.11 Терминал устойчив к провалам напряжения 30 % (1 с), 60 % (0,1 с) и прерываниям напряжения 100 % (0,05 с) по ГОСТ IEC 61000-4-29-2016.

1.2.4.12 Терминал устойчив к пульсациям напряжения постоянного тока по ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99) при степени жесткости испытаний 3 для порта электропитания постоянного тока.

1.2.4.13 Терминал соответствует нормам промышленных радиопомех в сеть электропитания и в окружающее пространство:

- эмиссии промышленных радиопомех в полосе частот от 0,15 до 30 МГц и от 30 до 6000 МГц по ГОСТ 30805.22-2013 (CISPR 22:2006) для оборудования класса А.

1.2.4.14 Терминал устойчив к помехам, связанным с циркуляцией наведенных токов в оболочках кабелей контролируемых присоединений. При этом датчики ДДТ на контролируемых присоединениях устанавливаются таким образом, что экран не проходит сквозь окно датчика.

1.2.5 Цепи электропитания

1.2.5.1 Цепь электропитания гальванически развязана от внутренних цепей терминала.

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

1.2.5.3 Время готовности терминала после подачи напряжения питания – не более 10 с.

1.2.5.4 Терминал выдерживает без повреждений длительное воздействие повышенного оперативного напряжения электропитания постоянного тока величиной $1,15 U_{\text{пит.ном}}$.

1.2.5.5 Превышение температуры внутри терминала при длительном воздействии повышенного оперативного напряжения электропитания постоянного тока не приводит к повреждению его работоспособности.

1.2.5.6 Мощность, потребляемая терминалом по цепи электропитания, не превышает значения, указанного в таблице 1.

1.2.6 Измерительные цепи

1.2.6.1 Терминал не повреждается и не срабатывает ложно:

- при подаче и снятии напряжения постоянного тока;
- при перерывах напряжения постоянного тока любой длительности с последующим восстановлением;
- при замыкании цепи постоянного тока на «землю».

1.2.6.2 Контакты выходных реле терминала не замыкаются ложно и не повреждаются при подаче напряжения постоянного тока обратной полярности.

1.2.6.3 Терминал должен правильно функционировать при наличии периодической слагающей в напряжении постоянного тока с амплитудой до 6 % от номинального и частотой 100 Гц.

1.2.7 Выходные цепи

1.2.7.1 Терминал содержит выходные реле (отдельно для сигнализации неисправности терминала, снижения величины сопротивления изоляции ниже уставок «Снижение 1» («Предупреждение») и «Снижение 2» («Авария»), неисправности датчиков ДДТ и превышения перекоса напряжений между полюсами сети, а также назначение реле может быть выбран отдельно из списка) для формирования сигналов управления внешними цепями и сигнализации, гальванически развязанные от внутренних цепей терминала. Сведения о количестве и назначении выходных цепей приведены на рисунке А.1 и А.2 приложения А.

1.2.7.2 Коммутационная способность контактов выходных реле терминала, 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. Длительно допустимый ток через контакты реле – не более 8 А. Коммутационная износостойкость контактов реле – не менее $5 \cdot 10^6$ циклов.

1.3 Состав терминала и конструктивное исполнение

1.3.1 Терминал выполнен в металлическом корпусе с задним присоединением проводников.

1.3.2 Степень защиты оболочки терминала 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 терминала 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 трекинговой стойкости изоляционных материалов.

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

1.3.6 Терминал снабжен 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 Общий вид терминала, а также габаритные, установочные размеры и масса приведены в приложении А.

1.4 Устройство и работа терминала

1.4.1 Блок-схема терминала

На рисунке Б.4 приложения Б приведена блок-схема терминала. Работа терминала основана на периодическом подключении сначала к одному, а затем к другому полюсу контролируемой сети постоянного тока делителей напряжений (R3-R4 и R5-R6), один из выводов которых соединен с «землей». При этом производится измерение напряжений на полюсах сети относительно «земли», а также протекающего между клеммами «КЕ» и «РЕ» тока с помощью датчика полного тока ДПТ, находящегося в терминале. На основании данных полного тока и напряжений на полюсах производится контроль сопротивления изоляции сети с помощью микроконтроллера МК. Измерение дифференциальных токов присоединений производится с помощью датчиков дифференциальных токов ДДТ1 – ДДТN. На основании данных дифференциальных токов и напряжений на полюсах осуществляется контроль изоляции отдельных присоединений.

При уменьшении эквивалентного сопротивления изоляции сети ниже уставки «Снижение 1» («Предупреждение») на лицевой панели терминала загорается светодиод «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ».

При уменьшении эквивалентного сопротивления изоляции сети ниже уставки «Снижение 2» («Авария») на лицевой панели терминала загорается светодиод «АВАРИЯ».

При уменьшении эквивалентного сопротивления изоляции, какого-либо присоединения ниже уставки «Снижение 2» («Авария»), на лицевой панели терминала загорается светодиод «ФИДЕР НАЙДЕН».

БФН выполняет функцию выравнивания напряжения на полюсах аккумуляторной батареи относительно «земли», связанного с ухудшением изоляции сети тока и отдельных присоединений, а также работой самого терминала.

При подключении терминала к контролируемой сети постоянного тока без адаптера реле типа AP-XX для уменьшения перекоса напряжений полюсов сети относительно «земли» при работе терминала, а также при снижении сопротивления изоляции на каком-либо полюсе сети, между каждым полюсом сети оперативного постоянного тока и клеммой терминала X1 («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 терминала элементами с «поврежденной» изоляцией.

При подключении терминала к контролируемой сети через адаптер реле типа AP-XX резисторы R1 и R2 входят в состав адаптера реле типа AP-XX, и их дополнительная установка не требуется.

Величины сопротивлений плеч делителей напряжений выбраны таким образом, что амплитуда напряжения смещения нейтрали в режиме контроля сопротивлений изоляции не превышает 15 В. При этом перекос напряжений между полюсами сети оперативного тока не превышает 30 В. Осциллограмма напряжения на отрицательном полюсе сети в режиме контроля сопротивлений изоляции всей сети и отходящих присоединений постоянного тока представлена на рисунке Б.5 приложения Б.

Информация о состоянии изоляции присоединений и сети постоянного тока выводится на лицевой панели терминала. Одновременно на лицевой панели терминала выводится информация о неисправности терминала и неисправности системы контроля изоляции в сети постоянного тока, а именно о:

- неисправности подсоединения терминала к шине «РЕ»;
- неисправности самих датчиков дифференциальных токов и сети интерфейса датчиков;
- уменьшении величины напряжения аккумуляторной батареи ниже 0,8 номинального значения;
- увеличении напряжения на отрицательном полюсе контролируемой сети постоянного тока относительно «земли» более величины уставки.

Терминал связан с датчиками ДДТ интерфейсом RS-485. Наибольшая длина кабеля связи от терминала к датчикам ДДТ составляет 1200 м. Терминал и датчики ДДТ питаются от дополнительных источников питания с выходным напряжением 24 В.

В терминале имеется интерфейс RS-485, по которому предусмотрена возможность передачи сигналов в АСУ ТП по протоколу Modbus. Список кодов событий приведен в таблице В.1 приложения В.

1.5 Функции терминала

1.5.1 Терминал обеспечивает функции мониторинга сопротивлений изоляции полюсов относительно «земли» сети постоянного тока напряжением, а также определения присоединений с поврежденной изоляцией без отключения потребителей от сети.

1.5.2 Контроль работы терминала осуществляется с лицевой панели терминала. В терминале предусматриваются следующие функции:

- определения эквивалентного сопротивления изоляции сети в диапазонах, указанных в таблице 1;
- контроль снижения эквивалентного сопротивления изоляции сети ниже уровня уставки «Снижение 1» («Предупреждение»);
- контроль снижения эквивалентного сопротивления изоляции сети ниже уровня уставки «Снижение 2» («Авария»);
- определение полярности поврежденного полюса сети постоянного тока;
- определения эквивалентных сопротивлений изоляции отходящих присоединений, на которых установлены датчики ДДТ в диапазоне, указанном в таблице 1;
- сигнализация снижения эквивалентного сопротивления изоляции присоединения, на котором установлен датчик ДДТ, ниже заданной для данного присоединения уставки «Снижение 2» («Авария»);
- определение полярности поврежденного полюса каждого из отходящих присоединений сети постоянного тока, на которых установлены датчики ДДТ;
- тестирование терминала и датчиков ДДТ;
- контроль превышения напряжения отрицательного полюса сети постоянного тока относительно «земли» выше уровня уставки;
- контроль снижения напряжения между полюсами сети постоянного тока ниже уставки;
- контроль превышения перекаса напряжений полюсов сети постоянного тока относительно «земли» выше уставки;
- выбор величин уставок «Снижение 1» («Предупреждение») и «Снижение 2» («Авария») для эквивалентного сопротивления изоляции сети;
- выбор величины уставки «Снижение 2» («Авария») для эквивалентных сопротивлений изоляции отдельных присоединений.

1.5.3 Для сети постоянного тока, состоящей из одной аккумуляторной батареи и одного щита постоянного тока, возможна установка режимов работы терминала согласно таблице 2.

Таблица 2 – Режимы работы терминала в сети с одной аккумуляторной батареей

Режим работы	Описание
«Контроль полюсов»	Производится определение эквивалентного сопротивления изоляции сети, а также сопротивления каждого полюса сети относительно «земли». Задержка времени между циклами определения эквивалентного сопротивления полюсов сети задается в меню Режимы работы терминала. При уменьшении эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети ниже уставки «Снижение 1» («Предупреждение») на лицевой панели терминала загорается светодиод «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ». При уменьшении эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети ниже уставки «Снижение 2» («Авария») на лицевой панели терминала загорается светодиод «АВАРИЯ». При снижении эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети ниже уставки «Снижение 1» или «Снижение 2» (в зависимости от настройки) система автоматически переходит в режим работы «Контроль фидеров». При выборе данного режима работы на лицевой панели терминала загорается светодиод «РЕЖИМ «АВТОНОМНЫЙ»
«Контроль фидеров»	В этом режиме помимо определения и контроля эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети осуществляется определение эквивалентных сопротивлений изоляции отходящих присоединений, на которых установлены датчики ДДТ. При уменьшении эквивалентного сопротивления изоляции какого-либо присоединения ниже заданной для данного присоединения уставки «Снижение 2» («Авария»), на лицевой панели терминала загорается светодиод «ФИДЕР НАЙДЕН». На датчике ДДТ соответствующего присоединения начинает мигать светодиод красного цвета. При выборе данного режима работы на лицевой панели терминала загорается светодиод «РЕЖИМ «АВТОНОМНЫЙ»
«Клещи»	Терминал не опрашивает датчики ДДТ и не производит тестирование терминала, но при этом производит контроль сопротивления изоляции полюсов сети. Этот режим применяется при поиске присоединений с поврежденной изоляцией с помощью переносного устройства поиска фидеров ЭКРА-ПКИ. Время цикла определения сопротивления в этом режиме составляет 10 с. При выборе данного режима работы на лицевой панели терминала загорается светодиод «РЕЖИМ «КЛЕЩИ»
«Блокировка»	Терминал не активен, т.е. не производит смещение нейтрали сети оперативного тока, а также не производит контроль сопротивлений изоляции сети. Для перехода в режим «Блокировка» необходимо замкнуть контакты X10.1 – X10.2. При переходе в данный режим работы на лицевой панели терминала загорается светодиод «БЛОКИРОВКА»

1.5.4 Для сети постоянного тока, состоящей из двух аккумуляторных батарей и двух щитов постоянного тока, возможна установка режимов работы для двух терминалов согласно таблице 3.

Таблица 3 – Режимы работы терминала в сети с двумя аккумуляторными батареями

Режим работы	Описание
«Автономный»	Каждый терминал работает автономно от остальных. При этом в каждом из ЩПТ возможен режим контроля сопротивления изоляции полюсов сети («Контроль полюсов») или режим контроля сопротивлений изоляции отходящих присоединений («Контроль фидеров»)
«Совместный»	Возможна совместная работа двух терминалов, щитов постоянного тока с контролем изоляции как полюсов каждой сети, так и всех присоединений, на которых установлены датчики ДДТ вне зависимости от того к какой аккумуляторной батарее подсоединено присоединение с установленным на ней датчиком ДДТ. Данный режим невозможен при объединении полюсов сетей оперативного тока

Режим работы	Описание
«РЕ отключен»	<p>В режиме «РЕ отключен» (в случае объединения полюсов сетей аккумуляторных батарей при выводе в ремонт одной АБ) терминал не производит смещение нейтрали сети, но при этом контролирует изоляцию присоединений, на которых установлены датчики ДДТ. В объединенной сети оперативного постоянного тока должен иметься другой терминал, который работает в режиме совместной работы («Совместный»). Контроль изоляции полюсов объединенной сети и изоляции тех присоединений, на которых установлены датчики ДДТ осуществляет терминал, работающий в режиме «Совместный».</p> <p>В этом режиме от терминала с выведенной в ремонт АБ необходимо отсоединить эквивалент традиционной схемы контроля изоляции. Для этого на двери ЩПТ имеется соответствующий переключатель или отсоединить контакты X2 и X5 от «земли»</p>

1.5.5 Предусмотрено тестирование терминала, которое включает в себя:

- контроль уровня напряжения сети постоянного тока;
- контроль наличия присоединения терминала к шине «РЕ»;
- контроль исправности сети датчиков ДДТ;
- контроль исправности датчиков ДДТ.

Длительность тестирования не превышает 10 с.

Описание состояния светодиодной индикации при обнаружении неисправности терминала приведено в приложении Г.

1.5.6 В терминале предусмотрена возможность дистанционной связи с ПЭВМ или с высшим уровнем АСУ ТП (RS-485). Данные передаются с терминала по протоколу Modbus RTU в виде 16-ти разрядных регистров. Описание регистров приведено в приложении Д.

1.6 Показатели надежности

1.6.1 Средний срок службы терминала не менее 25 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы. Срок службы отдельных комплектующих изделий в составе терминала не менее 10 лет.

1.6.2 Средняя наработка на отказ терминала – не менее 125000 ч.

1.6.3 Средний срок сохраняемости терминала в упаковке поставщика не менее 3 лет.

1.6.4 Среднее время восстановления работоспособного состояния терминала не более 2 ч с учетом времени нахождения неисправности.

1.6.5 Восстановление работоспособности терминала при отказах обеспечивается заменой вышедших из строя отдельных комплектующих.

1.7 Комплектность

1.7.1 В комплект поставки терминала входят:

- терминал – 1 шт.;
- руководство по эксплуатации – 1 экз. на партию, поставляемую в один адрес;
- этикетка – 1 экз.

1.7.2 По требованию заказчика и в соответствии с договором на поставку готовой продукции в комплект поставки может быть включена другая техническая документация.

1.8 Средства измерений, инструмент и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для проведения эксплуатационных проверок терминала, приведен в приложении Е.

1.9 Маркировка

1.9.1 На корпусе терминала имеется маркировка, содержащая следующую информацию:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза;
- номинальное напряжение питания постоянного тока в вольтах;
- номинальное напряжение контролируемой сети постоянного тока в вольтах¹⁾;
- потребляемая мощность в ваттах;
- степень защиты;
- масса в килограммах;
- дата изготовления (месяц, год);
- надпись «Сделано в России».

1.9.2 Около клемм терминала, а также светодиодов индикации имеются надписи, указывающие их назначение.

1.9.3 Пломбирование терминала проводится специальной этикеткой, разрушающейся при вскрытии.

1.9.4 На корпус наклеивается штрих-код изделия.

¹⁾ На паспортных табличках терминалов ЭКРА-СКИ-М-АР не указывается.

