



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

27.12.31.000

**ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ РПН**  
**ШЭ2607 156 (ШЭ2607 157)**  
**(версии программного обеспечения 605170, 605570)**

Руководство по эксплуатации  
ЭКРА.656453.156РЭ



Редакция от 17.11.2022

Авторские права на данную документацию принадлежат ООО НПП «ЭКРА» (г. Чебоксары).  
Снятие копий или перепечатка разрешается только по соглашению с разработчиком.

**ВНИМАНИЕ!**

**ДО ИЗУЧЕНИЯ НАСТОЯЩЕГО РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ШКАФ  
НЕ ВКЛЮЧАТЬ!**

## Содержание

1 Описание и работа изделия.....	6
1.1 Назначение шкафа .....	6
1.2 Основные технические данные и характеристики шкафа .....	8
1.3 Общие характеристики шкафа.....	9
1.4 Технические требования к устройствам и защитам шкафа .....	12
1.5 Основные технические данные и характеристики терминала .....	17
1.6 Конструктивное выполнение .....	20
1.7 Устройство и работа шкафа.....	21
1.8 Принцип действия шкафа .....	32
1.9 Средства измерений, инструмент и принадлежности .....	33
1.10 Маркировка и пломбирование .....	33
1.11 Упаковка .....	34
2 Использование по назначению .....	35
2.1 Эксплуатационные ограничения.....	35
2.2 Подготовка шкафа к использованию .....	35
2.3 Возможные неисправности и методы их устранения .....	44
3 Техническое обслуживание шкафа .....	45
3.1 Общие указания.....	45
3.2 Меры безопасности .....	46
3.3 Проверка работоспособности (эксплуатационные проверки).....	46
4 Транспортирование и хранение.....	47
5 Утилизация.....	48
Приложение А (обязательное) Формы карт заказа .....	62
Приложение Б (обязательное) Перечень осциллографируемых и регистрируемых дискретных сигналов.....	67
Приложение В (справочное) Сведения о содержании цветных металлов.....	73
Приложение Г (рекомендуемое) Перечень оборудования и средств измерений, необходимых.....	74
для проведения эксплуатационных проверок устройства .....	74
Приложение Д (справочное) Механическое крепление и заземление экранов внешних кабелей .....	75
Приложение Е (справочное) Выбор автоматического выключателя в цепи оперативного постоянного тока .....	76
Приложение Ж (справочное) Методика проверки самопроизвольного переключения РПН .....	77
Перечень принятых сокращений и обозначений .....	81

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на шкаф регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой ШЭ2607 156, ШЭ2607 157 (далее - шкаф) и содержит необходимые сведения по эксплуатации, обслуживанию и регулированию параметров шкафа.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3433-016-20572135-2000 "Шкафы защит присоединений напряжением 110 и 220 кВ серии ШЭ2607".

Версии программного обеспечения для терминала:

БЭ2502А0501	без поддержки серии стандартов МЭК 61850	605170
	с поддержкой серии стандартов МЭК 61850	605570

Каждый шкаф выполняется по индивидуальной карте заказа (см. приложение А, форма А.1). Заказ внешнего программного обеспечения и оборудования связи для построения локальной сети из терминалов БЭ2502 следует осуществлять для энергетического объекта в целом. Форма карты заказа внешнего программного обеспечения и оборудования связи с рекомендациями по выбору, кратким описанием характеристик, назначения и области применения приведены в приложении А, форма А.2 настоящего РЭ.

До включения шкафа в работу необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

Надежность шкафа обеспечивается не только качеством его изготовления, но и соблюдением условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, поэтому выполнение всех требований, изложенных в настоящем руководстве по эксплуатации, является обязательным.

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

Примечание - В отличие от традиционных устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), выполненных с помощью электромеханических и статических (микроэлектронных) устройств, в микропроцессорных устройствах РЗА функции отдельных реле (тока, напряжения, времени и т.д.) реализуются программно. Используемый в настоящем РЭ термин "реле" следует понимать не как физическое устройство, а как программную функцию, реализующую алгоритм работы рассматриваемого реле.

## 1 Описание и работа изделия

### 1.1 Назначение шкафа

1.1.1 Шкаф предназначен для управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации трансформаторов (автотрансформаторов).