1.10 Упаковка

1.10.1 Терминал консервации маслами и ингибиторами не подлежат.

1.10.2 Упаковка терминала 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 Каждый терминал вместе с деталями крепления и присоединения должны быть уложены в коробку или пачку по ГОСТ 33781-2016 из гофрированного картона, обеспечивающих их сохраняемость при транспортировании. Размеры коробки (пачки) должны исключать возможность свободного перемещения в ней изделия. При необходимости изделие в коробке (пачке) должно быть уплотнено от перемещения прокладками.

1.10.5 Упакованные терминалы должны быть уложены в ящик дощатый по ГОСТ 16511-86 или ящик дощатый по ГОСТ 2991-85, защищающий изделие от механических повреждений при транспортировании и хранении. Масса ящика брутто не должна превышать 500 кг.

1.10.6 Упаковывание запасных частей, технической и сопроводительной документации и маркировка их упаковки производится в соответствии с ГОСТ 23216-78.

2 Использование по назначению

2.1 Общие требования

2.1.1 Не допускать к работе с оборудованием не проинструктированного персонала.

2.1.2 Надежная работа терминала предполагает следующие условия:

- технически правильное транспортирование;
- надлежащее хранение;
- правильный монтаж;
- эксплуатация в соответствии с предписаниями;
- бережное обращение и управление;
- периодическое проведение технического обслуживания.

2.2 Эксплуатационные ограничения

2.2.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации, а также группа механического исполнения в части воздействия механических факторов внешней среды терминала должны соответствовать требованиям 1.2.2.1 настоящего РЭ.

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

2.2.3 В одной или в нескольких сетях, объединенных гальванически, не допускается одновременная работа нескольких терминалов 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».

2.3 Подготовка терминала к использованию

2.3.1 Меры безопасности при подготовке терминала к использованию

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

По требованиям защиты человека от поражения электрическим током терминалы соответствуют классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

2.3.2 Внешний осмотр, порядок установки терминала

2.3.2.1 Произвести внешний осмотр терминала контроля сопротивления изоляции сети оперативного постоянного тока и убедиться в отсутствии механических повреждений, которые могут возникнуть при транспортировке.

2.3.2.2 Установить в шкафу в случае отсутствия стандартной схемы контроля изоляции БФН.

2.3.2.3 Закрепить на DIN-рейку источник питания терминала.

2.3.2.4 Закрепить на двери шкафа или за дверью с прозрачным окном терминал.

2.3.2.5 Подключить соответствующие входы терминала к выводам резисторов R1 и R2 БФН и входы источников питания через автоматические выключатели SF1 с номинальным током 6 А к полюсам сети постоянного тока 220 В.

2.3.2.6 Подключить выходы источника питания к соответствующим входам X6 терминала.

2.3.2.7 Подключить клеммы X2, X5 терминала к шине «РЕ», а общий вывод резисторов R1-R2 БФН к клемме «КЕ» X1 терминала.

2.3.2.8 Соединить датчики ДДТ с терминалом (клеммы X8) кабелями со стыком RS-485.

2.3.2.9 Подсоединить соответствующие выходы X10-X12 терминала к внешней сигнализации.

2.3.2.10 Пример подключения терминала в сети постоянного тока с одной аккумуляторной батареей представлен на рисунке Б.6 приложения Б.

2.3.2.11 Типовые схемы подключения терминала с адаптером реле AP-XX приведены на рисунках Б.2 и Б.3 приложения Б.

2.4 Работа с терминалом

2.4.1 Управление терминалом

Вариант однолинейной схемы подключений терминала в случае одного ЩПТ приведен на рисунке Б.6 приложения Б.

Управление терминалом осуществляется с лицевой панели терминала. Удаленная настройка терминала отсутствует.

Терминал поставляется с заложенным программным обеспечением. Изменение программного обеспечения возможно представителем предприятия-изготовителя.

Индикация сопротивлений изоляции щита постоянного тока осуществляется на индикаторе терминала.

Выбор возможных режимов работы терминала в сети определяется особенностью схемы сети оперативного постоянного тока.

В режиме автономной работы терминала возможен режим контроля сопротивления изоляции полюсов сети («Контроль полюсов»), а также режим контроля сопротивлений изоляции отходящих присоединений («Контроль фидеров»).

В режиме контроля полюсов сети производится определение эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети. Переход в режим контроля сопротивлений изоляции отходящих присоединений производится путем выбора дополнительных режимов: «поиск по снижению 1» или «поиск по снижению 2» на странице меню «Режимы работы/контроль полюсов». В этих режимах осуществляется измерение сопротивлений изоляции не только полюсов сети,

но и отходящих присоединений, на которых установлены датчики ДДТ. Переход в режим контроля сопротивлений присоединений осуществляется при снижении сопротивления полюсов ниже уставок «Снижение 1» («Предупреждение») или «Снижение 2» («Авария»).

РЕЖИМ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ ДВУХ ТЕРМИНАЛОВ НЕВОЗМОЖЕН ПРИ ОБЪЕДИНЕНИИ ПОЛЮСОВ СЕТИ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА НЕСКОЛЬКИХ ЩИТОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

В случае, когда необходимо вывести терминал из состояния работы, необходимо ввести терминал в режим «Блокировка». В этом режиме терминал не активен, т.е. не производится смещение нейтрали сети оперативного тока и не производится контроль сопротивлений изоляции полюсов сети и отходящих присоединений. Установка режима «Блокировка» выполняется замыканием контактов X10:1 и X10:2 путем включения SA1 (см. рисунок Б.1 приложения Б).

ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ ТЕРМИНАЛА, КРОМЕ РЕЖИМА «БЛОКИРОВКА», ЗАДАЕТСЯ ОПЕРАТОРОМ В МЕНЮ **РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ ТЕРМИНАЛА.**

В случае поиска присоединений с поврежденной изоляцией с помощью переносного устройства поиска фидеров ЭКРА-ПКИ необходимо установить в терминале режим «Клещи». В этом режиме производится определение сопротивления изоляции всей сети оперативного тока, но не производится контроль сопротивления изоляции отходящих присоединений. Время цикла определения сопротивления изоляции в режиме «Клещи» составляет 10 с.

2.4.2 Лицевая панель терминала

2.4.2.1 Внешний вид лицевой панели терминала

2.4.2.1.1 Лицевая панель терминала имеет восьми строчный дисплей, шесть кнопок управления, 16 светодиодов. Светодиоды служат для отображения информации о(об):

- успешном прохождении теста контроллером («РАБОТА»);
- выполнении процесса измерения («ИЗМЕРЕНИЕ»);
- выполнении теста терминала («ТЕСТ»);
- снижении сопротивления полюсов сети ниже уставки «Снижение 1» («Предупреждение»);
- снижении сопротивления полюсов сети ниже уставки «Снижение 2» («Авария»);
- снижении сопротивления на каком-либо присоединении, на котором установлен датчик ДДТ, ниже уставки «Снижение 2» («Авария») для данного присоединения («Фидер найден»);
- превышении напряжения на отрицательном полюсе сети относительно «земли» выше уставки («U- больше уставки»);
- снижении напряжения между полюсами сети постоянного оперативного тока ниже 0,8 номинального значения («U_{АБ} меньше нормы»);

- неисправности датчиков ДДТ или сети интерфейса RS-485 датчиков ДДТ («НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА»);
- неисправности терминала («НЕИСПРАВНОСТЬ СКИ»);
- режиме работы «Клещи»;
- режиме работы «Автономный»;
- режим работы «Контроль фидеров»;
- режиме работы «Совместный»;
- режиме работы «РЕ откл.»;
- режим работы «Контроль полюсов 1»;
- режим работы «Контроль полюсов 2»;
- режиме блокировки «Блокировка».

Назначение светодиодов зависит от типoisполнения терминала. Внешний вид лицевой панели терминала ЭКРА-СКИ-М представлен на рисунке А.1, терминала ЭКРА-СКИ-М-АР – на рисунке А.2 приложения А.

2.4.2.1.2 Лицевая панель терминала предназначена для задания:

- величины уставок «Снижение 1» («Предупреждение») и «Снижение 2» («Авария») сопротивлений изоляции полюсов;
- величины уставок «Снижение 2» («Авария») сопротивлений изоляции каждого датчика ДДТ;
- величины уставки допустимого наибольшего напряжения отрицательного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли», а также для задания одного из режимов работы терминала, а именно:

1) режима автономной работы терминала: контроля сопротивления изоляции полюсов сети («контроль полюсов») или контроля сопротивления изоляции полюсов сети и отходящих присоединений («Контроль фидеров»);

2) режима совместной работы двух терминалов («Совместный»);

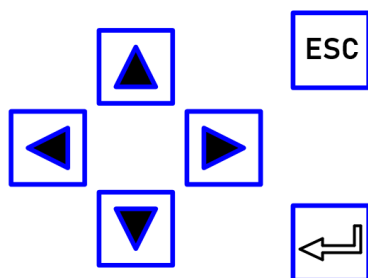
3) режима контроля сопротивления изоляции присоединений сети терминалом при объединении двух сетей оперативного тока и отключении от терминала эквивалента традиционной схемы контроля изоляции (Т-образного моста сопротивлений). При этом терминал работает в пассивном режиме, т.е. без смещения нейтрали («РЕ отключен»);

4) режима контроля сопротивления изоляции присоединений с помощью переносного устройства поиска фидеров ЭКРА-ПКИ («Клещи»);

- текущего времени и даты;
- типа датчиков ДДТ.

2.4.2.1.3 Кнопки управления

На лицевой панели терминала имеются кнопки управления: «▲» («Вверх»), «▼» («Вниз»), «◀» («Влево»), «▶» («Вправо»), «ESC» («Возврат»), «↵» («Ввод»).



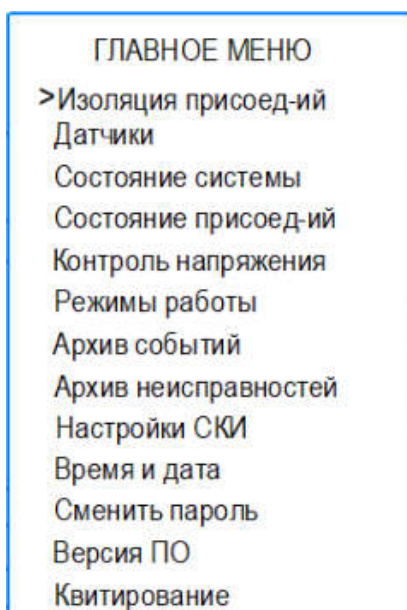
2.4.2.1.4 При подаче питания на дисплее терминала отображается главное меню.

2.4.2.2 Меню лицевой панели терминала

Главное меню состоит из следующих пунктов:

- **Изоляция присоед-ий** (изоляция присоединений);
- **Датчики**;
- **Состояние системы**;
- **Состояние присоед-ий** (состояние присоединений);
- **Контроль напряжения**;
- **Режимы работы**;
- **Архив событий**;
- **Архив неисправностей**;
- **Настройки СКИ**;
- **Время и дата**;
- **Сменить пароль**;
- **Версия ПО**;
- **Квитирование**.

Структура меню терминалов ЭКРА-СКИ-М и ЭКРА-СКИ-М-АР приведены на рисунках Б.7 и Б.8 приложения Б.



Выбор пункта меню производится подводом указателя «>» к пункту меню и нажатием кнопки «↵» («Ввод»).

Выход в главное меню из пункта меню производится нажатием кнопки «ESC» («Возврат»).

При вводе меню:

- Датчики/Настройки;
- Контроль напряжения;
- Режимы работы;
- Настройки СКИ;
- Настройка пароля

требуется ввести пароль. Первоначально задан пароль «1111». Замена пароля производится в меню **Сменить пароль**.

Введите пароль: 0000

Введенный пароль действителен в течение 300 с. По истечении этого времени пароль сбрасывается и для просмотра меню необходимо ввести его вновь. Ввод пароля осуществляется кнопками управления (2.4.2.1.3).

В случае неправильного ввода отобразится сообщение.

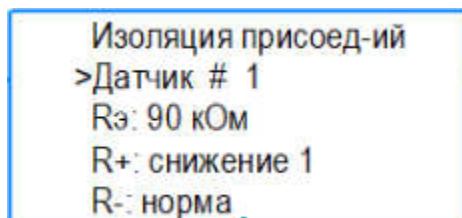
Введите пароль: 0000
Неверный пароль!

Необходимо ввести пароль вновь.

2.4.2.2.1 Меню **Изоляция присоед-ий**

В данном меню отображается информация о величине эквивалентного (R_{Σ}) сопротивления изоляции всей сети оперативного тока (присоединение с номером «0»), а также об уровне сопротивления изоляции отдельно положительного (R_{+}) и отрицательного полюса (R_{-}) отходящих присоединений (присоединения с номерами «1» и выше) относительно «земли»: «Норма», «Снижение 1» («Предупреждение»), «Снижение 2» («Авария»). На предприятии-изготовителе задано: для сопротивления изоляции полюсов сети норма – 1000 кОм, для сопротивлений присоединений норма – 500 кОм. Величины уставок «Снижение 1» («Предупреждение») и «Снижение 2» («Авария») для сопротивлений изоляции полюсов и присоединений задаются в меню **Уставки полюсов (кОм)**.

Изоляция присоед-ий
>Датчик # 0
R Σ : 90 кОм
R+: 90 кОм ! 1
R-: 1000 кОм



Выбор информации о сопротивлении изоляции присоединения с номерами 1 – 255 может быть получен подводом указателя «>» к номеру присоединения и нажатием кнопки « \leftarrow » («Ввод»).

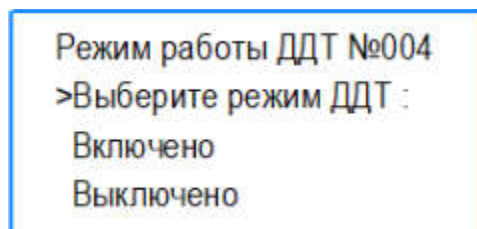
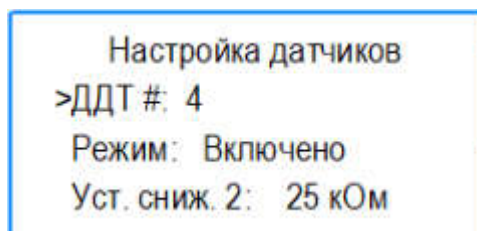
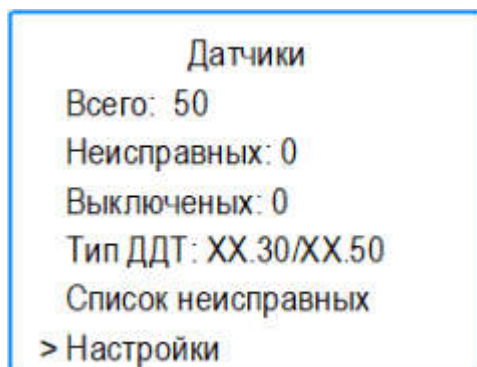
С помощью кнопок «▲» («Вверх») или «▼» («Вниз») задается необходимый номер присоединения.

Нажатием кнопки « \leftarrow » («Ввод») открывается требуемое меню.

Просматривать состояние изоляции присоединений можно также с помощью кнопок «◀» («Влево») и «▶» («Вправо»).

2.4.2.2.2 Меню Датчики

В меню отображается информация о количестве датчиков ДДТ: «Всего, неисправных, выключенных», тип ДДТ и список неисправных датчиков ДДТ.



Выбор типа ДДТ (XX.30/XX.50 или 25.60) осуществляется с помощью подвода указателя «>» к типу ДДТ и нажатием кнопки « \leftarrow » («Ввод»).