Шкаф ШЭ2607 156 содержит один комплект защит. Шкаф ШЭ2607 157 состоит из двух одинаковых комплектов защит с возможностью независимого обслуживания. Каждый комплект защит (далее - комплект 01 или комплект 01 (02)) реализует функции:

- автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах;
- ручное регулирование напряжения;
- блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН;
- блокировку РПН от внешних сигналов;
- блокировку РПН при перегрузках по току;
- блокировку РПН при превышении  $3U_0$  (или  $U_2$ );
- блокировку РПН при пониженном измеряемом напряжении;
- коррекцию уровня регулируемого напряжения по току нагрузки (встречное регулирование);
- одновременный контроль двух секций шин;
- оперативное переключение регулирования с одной секции шин на другую;
- оперативное изменение уставки по напряжению поддержания с выбранного заранее на другое значение;
- формирование импульсных или непрерывных команд управления электроприводом РПН;
- контроль исправности цепей регулирования приводного механизма (ПМ).

Схема подключения комплекта 01 к измерительным трансформаторам тока (ТТ) и трансформаторам напряжения (ТН) показана на рисунках 1.1, 1.2.

Аппаратно указанные выше функции комплекта 01 (02) реализованы на базе микропроцессорного терминала БЭ2502А0501.

Функциональное назначение комплектов защит шкафа приведено в таблице 1.

Таблица 1

Код функции	Версия	Назначение
05	01	Автоматика регулирования напряжения под нагрузкой

### 1.1.2 Функциональное назначение шкафа

#### Структура условного обозначения типоразмеров шкафа

ШЭ2607 156 - XX E X УХЛ4



Пример записи обозначения шкафа ШЭ2607 156 на номинальный переменный ток 1 А или 5 А, номинальное напряжение переменного тока 100 В частотой 50 Гц, номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220 В при его заказе и в документации другого изделия для поставок в Российскую Федерацию:

"Шкаф управления РПН ШЭ2607 156 - 61E2 УХЛ4, ТУ 3433-016-20572135-2000".

Возможна поставка шкафа специального назначения по требованию заказчика, в том числе, на напряжение переменного тока частотой 60 Гц.

1.1.3 Шкаф предназначен для работы в следующих условиях:

а) номинальное значение климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15543.1-89 и ГОСТ 15150-69. При этом:

- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха – минус 5 °С (без выпадения инея и росы);

- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха – плюс 45 °С;

- относительная влажность воздуха - не более 80 % при температуре плюс 25 °С;

- высота над уровнем моря - не более 2000 м;

- тип атмосферы II промышленная;

- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металл;

- место установки шкафа должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

б) рабочее положение шкафа в пространстве - вертикальное с отклонением от рабочего положения до 5° в любую сторону.

1.1.4 Степень загрязнения 1 (загрязнение отсутствует или имеется только сухое, не проводящее загрязнение) по ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004).

1.1.5 Группа механического исполнения шкафа в части воздействия механических внешних воздействующих факторов - М40 по ГОСТ 17516.1-90, при этом аппаратура, входящая в состав шкафа, выдерживает:

- вибрационные нагрузки с максимальным ускорением до 0,5g в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц;

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

1.1.6 Шкаф сейсмостоек при воздействии землетрясений интенсивностью до 9 баллов включительно по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 10 м по ГОСТ 17516.1-90.

1.1.7 Оболочка шкафа имеет степень защиты от прикосновения к токоведущим частям и попадания твердых посторонних тел IP41 (IP54 по требованию заказчика) по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013).

## 1.2 Основные технические данные и характеристики шкафа

1.2.1 Основные параметры шкафа:

- номинальный переменный ток  $I_{ном}$ , А 1 или 5;

- номинальное междуфазное напряжение переменного тока  $U_{ном}$ , В 100;

- номинальное напряжение:

оперативного постоянного тока  $U_{пит}$ , В 220 или 110;

переменного тока  $U_{пит}$ , В 220;



- номинальная частота  $f_{\text{ном}}$ , Гц

50.

1.2.2 Типоисполнения шкафа приведены в таблице 2

Таблица 2

Типоисполнения шкафа	Наименование параметра и норма			
	Номинальное напряжение оперативного тока, В	Номинальный переменный ток, А	Частота, Гц	Номинальное напряжение переменного тока, В
ШЭ2607 156-61Е1 УХЛ4	=110	1/5	50	100
ШЭ2607 157-61Е1 УХЛ4				
ШЭ2607 156-61Е2 УХЛ4	=220			
ШЭ2607 157-61Е2 УХЛ4				
ШЭ2607 156-61Е4 УХЛ4	~220			
ШЭ2607 157-61Е4 УХЛ4				

1.2.3 Шкаф с двух сторон имеет двери, обеспечивающие двухстороннее обслуживание установленной в нем аппаратуры.