При вводе «Настройки» возможно для каждого датчика ввести режим работы «включен/отключен», а также задать уставку «Снижение 2» («Авария»).

2.4.2.2.3 Меню **Состояние системы**

В данном меню отображается информация о(об):

- величине напряжения на аккумуляторной батарее «U_{аб}»;
- напряжении на положительном полюсе сети «U₊» при отключенном или заблокированном терминале, а также о минимальном «мин» и максимальном «макс» значении этого напряжения при работе терминала;
 - напряжении на отрицательном полюсе «U₋» сети при отключенном или заблокированном терминале, а также о минимальном «мин» и максимальном «макс» значении этого напряжения при работе терминала;
- полном токе утечки через сопротивления изоляции при замыкании «плюсового» «I₊» и «минусового» «I₋» ключа терминала;
 - величине емкости сети оперативного постоянного тока относительно «земли» «С»;
- состоянии интерфейса, связывающего датчики ДДТ и терминал: «Датчики обнаружены» или «Датчики не обнаружены»;
- уровне напряжения на аккумуляторной батарее: «U_{АБ} меньше нормы» (напряжение на аккумуляторной батарее менее 0,8 номинального значения сети) или «U_(АБ) в норме» (напряжение на аккумуляторной батарее выше 0,8 номинального значения сети);
 - уровне напряжения на отрицательном полюсе относительно «земли» при отключенном или заблокированном терминале: «U_{(-) в норме» или «U_{(-) больше уставки»;}}
- подключении терминала к шине «РЕ» сети оперативного постоянного тока: «Линия РЕ в норме» или «Обрыв линии РЕ»;
- работоспособности датчиков ДДТ: «Нет ошибок датчиков»;
- уровне перекоса напряжений полюсов сети;
- наличия SD карты.

Состояние системы	
U _{аб} :	224.01 В
U ₊ :	112.13 В
Мин:	99.12 В
Макс:	125.09 В
U ₋ :	112.11 В
Мин:	99.02 В
Макс:	125.04 В
I ₊ :	0.31 мА
I ₋ :	0.30 мА
С:	10 мкФ
Датчики обнаружены	
Ошибок ДДТ нет	
U(аб) в норме	
U(-) контроль выкл.	
Нет перекоса напр.	
Линия РЕ в норме	
SD карта обнаружена	

Просмотр необходимой информации производится с помощью кнопок «▲» («Вверх») и «▼» («Вниз»).

Эквивалентное (полное) сопротивление изоляции полюсов сети оперативного постоянного тока $R_{экв} = R_{из+} // R_{из-}$ ($R_{из+}$ – сопротивление изоляции положительного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли»; $R_{из-}$ – сопротивление изоляции отрицательного полюса сети оперативного постоянного тока относительно «земли») может быть вычислено по формуле

$$R_{экв} = (U_{AB} - U_+ - U_-) / |I_+ - I_-|, \quad (1)$$

где U_{AB} – напряжение на аккумуляторной батарее;

U_+ – минимальное значение напряжения на положительном полюсе;

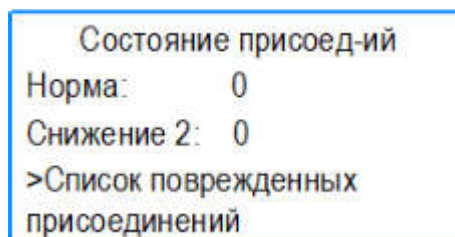
U_- – минимальное значение напряжения на отрицательном полюсе;

I_+ и I_- – полные токи утечки через сопротивления изоляции при замыкании «плюсового» I_+ и «минусового» I_- ключа.

Пример расчета эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети оперативного постоянного тока с помощью данных напряжений и токов в меню **Состояние системы** приведен в приложении Ж.

2.4.2.2.4 Меню **Состояние присоед-ий**

В данном меню отображается информация о количестве присоединений с неповрежденной (нормальной) изоляцией. «Норма» – количество присоединений с эквивалентным сопротивлением изоляции присоединения $Rэ > Rуст1$, количество присоединений с аварийной изоляцией с сопротивлением ниже уставки «Снижение 2» («Авария») ($Rэ < Rуст2$), а также все номера присоединений с поврежденной изоляцией.



Просмотр необходимой информации производится с помощью кнопок «▲» («Вверх») или «▼» («Вниз»).

2.4.2.2.5 Меню **Контроль напряжения**

В данном меню возможно включить/выключить контроль допустимого наибольшего напряжения отрицательного полюса относительно «земли», а также возможность ввода значений уставок $U_{(-)}$ макс, U_{AB} мин, $U_{(перекоса)}$.

Выбор уставок производится подводом указателя «>» к названию уставки и нажатием кнопки «⇐» («Ввод»).

С помощью кнопок «▲» («Вверх») или «▼» («Вниз») задается величина уставок.

Для сохранения изменений необходимо повторно нажать клавишу «⇐» («Ввод»).

На предприятии-изготовителе по умолчанию заданы следующие уставки:

- $U_{(-)}$ макс (допустимое наибольшее напряжение отрицательного полюса относительно «земли») – минус 125 В;
- U_{AB} мин (значение минимального уровня напряжения на аккумуляторной батарее) – 175 В;
- $U_{(перекоса)}$ (значение перекоса напряжений полюсов сети) – 40 В.

Контроль напряжения
> Контроль: > Выключено
 $U_{(-)}$ макс: - 125 В
 $U_{(аб)}$ мин: 175 В
 $U_{(перекоса)}$: 40 В

Контроль $U_{(-)}$ макс
> Включено
Выключено

2.4.2.2.6 Меню **Режимы работы**

В данном меню вводится информация о режимах работы: «Контроль полюсов», «Контроль фидеров», «Клеци», «РЕ отключен» и «Совместный» а также информация о дополнительных режимах «Поиск по снижению 1»/ «Поиск по снижению 2» в режиме «Контроль полюсов».

Режимы работы
>Режим: контр. полюсов
Поиск : по сниж. 2

Выбор режима работы
>Контроль полюсов
Контроль фидеров
Клеци
Попеременный
РЕ отключен
Совместный

Поиск фидера
>Поиск по снижению 1
Поиск по снижению 2

2.4.2.2.7 Меню **Архив событий**

В данном меню выводится информация о виде события: включении СКИ, снижении сопротивления изоляции, изменении режима работы и количестве датчиков, а также о дате, времени и коде события.

Архив событий
Включение СКИ
> Сниз.1(+) общ. возв.
Изм. кол-ва ДДТ
Контроль полюсов вкл.
Страница 1 из 20

Информация
Сниз.1(+) общ. возв.
Значение : 1000 кОм
Время: 11:08:19
Дата: 02/11/20
Код события: 0001
>Вернуться

При нажатии кнопки « \leftarrow » («Ввод») выдается конкретная информация о событии.

2.4.2.2.8 Меню **Архив неисправностей**

В данном меню выводится информация о самом событии: неисправности датчиков, снижении напряжения на аккумуляторной батарее, неисправности СКИ, ошибки связи с датчиком #, а также о дате и времени появления неисправности.

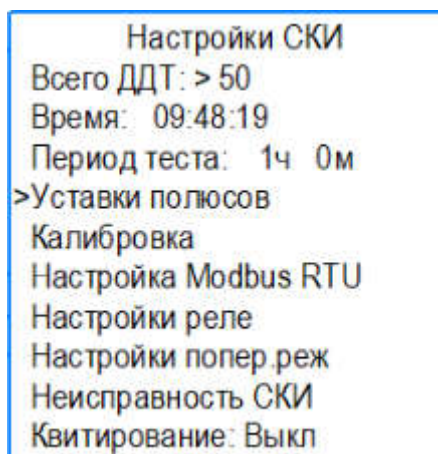
Архив неисправностей
>Ош. связи # 007 сраб.
Uаб < нормы возв.
Uаб < нормы сраб.
Страница 1 из 20

Информация
Ош.связи #003 сраб.
Время: 09:48:19
Дата: 02/11/20
Код события: 0028
>Вернуться

При нажатии кнопки « \leftarrow » («Ввод») выдается конкретная информация о неисправности.

2.4.2.2.9 Меню **Настройки СКИ**

В данном меню вводится информация о количестве датчиков дифференциальных токов, времени между тестами системы, уставках полюсов, калибровки терминала (данная функция доступна только работникам предприятия-изготовителя), настройки Modbus RTU, настройки реле, настройки попеременного режима, настройки неисправности СКИ и включения/выключения квитирования.



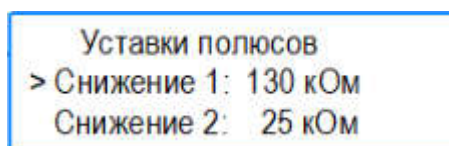
Выбор уставок производится подводом указателя «>» к названию уставки и нажатием кнопки «↵» («Ввод»).

С помощью кнопок «▲» («Вверх») или «▼» («Вниз») задается величина уставок.

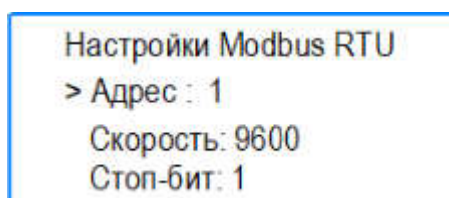
Для сохранения изменений необходимо повторно нажать клавишу «↵» («Ввод»).

На предприятии-изготовителе по умолчанию заданы следующие уставки:

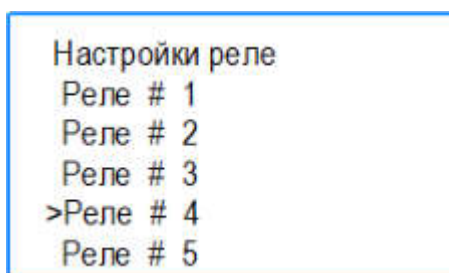
- количество датчиков дифференциальных токов - 50;
- период теста 1 ч 0 мин;
- уставки полюсов: «Снижение 1» («Предупреждение») – 130 кОм, «Снижение 2» («Авария») – 25 кОм;

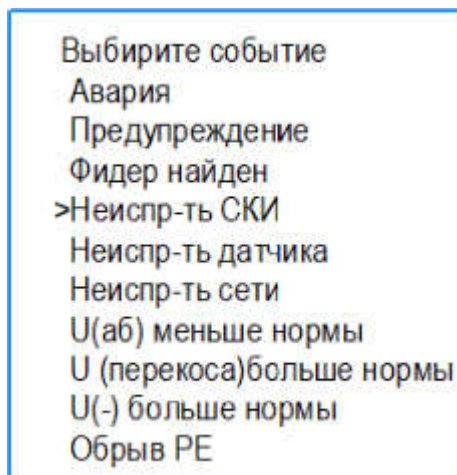


- настройки Modbus RTU: Адрес устройства – 1, Скорость – 9600 бит/с, Стоп-бит – 1;

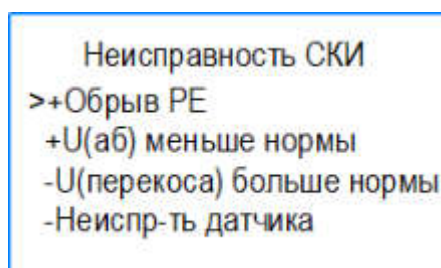


- настройки реле: Реле №1 – «Неисправность», Реле №2 – «Предупреждение», Реле №3 – «Авария», Реле №4 – «Фидер найден», Реле №5 – «Перекас напряжений больше нормы»;





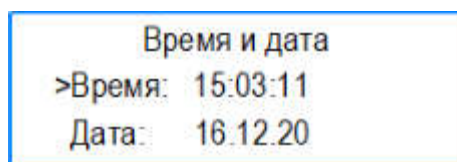
– неисправность СКИ, при этом выбираются события, входящие в формирование сигнала «Неисправность СКИ»;



– квитирование – Выключено.

2.4.2.2.10 Меню **Время и дата**

В данном меню вводится информация о текущем времени и дате.



Выбор величины установки времени и даты производится подводом указателя «>» к необходимой величине и нажатием кнопки « \leftarrow » («Ввод»).

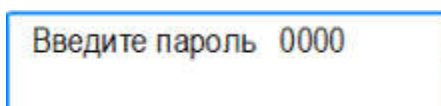
С помощью кнопок « \blacktriangle » («Вверх») или « \blacktriangledown » («Вниз») задается необходимое значение величины.

Нажатием кнопки « \leftarrow » («Ввод») вводится требуемое значение.

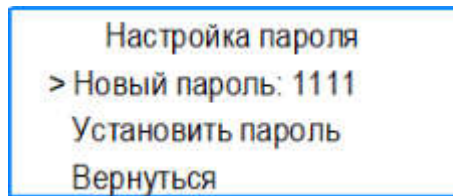
2.4.2.2.11 Меню **Сменить пароль**

Данное меню позволяет при необходимости производить смену пароля.

На дисплее высветится меню, в котором необходимо ввести старый пароль.



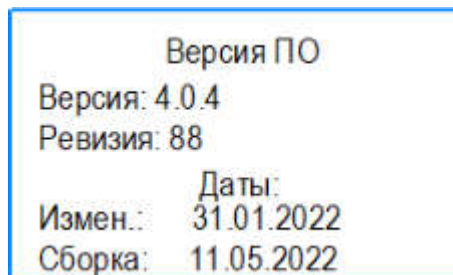
Затем вводится новый пароль.



ВНИМАНИЕ: В СЛУЧАЕ ПОТЕРИ ПАРОЛЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО («1111») НЕОБХОДИМО ОТКЛЮЧИТЬ И ЗАНОВО ПОДАТЬ ПИТАНИЕ НА ТЕРМИНАЛ!

2.4.2.2.12 Меню **Версия ПО**

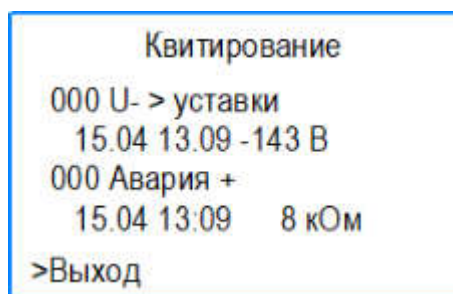
В данном меню отображается информация о версии программного обеспечения терминала и дате ее создания.



2.4.2.2.13 Меню **Квитирование**

Меню «Квитирование» появляется после исчезновения аварийного события. На экране выводится информация о самом событии, дате и времени появления события, а также о полярности и величине напряжения на полюсе, полярности поврежденного полюса и сопротивлении изоляции.

Переход в данное окно производится автоматически. Реализовано возможность включения и выключения квитирования в пункте меню Настройки СКИ/Квитирование.



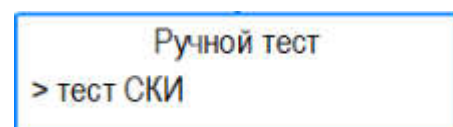
Выход из меню производится подводом указателя «>» к пункту меню «Выход» и нажатием кнопки «↵» («Ввод»).

2.4.2.2.14 Меню **Ручной тест**

Данное меню при необходимости позволяет производить ручной запуск теста терминала.

Для этого необходимо в меню **Изоляция присоед-ий** нажать кнопку «▼» («Вниз»).

На дисплее высветится меню.



Нажатием кнопки « \leftarrow » («Ввод») производится режим принудительного запуска теста терминала.

2.4.3 Включение терминала

Включить автоматический выключатель SF1 (см. рисунок Б.1 приложения Б), при этом подается напряжение постоянного тока 220 В на клеммы источников питания терминала, а также подключается блок добавочных резисторов R1 и R2.

После подачи напряжения питания на корпусе датчиков ДДТ загораются светодиоды зеленого цвета, а в терминале высветится главное меню и запустится тест терминала. После прохождения теста загорается светодиод «ИЗМЕРЕНИЕ» в режиме мигания, который показывает о работе ключей блока делителей напряжения и о прохождении процесса контроля сопротивлений изоляции полюсов и присоединений.

В меню **Состояние системы** должно высвечиваться: «Датчики обнаружены. U(аб) в норме. U(-) в норме. Линия «PE» в норме. СКИ2 в работе. Ошибок ДДТ нет».

В меню **Датчики** должно высвечиваться: «Всего...(количество датчиков), неисправных 0, выключенных 0, Список неисправных».

В меню **Состояние присоед-ий** должно высвечиваться: «Норма__ (количество присоединений), Снижение 1=__ , Снижение 2=__; Снижение 2 № __=, список поврежденных присоединений».

В меню **Настройки СКИ/Уставки полюсов** должны быть заданы уставки «Снижение 1» («Предупреждение») и «Снижение 2» («Авария») для сопротивлений изоляции полюсов и присоединений (фидеров). Первоначально предприятием-изготовителем задано: для сопротивлений изоляции полюсов: «Снижение 1= 130 кОм, Снижение 2= 25 кОм», для сопротивлений изоляции присоединений (фидеров): «Снижение 2= 25 кОм».

В меню **Контроль напряжения** должны быть заданы: состояние уставки U₍₋₎ макс «Включено» или «Выключено», величина допустимого значения напряжения на отрицательном полюсе сети в режиме блокировки и работы терминала, величина минимального уровня напряжения на аккумуляторной батарее и величина перекоса напряжений полюсов сетей. Первоначально предприятием-изготовителем установлено: «Состояние – включено, U₍₋₎ макс=125 В, U_{АБ} мин=175 В, U_(перекоса)=40 В».

В меню **Режимы работы** первоначально установлено «Режим: контроль фидеров».

В меню **Время и дата** должны быть заданы текущие время и дата.

2.4.4 Проверка работоспособности терминала

Проверка работоспособности терминала осуществляется в режиме работы «Контроль полюсов» путем подключения поочередно к полюсам «+» и «-» относительно «земли» резистора величиной от 150 до 1000 кОм. При этом в меню **Изоляция присоед-ий** для присоединения с номером «0» должна отображаться соответствующая величина сопротивления изоляции сети оперативного постоянного тока.

Проверка контроля снижения сопротивления изоляции сети ниже уставки «Снижение 1» («Предупреждение») осуществляется путем подключения к полюсу «+» или «-» относительно «земли» резистора величиной от 30 до 130 кОм мощностью от 5 до 10 Вт. На лицевой панели терминала должен загореться светодиод «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ». В меню **Изоляция присоед-ий** для присоединения с номером «0» должен высветиться знак «Снижение 1».

Проверка контроля снижения сопротивления изоляции сети ниже уставки «Снижение 2» («Авария») осуществляется путем подключения к полюсу «+» или «-» сети относительно «земли» резистора величиной от 0 до 20 кОм мощностью от 10 до 20 Вт. На лицевой панели терминала должен загореться светодиод «АВАРИЯ». В меню **Изоляция присоед-ий** для присоединения с номером «0» должен высветиться знак «Снижение 2». При этом терминал автоматически переходит в режим контроля сопротивлений изоляции отходящих присоединений (фидеров).

Проверка работоспособности терминала в этом режиме работы осуществляется путем подключения к полюсу «+» или «-» относительно «земли» какого-либо проверяемого присоединения резистора величиной сначала от 0 до 20 кОм. На лицевой панели терминала должен загореться светодиод «АВАРИЯ». В меню **Изоляция присоед-ий** для проверяемого присоединения, а также для присоединения с номером «0» должно высветиться знак «Снижение 2, $R_+ < 20$ кОм или $R_- < 20$ кОм» в зависимости от того, к какому полюсу относительно «земли» подсоединен резистор, на лицевой панели терминала должны загореться светодиоды «АВАРИЯ» и «ФИДЕР НАЙДЕН». На корпусе датчика ДДТ проверяемого присоединения должен загореться светодиод красного цвета в режиме мигания.

2.4.5 Порядок работы с терминалом

После подачи напряжения питания терминал работает в автоматическом режиме и не требует оперативной настройки.

На лицевой панели терминала расположен светодиод «РАБОТА», сигнализирующий о готовности терминала к работе.

Для подключения цепей внешней сигнализации на корпусе терминала имеются разъемы X10 - X12 (см. рисунок А.1 приложения А). В случае:

а) снижения сопротивления изоляции полюсов контролируемой сети ниже величины уставки «Снижение 1» («Предупреждение») происходит срабатывание выходного реле №2 «Предупреждение»;

б) снижения сопротивления изоляции полюсов контролируемой сети постоянного тока ниже величины уставки «Снижение 2» («Авария») происходит срабатывание выходного реле №3 «Авария»;

в) неисправности терминала, а именно:

- при обрыве провода подключения терминала к шине «РЕ»;
- неисправности терминала;

– при напряжении между полюсами сети постоянного тока менее 0,8 номинального значения сети.

При этом происходит возврат выходного реле №1 «Неисправность», нормально-замкнутый контакт которого замыкает цепь внешней сигнализации неисправности;

г) снижения сопротивления изоляции на каком-либо присоединении ниже уставки «Снижение 2» («Авария») происходит срабатывание выходного реле №4 «Фидер найден»;

д) превышения уровня перекоса напряжений полюсов сети выше уставки происходит срабатывание выходного реле №5 «Перекас напряжений выше нормы».

Для вывода терминала из работы без выключения напряжения питания, т.е. в режим блокировки терминала, необходимо замкнуть выключатель SA1, при этом на лицевой панели загорается светодиод «Блокировка».

На лицевой панели терминала расположены светодиоды: «ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ», «АВАРИЯ», «ФИДЕР НАЙДЕН», «НЕИСПРАВНОСТЬ СКИ» зажигание которых повторяет внешнюю сигнализацию.

При превышении напряжения на отрицательном полюсе сети выше уставки загорается светодиод «U- БОЛЬШЕ УСТАВКИ».

При снижении напряжения между полюсами сети постоянного тока ниже уставки менее 0,8 номинального значения сети загорается светодиод «U_{АБ} МЕНЬШЕ НОРМЫ».

При неисправности датчика ДДТ или нарушении связи RS-485 датчиков ДДТ загорается светодиод «НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА».

Пример выполнения схемы внешней сигнализации терминала представлен на рисунке Б.1 приложения Б.

2.5 Возможные неисправности и методы их устранения

При неисправности оформляется акт несоответствия продукции и передается в службу сервиса ООО НПП «ЭКРА». Признаки неисправности, причины возникновения и методы устранения приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Возможные неисправности и методы их устранения

Признак неисправности	Причина возникновения	Метод устранения
Нет индикации на лицевой панели терминала	Нет напряжения 24 В на разъеме X6	Проверить исправность источника питания терминала
Горит светодиод «U _{АБ} меньше нормы», напряжение на клеммах X3-X4 в норме	Имело событие перенапряжения в сети оперативного тока более 1000 В на полюсах относительно «земли». Вышли из строя предохранители в терминале	Установить устройство защиты полюсов сети оперативного тока от импульсных перенапряжений, заменить терминал
Горит светодиод «НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА»	1 Неисправна сеть интерфейса датчиков ДДТ 2 Имеются датчики с одинаковыми адресами 3 Большой дифференциальный ток через датчик ДДТ вследствие объединения полюсов присоединений в сети оперативного тока или имеется «кольцо» в питании потребителей (АВР)	1 Устранить неисправность сети интерфейса RS-485 2 Установить правильно адреса датчиков ДДТ 3 Исключить объединение полюсов присоединений сети оперативного тока
Горит светодиод «НЕИСПРАВНОСТЬ СКИ»	1 Обрыв провода к клеммам X2, X5 2 Напряжение на полюсах сети оперативного тока менее 0,8 номинального значения сети	1 Проверить наличие подсоединения провода к клеммам X2, X5 2 Проверить величину напряжения между полюсами сети оперативного тока
Показания сопротивления изоляции полюсов на лицевой панели терминала изменяются при каждом измерении	Имеется объединение полюсов двух щитов постоянного тока (аккумуляторных батарей), имеется большая емкостная связь между щитами постоянного тока или имеется большая емкость сети «мигающего свет»	Исключить объединение полюсов щитов постоянного тока (аккумуляторных батарей), исключить большую емкостную связь между щитами постоянного тока, функцию «мигающего света» поручить терминалу центральной сигнализации
Сопротивление изоляции сети больше сопротивления изоляции отдельных присоединений, горит светодиод «ФИДЕР НАЙДЕН», но не горит светодиод «АВАРИЯ»	1 В сети оперативного постоянного тока имеются источники импульсных помех 2 Имеется объединение полюсов нескольких присоединений	1 Исключить из сети оперативного тока источники импульсных помех 2 Исключить объединение полюсов нескольких присоединений
Сопротивление изоляции полюсов сети много меньше сопротивления изоляции присоединений	Имеется присоединение с низким сопротивлением изоляции, на данном присоединении датчик ДДТ не установлен	Измерить сопротивление изоляции присоединений, не имеющих датчик ДДТ, с помощью устройства ЭКРА-ПКИ. Устранить причину снижения изоляции присоединения

Светодиодная индикация на лицевой панели терминала в рабочих и аварийных режимах описана в приложении Д.

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 Для поддержания терминала 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 Критерии необходимости проведения технического обслуживания:

- несоответствие нормативным параметрам, представленным в настоящем РЭ;
- по результатам самодиагностики.

Проверка работоспособности терминала заключается в проверке отсутствия свечения светодиода «НЕИСПРАВНОСТЬ СКИ» на лицевой панели терминала.

3.2 Меры безопасности

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

3.2.2 Монтаж датчиков ДДТ должен производиться при отключенном питании присоединения.

4 Текущий ремонт

4.1 Ремонт терминала необходимо производить в специализированных центрах или на предприятии-изготовителе.

4.2 Неисправный терминал и датчики ДДТ необходимо упаковать, подробно указать обнаруженные неисправности и отправить по адресу, указанному в этикетке.

5 Транспортирование и хранение

5.1 Условия транспортирования и хранения терминала и допустимые сроки сохранности в упаковке до ввода в эксплуатацию должны соответствовать указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Условия транспортирования и хранения терминала

Вид поставок	Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69	Срок сохраняемости в упаковке и (или) временной противокоррозионной защите, выполненной 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)	3
Внутри страны в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002	С	5 (ОЖ4)	2 (С)	3

5.2 Нормированная температура окружающего воздуха при транспортировании и хранении должна быть от минус 50 °С до плюс 55 °С по ГОСТ ИЕС 61439-1-2013.

5.3 Нижние значения температуры окружающего воздуха при транспортировании и хранении определяется комплектующей аппаратурой и материалами, применяемыми в терминалах.

5.4 Для условий транспортирования в части воздействия механических факторов «Л» допускается общее число перегрузок не более четырех.

5.5 Требования по условиям хранения распространяется на склады изготовителя и потребителя продукции.

5.6 Транспортирование упакованных терминалов может производиться железнодорожным транспортом в крытых вагонах, автотранспортом в крытых автомашинах, воздушным и водным транспортом, в универсальных контейнерах по ГОСТ 18477-79.

5.7 Погрузка, крепление и перевозка терминалов в транспортных средствах должны осуществляться в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта, причем погрузка, крепление и перевозка железнодорожным транспортом должны производиться в соответствии с «Техническими условиями погрузки и крепления грузов» и «Правилами перевозок грузов», утвержденных Министерством путей сообщения.

5.8 Терминал консервации маслами и ингибиторами не подлежит.

6 Утилизация

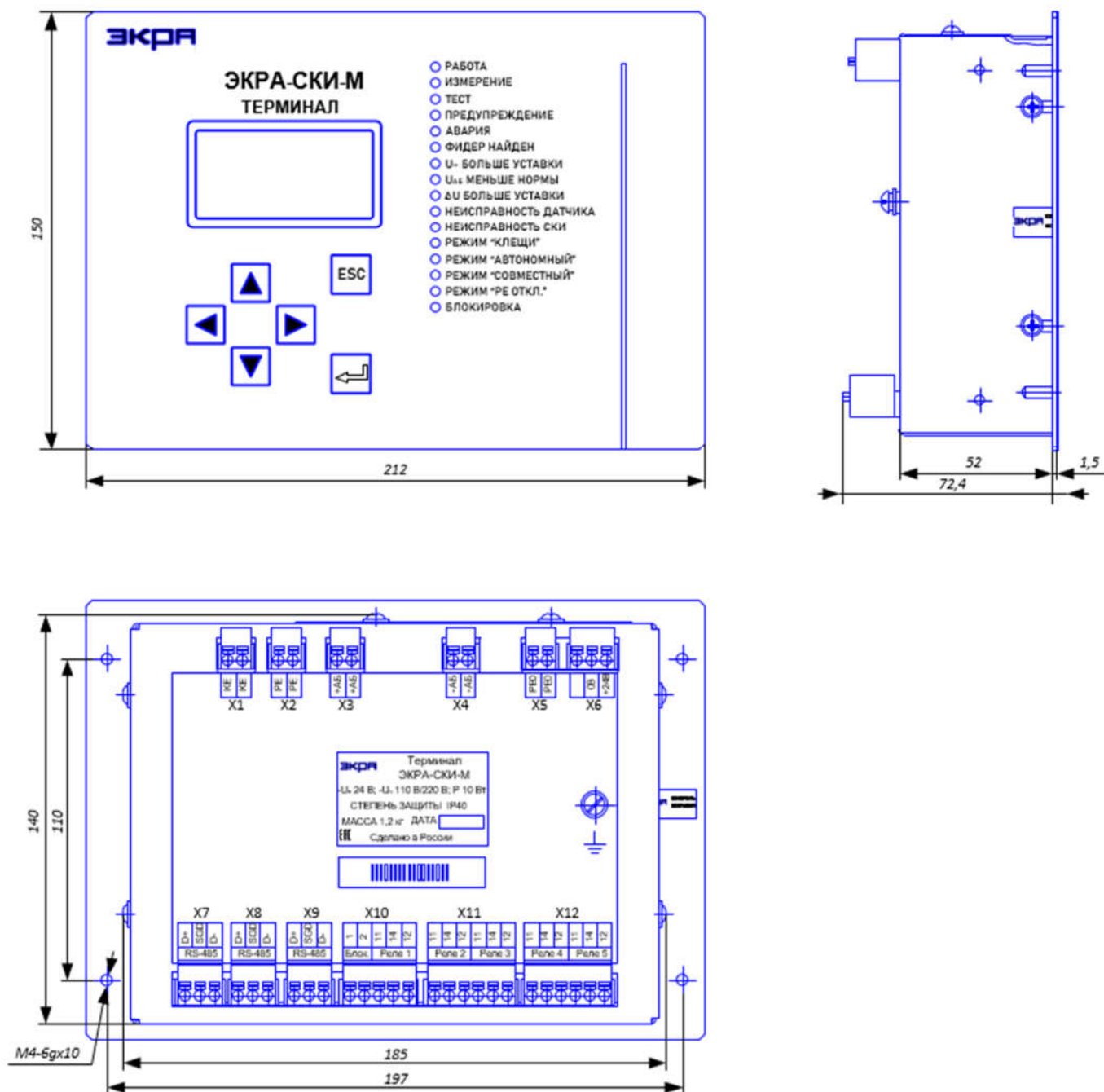
6.1 После снятия с эксплуатации терминал подлежит демонтажу и утилизации. Специальных мер безопасности при демонтаже и утилизации не требуется. Демонтаж и утилизация не требуют специальных приспособлений и инструментов.