1.2.4 Габаритные, установочные размеры и масса шкафа приведена на рисунке 2.

### 1.3 Общие характеристики шкафа

#### 1.3.1 Требования к электрической прочности изоляции

1.3.1.1 Сопротивление изоляции всех электрически независимых цепей шкафа (кроме портов последовательной передачи данных терминала) относительно корпуса и между собой, измеренное в холодном состоянии при температуре окружающего воздуха  $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности до 80 % - не менее 100 МОм.

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

- температуре окружающего воздуха  $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$ ;
- относительной влажности до 80 %;
- номинальному значению напряжения оперативного постоянного тока;
- номинальной частоте переменного тока.

1.3.1.2 В состоянии поставки электрическая изоляция между всеми независимыми цепями шкафа (кроме портов последовательной передачи данных терминала) относительно корпуса и всех независимых цепей между собой выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В (эффективное значение) переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин.

Электрическая изоляция цепей тока, включённых в разные фазы, и между собой, если они гальванически не связаны, выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В (эффективное значение) переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин.

При повторных испытаниях шкафа испытательное напряжение не должно превышать 85 % от вышеуказанных значений.

1.3.1.3 Электрическая изоляция цепей цифровых связей с верхним уровнем АСУ энергоснабжения с номинальным напряжением не более 60 В относительно корпуса, соеди-

ненного с другими независимыми цепями, выдерживает без повреждений испытательное напряжение действующим значением 0,5 кВ частотой 50 Гц в течение 1 мин.

1.3.1.4 Электрическая изоляция всех независимых цепей между собой и относительно корпуса (кроме цепей постоянного тока напряжением до 60 В включительно, связанных с корпусом) устройств РЗА выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения, имеющих параметры по ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004).

### 1.3.2 Требования к цепям оперативного питания

1.3.2.1 Питание шкафа осуществляется от цепей оперативного постоянного тока. Микроэлектронная часть устройств шкафа гальванически отделена от источника оперативного постоянного тока.

1.3.2.2 Шкаф правильно функционирует при изменении напряжения оперативного постоянного тока в диапазоне от 0,8 до 1,1 номинального значения.

1.3.2.3 Контакты выходных реле шкафа не замыкаются ложно при подаче и снятии напряжения оперативного постоянного тока с перерывом любой длительности.

1.3.2.4 Контакты выходных реле шкафа и терминалов не замыкаются ложно, а аппаратура терминалов не повреждается при подаче напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности.

### 1.3.2.5 Автоматические выключатели (АВ) в цепях оперативного постоянного тока

Для защиты цепей питания шкафа ШЭ2607 156, включающей в себя терминал БЭ2502 А0501 и блоки фильтров П1712, предпочтительным вариантом является АВ с номинальным током 2 А и кратностью срабатывания отсечки (10...14)(на каждый комплект шкафа).

В приложении Е приведены рекомендации по выбору АВ. Данная информация является справочной. По аналогии могут быть выбраны АВ других производителей, а также выбраны другие номинальные токи и кратность срабатывания отсечки.

1.3.3 По электромагнитной совместимости шкаф соответствует требованиям ТУ 3433-016-20572135-2000.

### 1.3.4 Требования к коммутационной способности контактов

1.3.4.1 Коммутационная способность контактов выходных реле как терминала, так и шкафа, действующих на включение и отключение выключателя в цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей 0,05 с, составляет 1/0,4/0,2/0,15 А при напряжении соответственно 48/110/220/250 В.

Контакты допускают включение цепей с током:

- до 10 А в течение 1,0 с;
- до 15 А в течение 0,3 с;
- до 30 А в течение 0,2 с;
- до 40 А в течение 0,03 с.

Длительно допустимый ток через контакты – 5 А.

Коммутационная износостойкость контактов - не менее 2000 циклов.

1.3.4.2 Коммутационная способность контактов выходных реле, действующих во внешние цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей 0,02 с, составляет не менее 30 Вт при токе 1/0,4/0,2/0,15 А и напряжении соответственно 48/110/220/250 В.

Коммутационная износостойкость контактов не менее:

- 10000 циклов при  $\tau = 0,005\text{с}$ ;
- 6500 циклов при  $\tau = 0,02\text{с}$ .

1.3.4.3 Коммутационная способность контактов реле, действующих на цепи внешней сигнализации, составляет не менее 30 Вт в цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой с постоянной времени, не превышающей 0,005 с при напряжении от 24 до 250 В или при токе до 2 А.

1.3.5 Элементы терминалов шкафа, обтекаемые током в нормальном режиме, длительно выдерживают 200 % номинальной величины переменного тока, 115 % номинальной величины напряжения оперативного постоянного тока, 180 % номинальной величины напряжения переменного тока для цепей напряжения "разомкнутого" треугольника и 150 % - для остальных цепей напряжения.

Цепи переменного тока терминалов шкафа выдерживают без повреждения ток  $40I_{\text{НОМ}}$  в течение 1 с.

1.3.6 Мощность, потребляемая шкафом при подведении к нему номинальных величин токов и напряжений, не превышает:

обмоткам трансформатора напряжения, соединенным в "звезду",

- |   |      |
|---|------|
| ВА на фазу  | 0,5; |
| - по цепям переменного тока в симметричном режиме, ВА на фазу                           |      |
| при $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$  | 0,5; |
| при $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$  | 2,0; |
| - по цепям напряжения оперативного постоянного тока (без учета цепей сигнализации), Вт: |      |

в нормальном режиме	10,5;
---------------------	-------

в режиме срабатывания	17,5.
-----------------------	-------

- по цепям сигнализации в режиме срабатывания, Вт 15.

1.3.7 Требования по надёжности

1.3.7.1 Номенклатура и значение показателей надежности шкафов соответствуют требованиям ГОСТ 27.003-90:

- средняя наработка на отказ шкафа - не менее 25000 ч и 125000 ч - для терминалов;
- среднее время восстановления работоспособного состояния шкафа при наличии полного комплекта запасных блоков - не более 2 ч с учётом времени нахождения неисправности;
- средний срок службы шкафа - не менее 25 лет при условии проведения требуемых

технических мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы;

- средний срок сохраняемости шкафа в упаковке поставщика составляет три года.

1.3.7.2 В соответствии с требованиями ГОСТ 27.003-2016 для шкафов приняты следующие критерии:

1) критерии отказов:

- прекращение выполнения шкафом одной из заданных функций;
- внешние проявления, связанные с наступлением или предпосылками наступления неработоспособного состояния (шум, перегрев, искры и др.).

2) критерии предельного состояния:

- снижение электрических свойств материалов и комплектующих до предельно допустимого уровня, восстановление или замена которых не предусмотрены эксплуатационной документацией;

- моральное устаревание вследствие несоответствия обновленным нормативным требованиям (несоответствие комплектации, выполняемых функций, сервисных возможностей и др.).

1.3.7.3 Соответствие показателей надежности шкафов установленным требованиям подтверждается статистическими данными о числе и видах отказов, полученным из опыта эксплуатации.

1.3.8 Класс покрытия поверхности шкафа по ГОСТ 9.032-74 и в соответствии с документацией предприятия-изготовителя.

1.3.9 В соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004) в шкафу обеспечивается непрерывность цепи защитного заземления. При этом электрическое сопротивление, измеренное между болтом для заземления шкафа и любой заземляемой металлической частью, не превышает 0,1 Ом.

1.3.10 Конструкция шкафа обеспечивает воздушные зазоры и длину пути утечки между контактными зажимами шкафа и корпусом не ниже 3 мм по воздуху и 4 мм по поверхности.

#### **1.4 Технические требования к устройствам и защитам шкафа**

Автоматический регулятор коэффициента трансформации (АРКТ) осуществляет следующие функции:

- автоматическое регулирование коэффициента трансформации;
- ручное регулирование или дистанционное регулирование напряжения;
- блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН;
- блокировку РПН от внешних сигналов;
- блокировку РПН при перегрузке по току;
- блокировку РПН при превышении  $3U_0$  (или  $U_2$ );

- блокировку РПН при пониженном измеряемом напряжении;
- коррекцию уровня регулируемого напряжения по току нагрузки (встречное регулирование);
- одновременный контроль двух секций шин;
- оперативное переключение регулирования с одной секции шин на другую;
- оперативное изменение уставки по напряжению поддержания с выбранного заранее на другое значение;
- формирование импульсных или непрерывных команд управления электроприводом РПН.