6.2 Основным методом утилизации является разборка изделия. При разборке целесообразно разделять материалы по группам. Сведения о содержании драгоценных материалов и цветных металлов приведены в этикетке на терминал.

Приложение А

(обязательное)

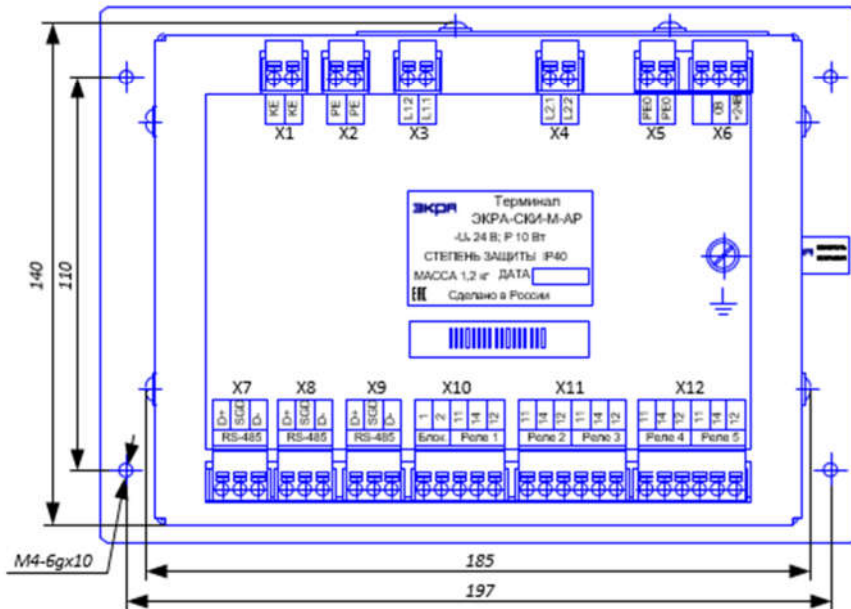
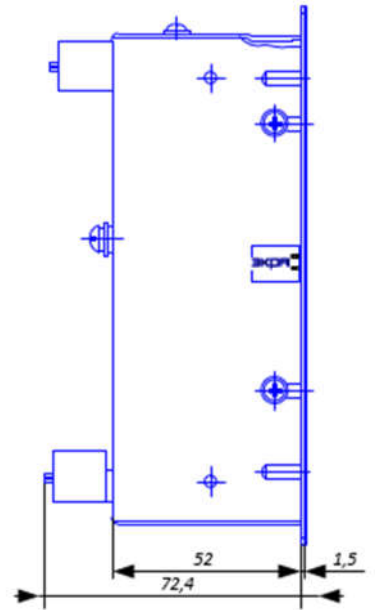
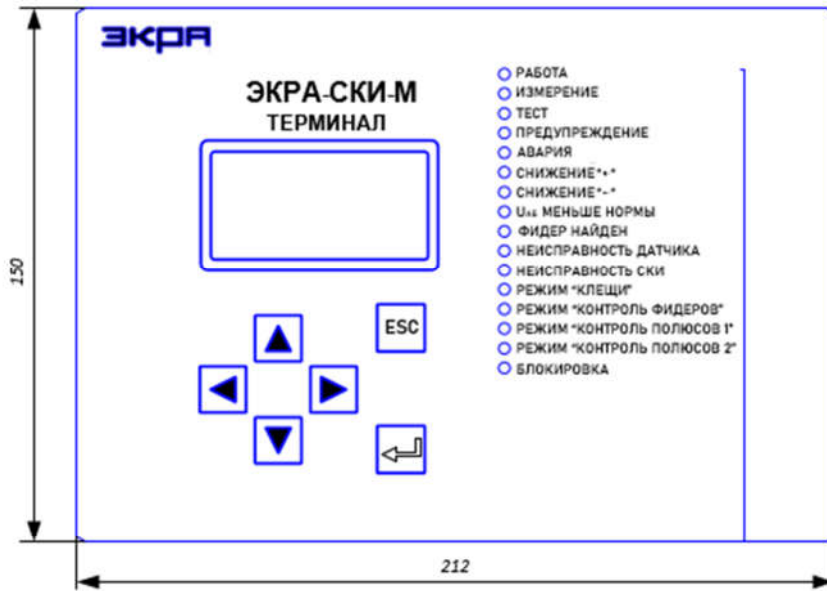
Общий вид, габаритные и установочные размеры и масса терминала



Масса терминала – не более 1,2 кг.

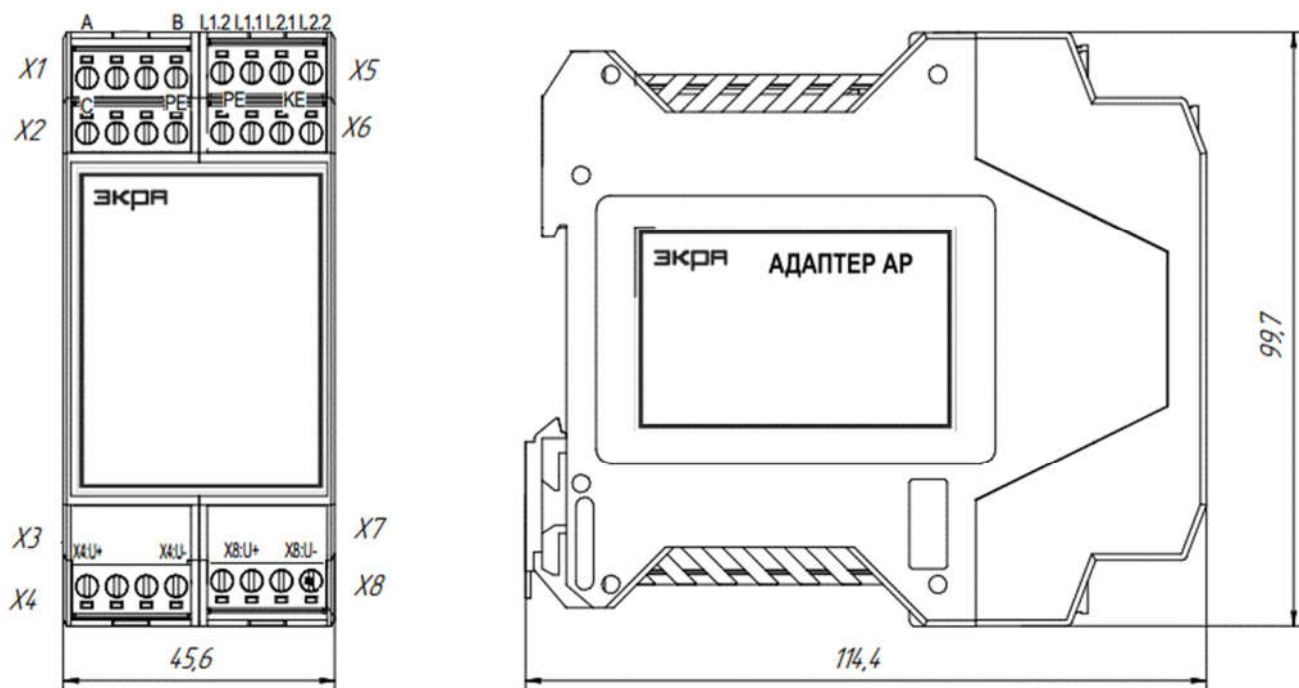
Размеры без предельных отклонений максимальные

Рисунок А.1 – Габаритные и установочные размеры, масса и общий вид терминала ЭКРА-СКИ-М



Размеры без предельных отклонений максимальные

Рисунок А.2 – Габаритные и установочные размеры, масса и общий вид терминала ЭКРА-СКИ-М-АР



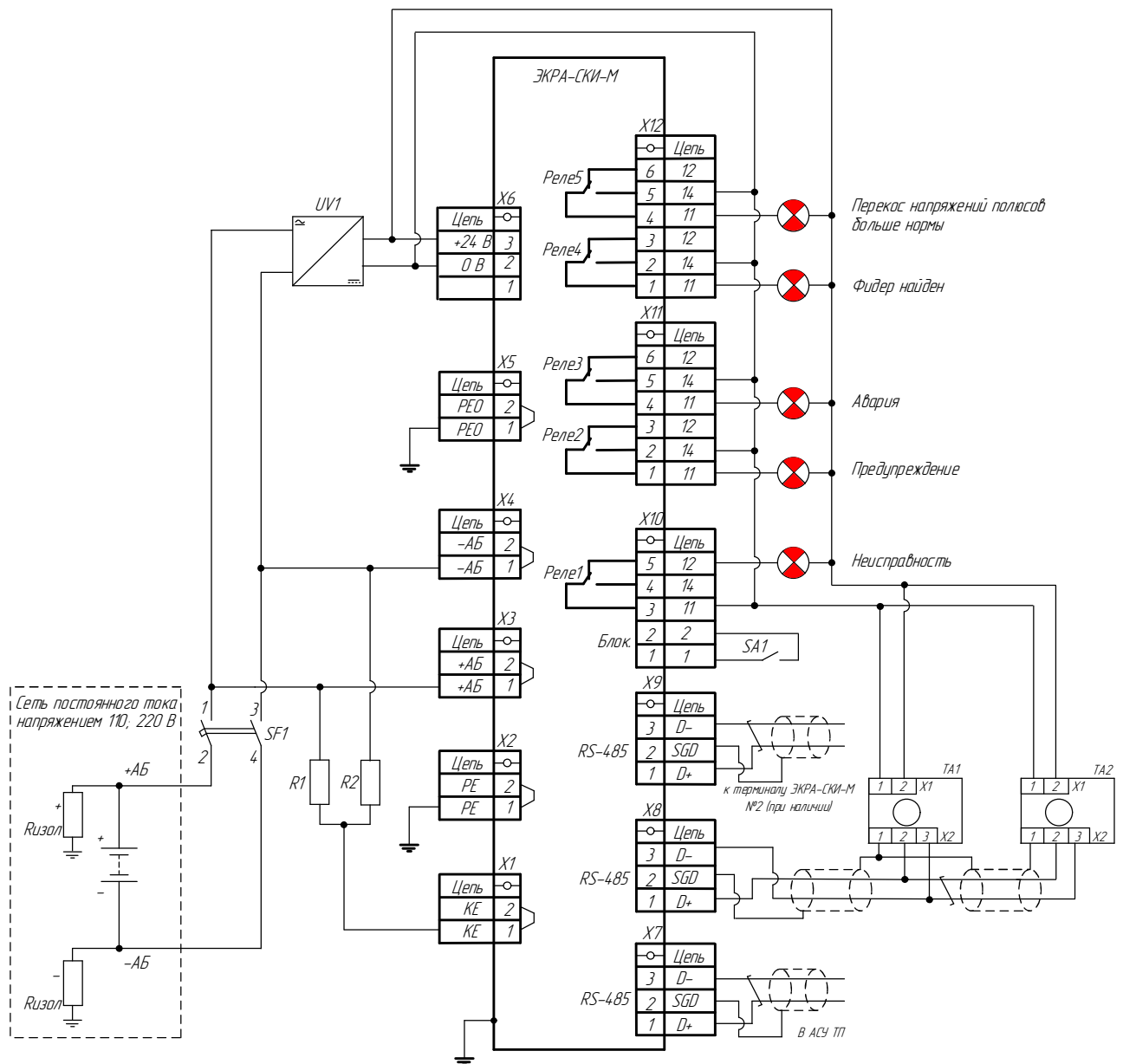
Размеры без предельных отклонений максимальные

Рисунок А.3 – Габаритные размеры и масса адаптера реле типа AP-XX

Приложение Б

(обязательное)

Типовые схемы подключения терминала



UV1 – источник питания постоянного тока 220 В/ 24 В;
R1=10 кОм; R2=10 кОм

Рисунок Б.1 – Пример схемы подключения терминала в сети постоянного тока

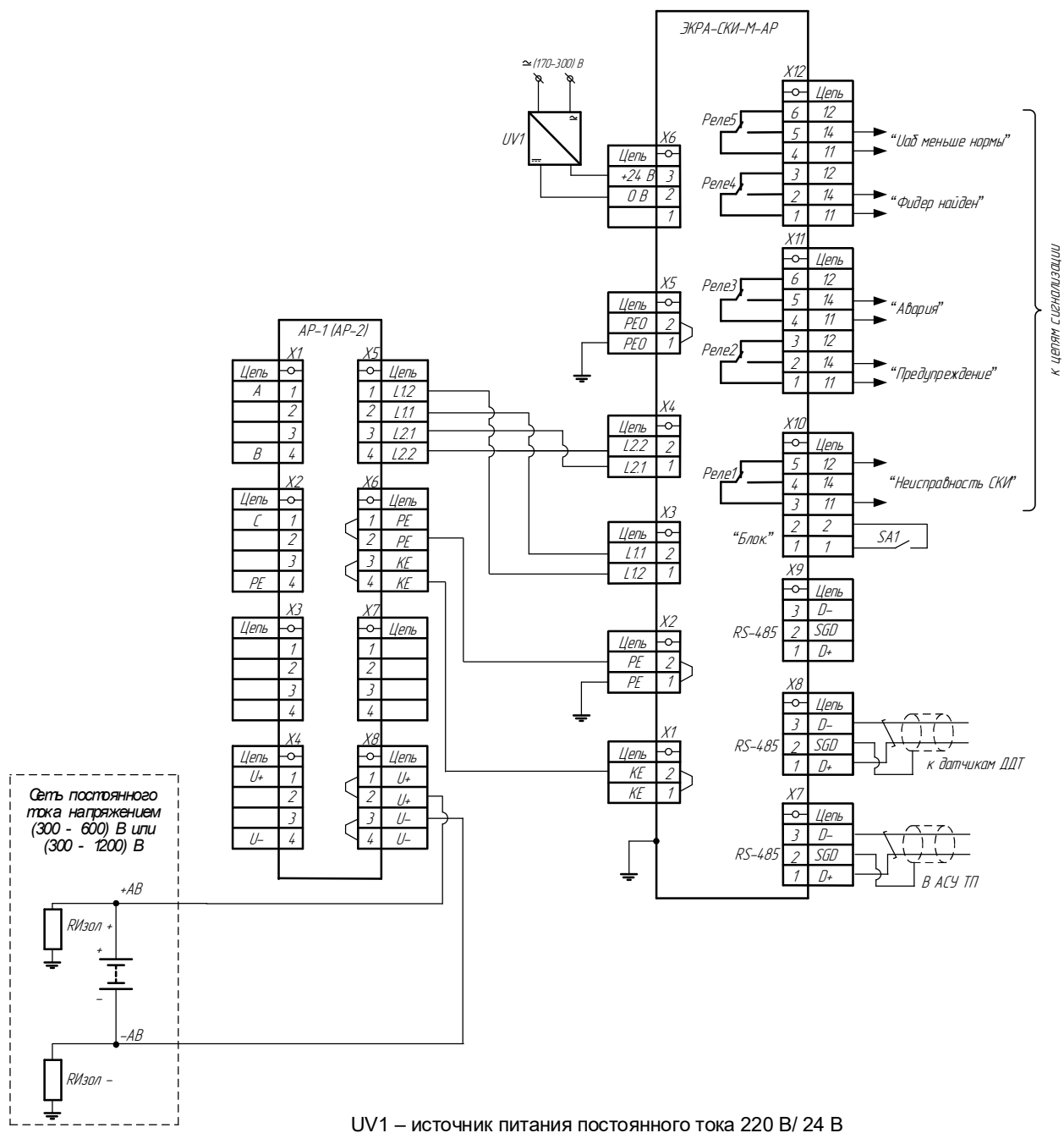
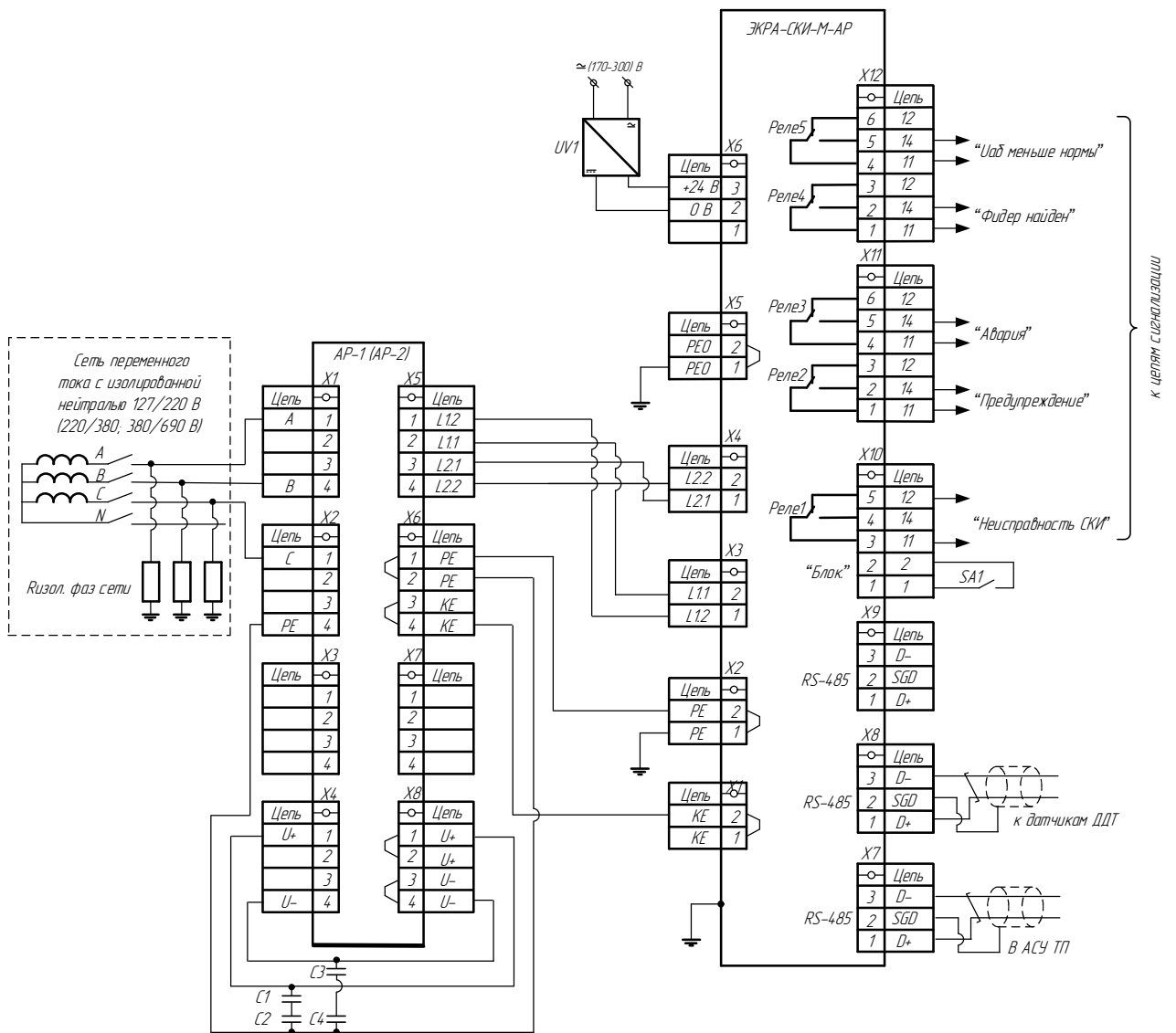


Рисунок Б.2 – Схема подключения терминала ЭКРА-СКИ-М-АР для контроля сопротивления изоляции сети постоянного тока напряжением в диапазоне от 300 до 600 В (от 300 до 1200 В) через адаптер реле AP-1 (AP-2)



UV1 – источник питания постоянного тока 220 В/ 24 В;
 С1, С2, С3 и С4 - конденсаторы МБГО -1 мкФ 400 В

Рисунок Б.3 – Схема подключения терминала ЭКРА-СКИ-М-АР для контроля сопротивления изоляции сети переменного тока с изолированной нейтралью с номинальным напряжением от 127 до 220 В (220/380; 380/690 В) В через адаптер реле AP-1 (AP-2)

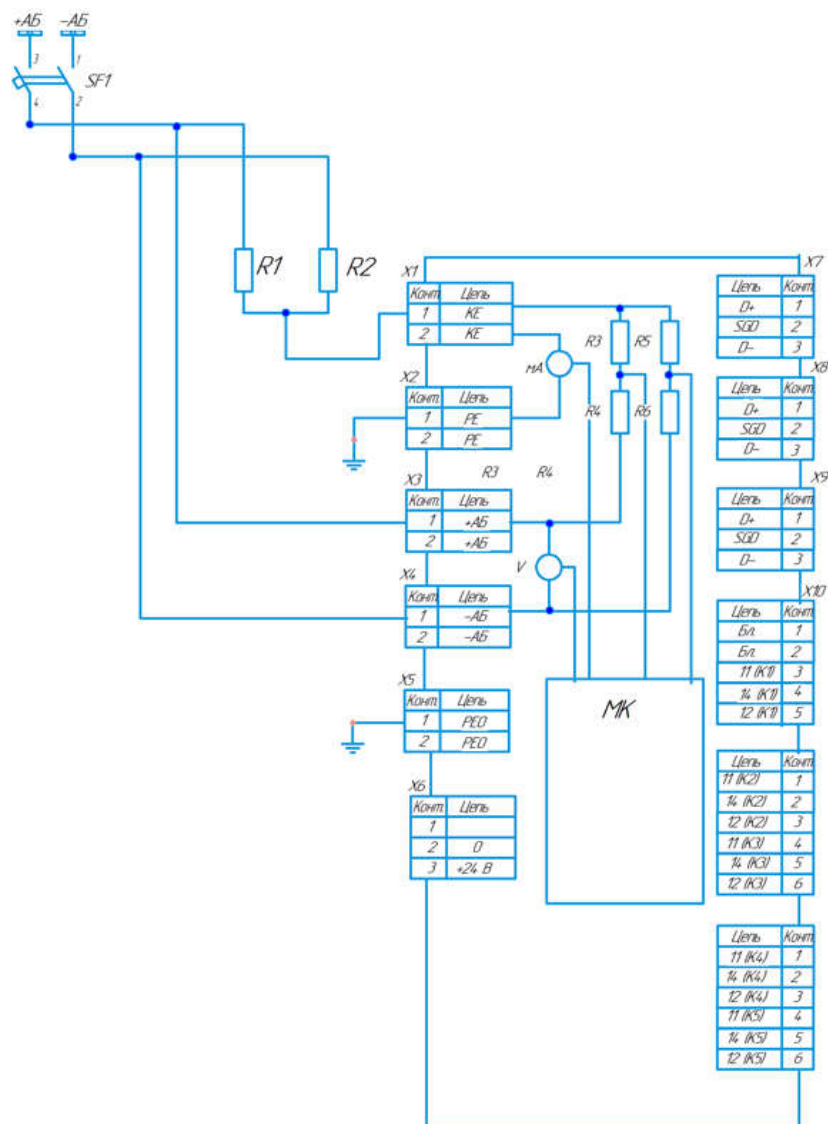


Рисунок Б.4 – Блок-схема терминала

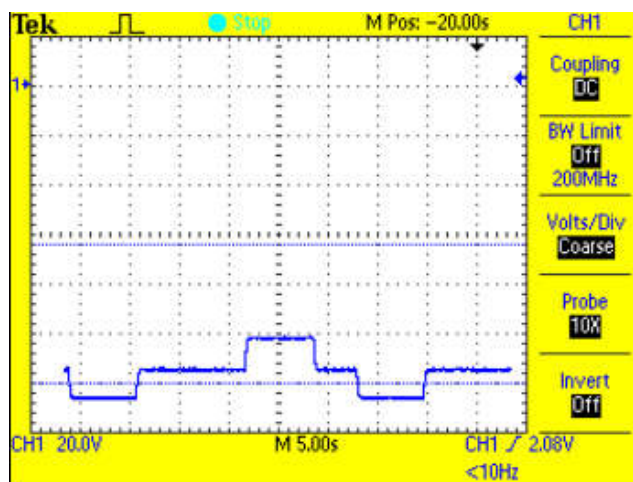


Рисунок Б.5 – Пример осциллограммы напряжения на отрицательном полюсе сети оперативного постоянного тока относительно «земли» в режиме контроля сопротивлений изоляции терминалом

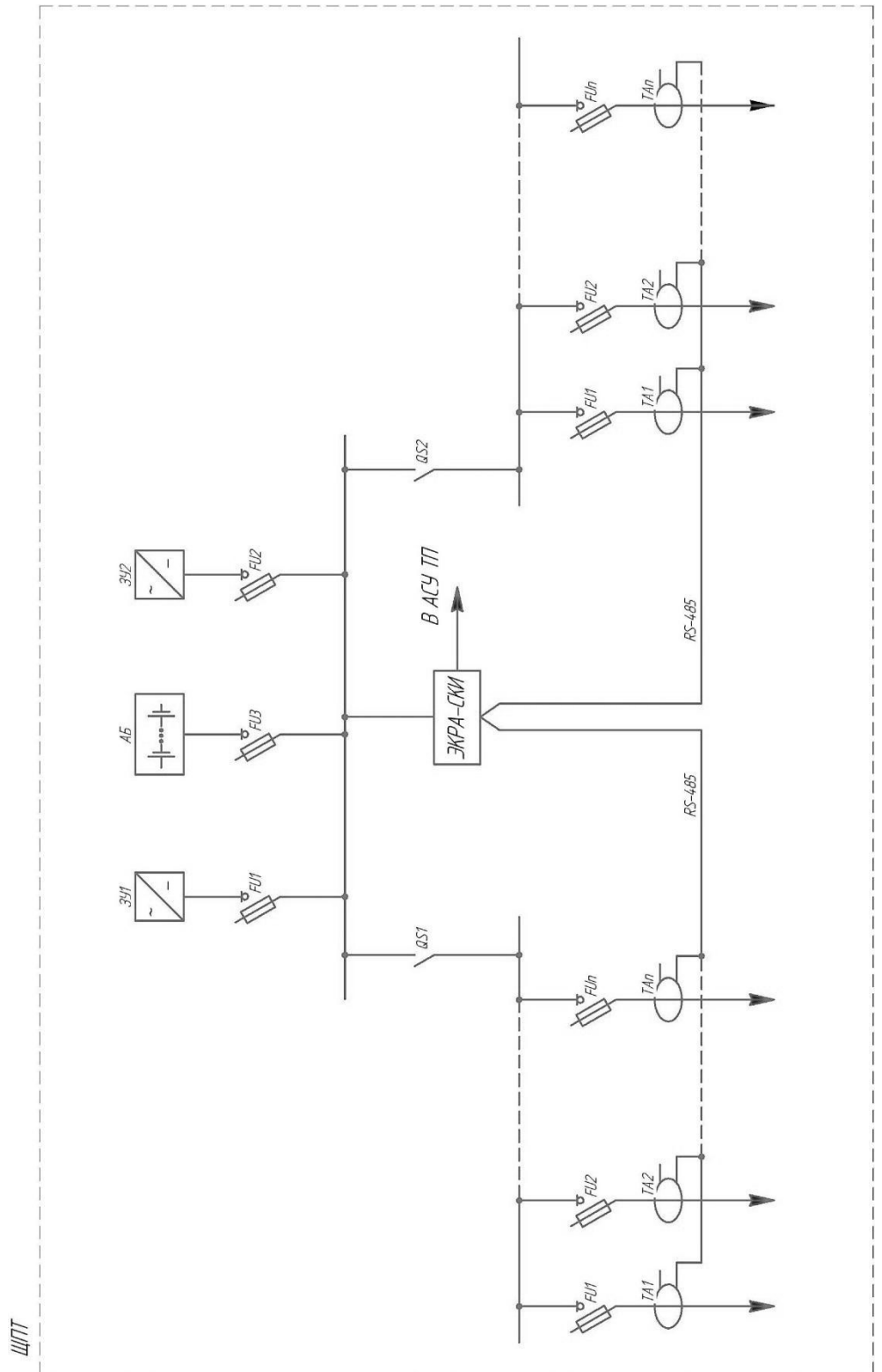


Рисунок Б.6 – Подключение терминала в случае одного ЩПТ

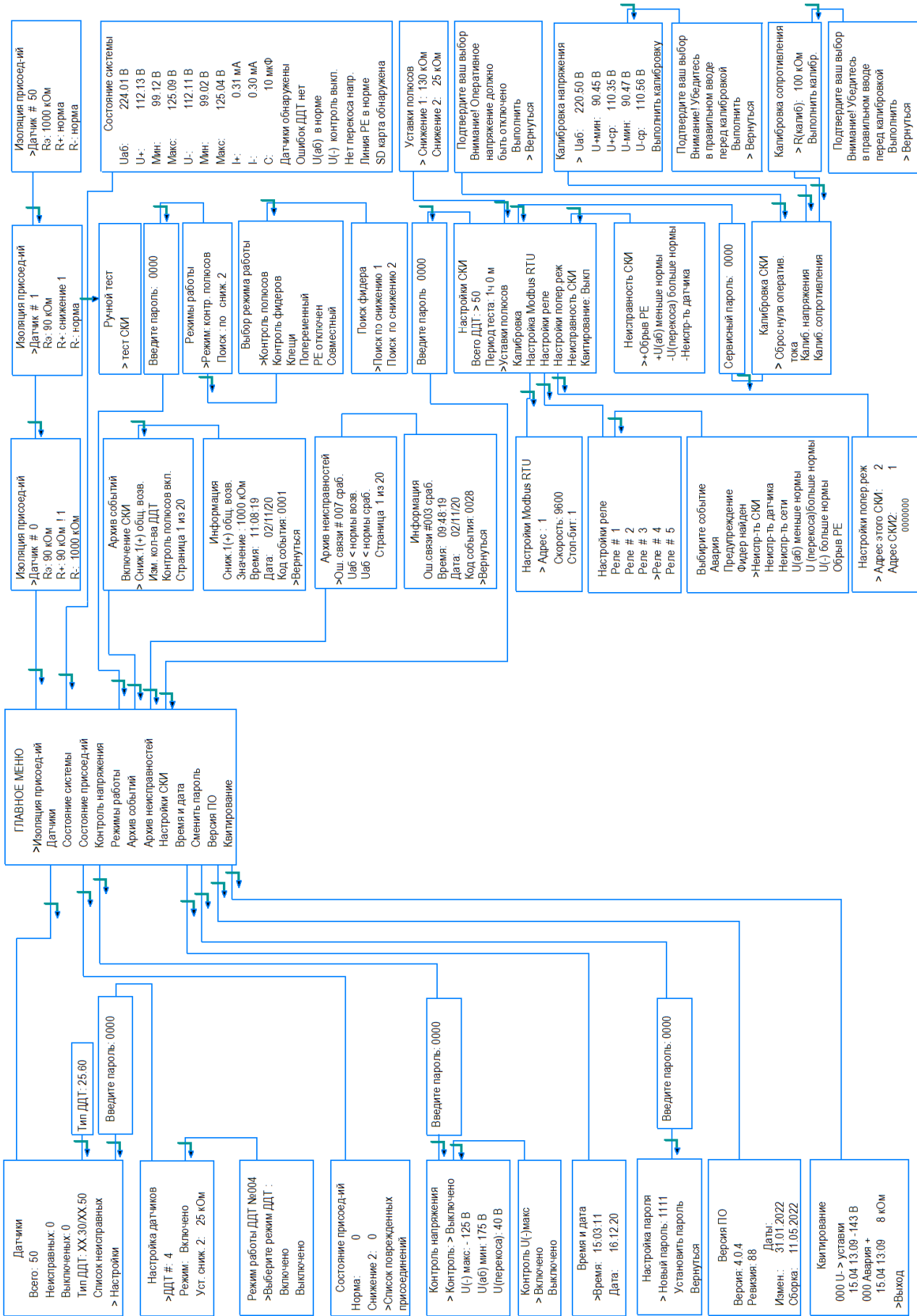


Рисунок Б.7 – Выбор пункта меню лицевой панели терминала ЭКРА-СКИ-М

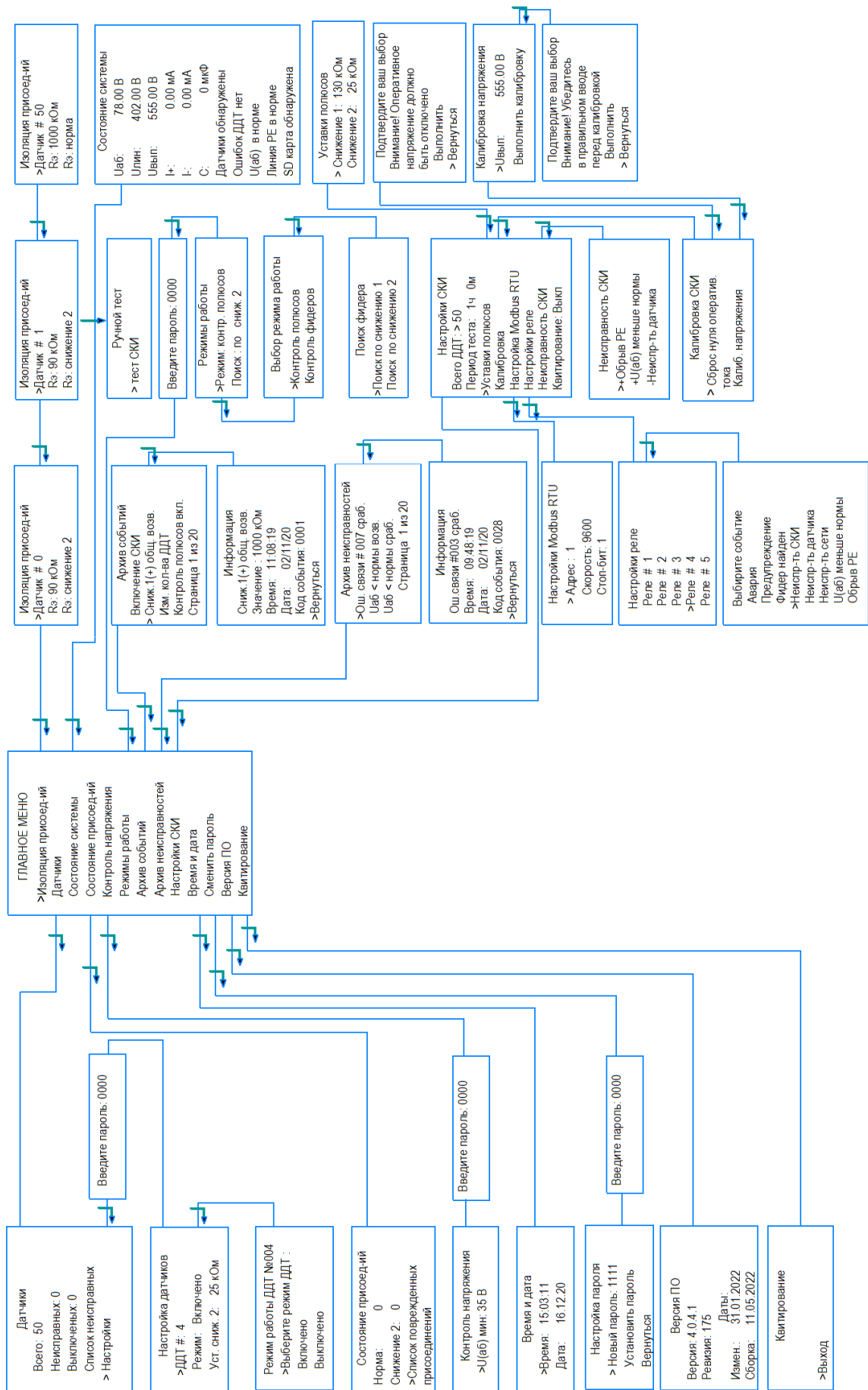


Рисунок Б.8 – Выбор пункта меню лицевой панели терминала ЭКРА-СКИ-M-AP

Приложение В
(рекомендуемое)
Таблицы кодов события

Таблица В.1 – Коды событий

Код события		Название
Срабатыва- ние	Снятие	
0001	8001	Снижение сопротивления ниже первой уставки (уставки предупреждения) по положительному полюсу
0002	8002	Снижение сопротивления ниже первой уставки (уставки предупреждения) по отрицательному полюсу
0003	8003	Снижение сопротивления ниже первой уставки (уставки предупреждения) симметричное
0004	8004	Снижение сопротивления ниже второй уставки (уставки аварии) по положительному полюсу
0005	8005	Снижение сопротивления ниже второй уставки (уставки аварии) по отрицательному полюсу
0006	8006	Снижение сопротивления ниже второй уставки (уставки аварии) симметричное
0007	8007	Неисправность сети (не реализовано)
0008	8008	Обрыв РЕ
0009	8009	Ошибочный ввод пароля
000a	800a	Изменение пароля
000b	800b	Изменение времени
000c	800c	Изменение даты
000d	800d	Изменение количества датчиков
000e	800e	Изменение периода теста
000f	800f	Изменение первой уставки снижения (уставки предупреждения)
0010	8010	Изменение второй уставки снижения (уставки аварии)
0011	8011	Калибровка смещения нуля
0012	8012	Калибровка напряжения
0013	8013	Изменение адреса MODBUS
0014	8014	Изменение скорости RS-485 MODBUS
0015	8015	Изменение количества стоп-бит RS-485 MODBUS
0016	8016	Переключение в режим контроля полюсов
0017	8017	Переключение в режим контроля фидеров
0018	8018	Переключение в совместный режим (не реализовано)
0019	8019	Переключение в режим «Нет РЕ» (не реализовано)
001a	801a	Переключение в режим клещей
001b	801b	Переключение состояние контроля U-
001c	801c	Смена уставки контроля U-
001d	801d	Смена уставки контроля UАБ
001e	801e	Запуск ручного теста СКИ
001f	801f	Включение СКИ
0024	8024	Снижение U _{АБ} ниже уставки
0025	8025	Снижение сопротивления ниже уставки по положительному полюсу на датчике
0026	8026	Снижение сопротивления ниже уставки по отрицательному полюсу на датчике

Код события		Название
Срабатыва- ние	Снятие	
0027	8027	Снижение сопротивления ниже уставки симметричное на датчике
0028	8028	Ошибка связи с датчиком
0029	8029	Переключение состояния датчика (включен/выключен)
002a	802a	Смена уставки снижения датчика
002b	802b	Превышение уставки U-

Приложение Г
(обязательное)

Индикация терминала в рабочих и аварийных режимах

Таблица Г.1 – Индикация на лицевой панели терминала

Индикация	События	Необходимые действия оператора
РАБОТА	Терминал готов к работе	–
ИЗМЕРЕНИЕ	Производятся подключения резисторов терминала к полюсам сети	–
ТЕСТ	Происходит самотестирование терминала и определение параметров сети	–
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ	Снижение сопротивления изоляции полюсов сети ниже первой уставки	На странице меню Состояние присоединений возможно определить номера присоединений с ухудшенной изоляцией при условии, что ухудшение произошло на присоединении, где установлены датчики ДДТ
АВАРИЯ	Снижение сопротивления изоляции полюсов сети ниже второй уставки	
СНИЖЕНИЕ «+»*	Снижение сопротивления изоляции сети ниже уставки «Авария» на положительном полюсе сети	
СНИЖЕНИЕ «-»*	Снижение сопротивления изоляции сети ниже уставки «Авария» на отрицательном полюсе сети	
ФИДЕР НАЙДЕН	В случае снижения сопротивления изоляции сети ниже второй уставки обнаружено снижение по одному или нескольким контролируемым присоединениям, имеется объединение полюсов двух или более присоединений, имеется переменная составляющая дифференциального тока, связанная с работой ЗПУ	На странице меню Состояние присоединений определить номера присоединений с ухудшенной изоляцией, исключить объединение полюсов, исключить переменную составляющую
U _{АБ} МЕНЬШЕ НОРМЫ	Напряжение на клеммах X3, X4 терминала отсутствует, либо меньше 175 В	Проверить напряжение на клеммах X3, X4 терминала
НЕИСПРАВНОСТЬ ДАТЧИКА	<p>Неисправен один или несколько датчиков.</p> <p>Неисправен интерфейс связи между датчиками (обрыв, инверсное подключение, коротка).</p> <p>Пропущен один или несколько адресов или имеются одинаковые адреса датчиков.</p> <p>Обрыв питания датчиков.</p> <p>Объединение по одному или обоим полюсам нескольких датчиков.</p> <p>Если неисправен датчик с номером «0», то возможно обрыв провода в клеммах X3, X4 или неисправен терминал</p>	<p>Проверить наличие связи и правильность подключения.</p> <p>Проверить очередность задания адресов.</p> <p>Определить и устранить неисправность сети или монтажа.</p> <p>Проверить наличие питания у неисправного датчика.</p> <p>Проверить между датчиками на правильное задание адреса с целью исключить одинаковые адреса у датчиков.</p> <p>Исключить объединение по одному или обоим полюсам присоединений «неисправных» датчиков.</p> <p>Замена терминала</p>
U- БОЛЬШЕ УСТАВКИ**	Произошло снижение изоляции на положительном полюсе сети, вследствие чего напряжение на отрицательном полюсе превышает порог уставки. В случае, если «контроль U-: выключен», то подключения резисторов производятся к обоим полюсам, а если «контроль U-: включен», то подключение резистора производится только к отрицательному полюсу	Необходимо устранить ухудшение изоляции по положительному полюсу

Индикация	События	Необходимые действия оператора
ΔU БОЛЬШЕ УСТАВКИ**	Перекас напряжений между полюсами сети превышает порог уставки	Необходимо устранить ухудшение изоляции по положительному полюсу или по отрицательному полюсу
НЕИСПРАВНОСТЬ СКИ	Отсутствует соединение в клемме X2 X5 терминала. Неисправность сети. Объединение полюсов двух аккумуляторных батарей при совместной работе. Напряжение на клеммах X3, X4 терминала отсутствует либо меньше 175 В	Проверить наличие соединения в клеммах X2, X5. Проверить установленные режимы работы терминалов. Устранить объединение полюсов. Проверить напряжение на клеммах X3, X4
РЕЖИМ «КЛЕЩИ»	Использование переносного устройства поиска фидеров ЭКРА-ПКИ для определения присоединений с поврежденной изоляцией, на которых не установлены датчики дифференциального тока для оперативного поиска фидеров	После завершения работы с переносным устройством поиска фидеров ЭКРА-ПКИ вернуть терминал в один из рабочих режимов
РЕЖИМ «АВТОНОМНЫЙ»**	Автономная работа терминала в сети с одной аккумуляторной батареей в режиме «Контроль полюсов» или «Контроль фидеров»	–
РЕЖИМ «СОВМЕСТНЫЙ»**	Совместная работа двух терминалов в сети с двумя аккумуляторными батареями	–
РЕЖИМ «РЕ ОТКЛ.»**	Данный режим устанавливается для терминала при объединении полюсов щитов постоянного тока в сети, где установлен терминал работающий в режиме совместной работы	–
РЕЖИМ «КОНТРОЛЬ ФИДЕРОВ»*	Работа терминала в сети с одной аккумуляторной батареей в режиме «Контроль фидеров»	–
РЕЖИМ «КОНТРОЛЬ ПОЛЮСОВ 1»*	Работа терминала в сети с одной аккумуляторной батареей в режиме «Контроль полюсов», а также в дополнительном режиме «Поиск по снижению 1»	–
РЕЖИМ «КОНТРОЛЬ ПОЛЮСОВ 2»*	Работа терминала в сети с одной аккумуляторной батареей в режиме «Контроль полюсов», а также в дополнительном режиме «Поиск по снижению 2»	–
БЛОКИРОВКА	Блокировка работы терминала с целью исключения влияния на сеть оперативного тока	–
* Только на лицевой панели терминалов ЭКРА-СКИ-М-АР. ** Только на лицевой панели терминалов ЭКРА-СКИ-М.		

Приложение Д
(рекомендуемое)

Таблица описания регистров Modbus RTU терминала

Таблица Д.1 – Описание регистров терминала для протокола Modbus RTU

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Дес	Hex					
0	0x0	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
1	0x1	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
2	0x2	Напряжение на положительном полюсе сети (максимальное, целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения положительного полюса сети относительно «земли» при замыкании отрицательного полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1	В	uint16_t
3	0x3	Напряжение положительного полюса сети (максимальное, дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения положительного полюса сети относительно «земли» при замыкании отрицательного полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001	В	uint16_t
4	0x4	Напряжение на положительном полюсе сети (среднее, целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения положительного полюса сети относительно «земли» без замыкания реле. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1	В	uint16_t
5	0x5	Напряжение положительного полюса сети (среднее, дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения положительного полюса сети относительно «земли» без замыкания реле. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001	В	uint16_t
6	0x6	Напряжение на положительном полюсе сети (минимальное, целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения положительного полюса сети относительно «земли» при замыкании положительного полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1	В	uint16_t
7	0x7	Напряжение положительного полюса сети (минимальное, дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения положительного полюса сети относительно «земли» при замыкании положительного полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001	В	uint16_t
8	0x8	Ток I+ (целая часть)	0x03	Измеренный ток утечки при замыкании реле на положительном полюсе с множителем 0,001 (500 соответствует 0,5 А)	А	uint16_t
9	0x9	Напряжение на отрицательном полюсе сети (максимальное, целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения отрицательного полюса сети относительно «земли» при замыкании положительного полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1	В	uint16_t

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Dec	Hex					
10	0xA	Напряжение отрицательного полюса сети (максимальное, дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения отрицательного полюса сети относительно «земли» при замыкании положительного полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001	B	uint16_t
11	0xB	Напряжение на отрицательном полюсе сети (среднее, целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения отрицательного полюса сети относительно «земли» без замыкания реле. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1	B	uint16_t
12	0xC	Напряжение отрицательного полюса сети (среднее, дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения отрицательного полюса сети относительно «земли» без замыкания реле. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001	B	uint16_t
13	0xD	Напряжение на отрицательном полюсе сети (минимальное, целая часть)	0x03	Целая часть значения напряжения отрицательного полюса сети относительно «земли» при замыкании отрицательного полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1	B	uint16_t
14	0xE	Напряжение отрицательного полюса сети (минимальное, дробная часть)	0x03	Дробная часть значения напряжения отрицательного полюса сети относительно «земли» при замыкании отрицательного полюса на «землю» через встроенный в реле резистор. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001	B	uint16_t
15	0xF	Ток I- (целая часть)	0x03	Измеренный ток утечки при замыкании реле на отрицательном полюсе с множителем 0,001 (500 соответствует 0,5 А)	A	uint16_t
16	0x10	Сопротивление изоляции сети	0x03	Значение эквивалентного (полного) сопротивления изоляции контролируемой сети относительно «земли»	кОм	uint16_t
17	0x11	Сопротивление положительного полюса сети	0x03	Значение сопротивления изоляции положительного полюса сети относительно «земли»	кОм	uint16_t
18	0x12	Сопротивление отрицательного полюса сети	0x03	Значение сопротивления изоляции отрицательного полюса сети относительно «земли»	кОм	uint16_t
19	0x13	Емкость сети	0x03	Значение емкости контролируемой сети относительно «земли».	мкФ	uint16_t
20	0x14	Перекас напряжений (целая часть)	0x03	Целая часть перекаса напряжений сети постоянного тока. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 1	B	uint16_t
21	0x15	Перекас напряжений (дробная часть)	0x03	Дробная часть перекаса напряжений сети постоянного тока. Значение напряжения в регистре указывается в вольтах с множителем 0,001	B	uint16_t
22	0x16	Регистр состояния 1	0x03	Описание приведено в таблице Б.2	-	uint16_t
23	0x17	Регистр состояния 2	0x03	Описание приведено в таблице Б.3	-	uint16_t
24	0x18	Общее количество датчиков ДДТ в сети	0x03	Текущее значение количество датчиков ДДТ, подключенных к терминалу. Общее количество задается через настройки терминала СКИ	-	uint16_t
25	0x19	Количество выключенных датчиков ДДТ	0x03	Текущее значение выключенных датчиков ДДТ	-	uint16_t

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Дес	Hex					
26	0x1A	Количество неисправных датчиков ДДТ	0x03	Текущее значение неисправных датчиков ДДТ	-	uint16_t
27	0x1B	Количество датчиков ДДТ со снижением 1-ой уставки	0x03	Текущее значение датчиков ДДТ, сопротивление которых ниже уставки 1	-	uint16_t
28	0x1C	Количество датчиков ДДТ со снижением 2-ой уставки	0x03	Текущее значение датчиков ДДТ, сопротивление которых ниже уставки 2	-	uint16_t
29	0x1D	Значение 1-ой уставки сети	0x03	Текущее значение 1-ой уставки сети	кОм	uint16_t
30	0x1E	Значение 2-ой уставки сети	0x03	Текущее значение 2-ой уставки сети	кОм	uint16_t
31	0x1F	Период теста СКИ	0x03	Текущее значение периода теста СКИ в минутах		uint16_t
32	0x20	Текущий режим работы	0x03	Регистр содержит значение текущего режима работы терминала СКИ. Регистр принимает следующие значения: 1 – «Контроль полюсов»; 2 – «Контроль фидеров»; 3 – «Совместный»; 4 – «РЕ отключен»; 5 – «Клещи»	-	uint16_t
33	0x21	Значение уставки U(-)	0x03	Текущее значение уставки U(-)	B	uint16_t
34	0x22	Значение уставки Uаб(мин)	0x03	Текущее значение уставки Uаб(мин)	B	uint16_t
35	0x23	Блокировка	0x03	0 – «Терминал в работе» 1 – «Работа терминала заблокирована»	-	uint16_t
36... 99	0x24 ... 0x63	Зарезервировано	-	Зарезервировано	-	-
100	0x64	Сопротивление присоединения, измеренное датчиком ДДТ № 1	0x03	Рассчитанное сопротивление изоляции присоединения	кОм	uint16_t
101	0x65	Сопротивление присоединения, измеренное датчиком ДДТ № 2	0x03	Рассчитанное сопротивление изоляции присоединения	кОм	uint16_t
102... 353	0x66 ... 0x161	Сопротивление присоединения, измеренное датчиком ДДТ № 2...№ 254	0x03	Рассчитанное сопротивление изоляции присоединения	кОм	uint16_t
354	0x162	Сопротивление присоединения, измеренное датчиком ДДТ № 255	0x03	Рассчитанное сопротивление изоляции присоединения	кОм	uint16_t
356	0x163	Значение уставки снижения № 2 для датчика ДДТ № 1	0x03	Текущее значение уставки снижения № 2 для датчика ДДТ № 1	кОм	uint16_t
357	0x164	Значение уставки снижения № 2 для датчика ДДТ № 2	0x03	Текущее значение уставки снижения № 2 для датчика ДДТ № 2	кОм	uint16_t
358 ... 610	0x165 ... 0x262	Значение уставки снижения № 2 для датчика ДДТ № 2...№ 254	0x03	Текущее значение уставки снижения № 2 для датчика ДДТ № 2...№ 254	кОм	uint16_t

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Dec	Hex					
611	0x263	Значение уставки снижения № 2 для датчика ДДТ № 255	0x03	Текущее значение уставки снижения № 2 для датчика ДДТ № 255	кОм	int16_t
612	0x264	Снижение сопротивления присоединения ниже 1-ой уставки. Датчики ДДТ № 1-16	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 1ой уставки	-	int16_t
613	0x265	Снижение сопротивления присоединения ниже 1-ой уставки. Датчики ДДТ № 17-32	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 1-ой уставки	-	int16_t
614 ... 626	0x266 ... 0x272	Снижение сопротивления присоединения ниже 1-ой уставки. Датчики ДДТ № 33-48... № 225-240	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 1-ой уставки	-	int16_t
627	0x273	Снижение сопротивления присоединения ниже 1-ой уставки. Датчики ДДТ № 241-255	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 1-ой уставки	-	int16_t
628	0x274	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки. Датчики ДДТ № 1-16	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки	-	int16_t
629	0x275	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки. Датчики ДДТ № 17-32	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки	-	int16_t
630 ... 642	0x276 ... 0x282	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки. Датчики ДДТ № 33-48 ... № 225-240	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки	-	int16_t
643	0x283	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки. Датчики ДДТ № 241-255	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки	-	int16_t
644	0x284	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки на «плюсе». Датчики ДДТ № 1-16	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки и снижение на положительном полюсе	-	int16_t
645	0x285	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки на «плюсе». Датчики ДДТ № 17-32	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки и снижение на положительном полюсе	-	int16_t
646 ... 658	0x286 ... 0x292	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита.	-	int16_t

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Дес	Hex					
		уставки на «плюсе». Датчики ДДТ № 33-48 ... № 225-240		Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки и снижение на положительном полюсе		
659	0x293	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки на «плюсе». Датчики ДДТ № 241-255	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки и снижение на положительном полюсе	-	int16_t
660	0x294	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки на «минусе». Датчики ДДТ № 1-16	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки и снижение на отрицательном полюсе	-	int16_t
661	0x295	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки на «минусе». Датчики ДДТ № 17-32	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки и снижение на отрицательном полюсе	-	int16_t
662 ... 674	0x296 ... 0x2A2	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки на «минусе». Датчики ДДТ № 33-48... № 225-240	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки и снижение на отрицательном полюсе	-	int16_t
675	0x2A3	Снижение сопротивления присоединения ниже 2-ой уставки на «минусе». Датчики ДДТ № 241-255	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит сопротивление присоединения ниже 2-ой уставки и снижение на отрицательном полюсе	-	int16_t
676	0x2A4	Ошибка датчика ДДТ. Датчики ДДТ № 1-16	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит присутствует ошибка датчика ДДТ	-	int16_t
677	0x2A5	Ошибка датчика ДДТ. Датчики ДДТ № 17-32	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит присутствует ошибка датчика ДДТ	-	int16_t
678 ... 690	0x2A6 ... 0x2B2	Ошибка датчика ДДТ. Датчики ДДТ № 33-48... № 225-240	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит присутствует ошибка датчика ДДТ	-	int16_t
691	0x2B3	Ошибка датчика ДДТ. Датчики ДДТ № 241-255	0x04	Бит-маска состояния присоединений. Порядок датчиков идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит присутствует ошибка датчика ДДТ	-	int16_t
692	0x2B4	Состояние работы датчика (Вкл./Выкл.). Датчики ДДТ № 1-16	0x04	Бит-маска состояния работы присоединений. Порядок датчиков ДДТ идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит датчик ДДТ включен	-	int16_t

Адрес		Название регистра	Функция	Описание регистра	Ед. изм.	Тип данных
Dec	Hex					
693	0x2B5	Состояние работы датчика (Вкл./Выкл.). Датчики ДДТ № 17-32	0x04	Бит-маска состояния работы присоединений. Порядок датчиков ДДТ идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит датчик ДДТ включен	-	int16_t
694 ... 706	0x2B6 ... 0x2C2	Состояние работы датчика (Вкл./Выкл.). Датчики ДДТ № 33-48... № 225-240	0x04	Бит-маска состояния работы присоединений. Порядок датчиков ДДТ идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит датчик ДДТ включен	-	int16_t
707	0x2C3	Состояние работы датчика (Вкл./Выкл.). Датчики ДДТ № 241-255	0x04	Бит-маска состояния работы присоединений. Порядок датчиков ДДТ идет по возрастанию с младшего бита. Если бит равен логической 1, значит датчик ДДТ включен	-	int16_t

Таблица Д.2 – Описание регистра состояния №1 терминала для протокола Modbus RTU

№ бита в регистре	Название	Описание
0	Авария (уставка 2)	«0» – Сопротивление изоляции контролируемой сети относительно «земли» выше уставки «Авария» «1» – Сопротивление изоляции контролируемой сети относительно «земли» ниже уставки «Авария»
1	Предупреждение (уставка 1)	«0» – Сопротивление изоляции контролируемой сети относительно «земли» выше уставки «Предупреждение» «1» – Сопротивление изоляции контролируемой сети относительно «земли» ниже уставки «Предупреждение»
2	Фидер найден	«0» – Фидер не найден «1» – Фидер найден
3	Неисправность датчика ДДТ	«0» – Датчики ДДТ исправны «1» – Хотя бы один из датчиков ДДТ не исправен
4	Низкое напряжение U_{AB}	«0» – Напряжение U_{AB} выше минимально-допустимого значения «1» – Напряжение U_{AB} ниже минимально-допустимого значения
5	Перекас напряжений больше нормы	«0» - Перекас напряжений в пределах нормы «1» - Перекас напряжений больше нормы
6	Напряжение на минусе больше нормы	«0» – Напряжение на минусе в пределах нормы «1» – Напряжение на минусе больше нормы
7	Обрыв РЕ	«0» – Обрыв РЕ нет «1» – Обрыв РЕ
8-15	Зарезервировано	Зарезервировано

Таблица Д.3 – Описание регистра состояния №2 терминала для протокола Modbus RTU

№ бита в регистре	Название	Описание
1-7	Зарезервировано	Зарезервировано
8	Неисправность	«0» – Устройство исправно «1» – Устройство неисправно
9-15	Зарезервировано	Зарезервировано

Приложение Е
(рекомендуемое)

**Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для
проведения эксплуатационных проверок**

Таблица Е.1

Контролируемый параметр	Диапазон измеряемых (контролируемых) величин	Рекомендуемое оборудование ¹⁾	
		Наименование	Основные технические характеристики
Температура, влажность, давление	(25 ± 10) °С; от 45 % до 80 %; (84,0 – 106,7) кПа	Прибор комбинированный Testo 622	(-10...+60) °С, ПГ ± 0,4 °С; (10 – 95) %, ПГ ± 3 %; (300 – 1200) гПа, ПГ ± 5 гПа
Сопrotивление изоляции	св. 1 МОм; св. 1000 МОм	Мегаомметр Е6-24	10 кОм – 9,99 ГОм; ПГ ± (3 % + 3 е.м.р.); U _{тест} = 500; 1000; 2500 В
Электрическая прочность изоляции	2 кВ	Устройство пробивного напряжения TOS 5051A	до 5 кВ; ПГ ± 3 %
Защитное заземление	0,1 Ом	Мультиметр цифровой АРРА-91	0,1 мВ – 1000 В; ПГ ± (0,5 % + 1 е.м.р.); — U 0,1 мВ – 750 В; ПГ ± (1,3 % + 4 е.м.р.); ~ U 0,1 мкА – 20 А; ПГ ± (1,0 % + 1 е.м.р.); — I ПГ ± (1,5 % + 3 е.м.р.); ~ I 0,1 Ом – 20 МОм; ПГ ± (0,8 % + 1 е.м.р.)
		Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-51	(0,15 – 60) А; ПГ ± 0,5 % (0,05 – 240) В; ПГ ± 0,5 %
Режимы работы, характеристики	(0 – 100) мА; (0 – 300) В	Мультиметр цифровой АРРА-91	0,1 мВ – 1000 В; ПГ ± (0,5 % + 1 е.м.р.); — U 0,1 мВ – 750 В; ПГ ± (1,3 % + 4 е.м.р.); ~ U 0,1 мкА – 20 А; ПГ ± (1,0 % + 1 е.м.р.); — I ПГ ± (1,5 % + 3 е.м.р.); ~ I 0,1 Ом – 20 МОм; ПГ ± (0,8 % + 1 е.м.р.)
		Осциллограф электронный TDS 2024B	(0 – 200) МГц; погрешность установки K _{откл.} ± 3 %
		Источник питания постоянного тока GPR-30H10D	(0 – 300) В; ПГ ± (0,005·U _{уст} + 0,2 В), где U _{уст} – устанавливаемое значение выходного напряжения, В (0 – 1) А; ПГ ± (0,005·I _{уст} + 0,02 А), где I _{уст} – устанавливаемое значение выходного тока, А
		Магазин сопротивлений МСР-63	(0,01 – 111111,1) Ом; ПГ ± 0,05 %
		Блок добавочных резисторов БР-1	(100 – 900) кОм; ПГ ± 0,5 %
¹⁾ Допускается применение других средств измерений и оборудования, аналогичных по своим техническим и метрологическим характеристикам и обеспечивающих заданные режимы испытаний.			

Приложение Ж
(справочное)

**Пример расчета эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети
оперативного постоянного тока**

Примеры расчета эквивалентного сопротивления изоляции полюсов сети оперативного постоянного тока с помощью данных напряжений и токов в меню **Состояние системы**.

Ж.1 Пусть снижение сопротивления изоляции по положительному полюсу $R_{из+} = 20$ кОм.

Показания терминала/панели оператора: $U_{AB} = 220$ В;

минимальное $U_+ = 80$ В;

$$I_+ = 4 \text{ мА};$$

минимальное $U_- = 116$ В;

$$I_- = 5,2 \text{ мА}.$$

$$\text{Вычисляем } R_{эКВ} = (220 - 80 - 116) / |4 - 5,2| = 20 \text{ кОм}.$$

Ж.2 Пусть снижение сопротивление изоляции по отрицательному полюсу $R_{из-} = 20$ кОм. Показания терминала/панели оператора: $U_{AB} = 220$ В;

минимальное $U_+ = 116$ В;

$$I_+ = -5,2 \text{ мА};$$

минимальное $U_- = 80$ В;

$$I_- = -4 \text{ мА}.$$

$$\text{Вычисляем } R_{эКВ} = (220 - 116 - 80) / |-5,2 + 4| = 20 \text{ кОм}.$$

Ж.3 Пусть симметричное снижение изоляции по обоим полюсам: $R_{из+} = 20$ кОм, $R_{из-} = 20$ кОм.

Показание приборов: $U_{AB} = 220$ В;

минимальное $U_+ = 100$ В;

$$I_+ = -1 \text{ мА};$$

минимальное $U_- = 100$ В;

$$I_- = 1 \text{ мА}.$$

$$\text{Вычисляем } R_{эКВ} = (220 - 100 - 100) / |-1 - 1| = 10 \text{ кОм}.$$

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1					64				03.2023