#### 1.4.1 Автоматическое регулирование коэффициента трансформации

1.4.1.1 АРКТ формирует команды на увеличение и уменьшение номера ступени РПН для поддержания напряжения в заданной точке в пределах зоны нечувствительности. Зона нечувствительности задается шириной и серединой зоны.

1.4.1.2 АРКТ отслеживает напряжение в двух системах шин и поддерживает напряжение в системе шин, являющейся регулируемой.

1.4.1.3 Середина зоны нечувствительности задается уставкой напряжения поддержания  $U_{\text{под}}$ .

1.4.1.4 Зона нечувствительности для каждой из двух секций задается отдельно.

1.4.1.5 Оперативно можно выбрать один из четырех заранее заданных уровней напряжения поддержания.

1.4.1.6 Диапазон уставок ИО «U>», «U<»: ширина зоны нечувствительности - от 0,01 до 0,21 о.е. с шагом 0,01 о.е и величина напряжения поддержания - от  $0,85U_{\text{ном}}$  до  $1,45U_{\text{ном}}$  с шагом 0,1 В.

1.4.1.7 Формирование команд регулирования осуществляется в непрерывном или импульсном режимах регулирования.

1.4.1.8 Диапазоны уставок по выдержке времени:

- выдержка времени выдачи первичной команды управления приводом «Прибавить»: от 1,00 до 200,00 с с шагом 0,01 с;

- выдержка времени выдачи последующей команды управления приводом «Прибавить»: от 0,10 до 200,00 с с шагом 0,01 с;

- выдержка времени выдачи первичной команды управления приводом «Убавить»: от 1,0 до 200,0 с с шагом 0,01 с;

- выдержка времени выдачи последующей команды управления приводом «Убавить»: от 0,10 до 100,00 с с шагом 0,01 с.

1.4.1.9 АРКТ отслеживает номер ступени РПН и контролирует достижение конечных ступеней регулирования.

1.4.1.10 АРКТ ведет счет количества переключений РПН.

1.4.1.11 Диапазоны уставок контроля достижения конечных ступеней регулирования:

- начальная ступень регулирования: от 1 до 40;

- конечная ступень регулирования: от 1 до 40;

- номер ступени: от 1 до 40.

1.4.1.12 Предусмотрен прямой и обратный счет ступеней регулирования.

1.4.1.13 Предусмотрен контроль достижения крайних ступеней РПН при отсутствии концевых выключателей.

1.4.1.14 АРКТ осуществляет выбор регулируемой и контролируемой секций.

1.4.1.15 АРКТ корректирует уровень напряжения поддержания путем увеличения его на величину напряжения компенсации по току нагрузки.

1.4.1.16 Для каждой из секций задаются собственные уставки коррекции уровня напряжения поддержания.

1.4.2 Ручное регулирование и дистанционное регулирование напряжения

1.4.2.1 Ручное регулирование осуществляется либо подачей сигнала на дискретные входы «Прибавить» и «Убавить», либо нажатием кнопок «+» или «-» на лицевой панели терминала с одновременным нажатием кнопки «УПР».

1.4.2.2 Дистанционное регулирование осуществляется подачей сигнала на дискретные входы «Прибавить по ТУ» и «Убавить по ТУ».

1.4.2.3 АРКТ отслеживает номер ступени РПН при ручном регулировании и дистанционном регулировании напряжения.

1.4.2.4 Ручное регулирование и дистанционное регулирование запрещаются при обнаружении неисправности привода, а также при достижении приводом концевых выключателей.

1.4.3 Блокировка работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН

1.4.3.1 АРКТ фиксирует ситуации «Переключение не началось», «Переключение не завершено», «Самопроизвольное переключение».

1.4.3.2 Диапазоны уставок по выдержке времени обнаружения неисправности приводного механизма:

- время ожидания появления сигнала «Переключение»: от 0,05 до 6,00 с с шагом 0,01 с;

- время ожидания снятия сигнала «Переключение»: 0,05 от 60,00 с с шагом 0,01 с;

- задержка снятия сигналов управления: от 0,01 до 2,00 с с шагом 0,01 с.

1.4.4 Блокировка РПН при перегрузке по току

1.4.4.1 АРКТ определяет перегрузку по току в регулируемой и контролируемой секциях.

1.4.4.2 Для каждой из двух секций предусмотрена отдельная уставка перегрузки по току.

1.4.4.3 Диапазон уставок ИО максимального тока: от 0,15 А до 12,00 с шагом 0,01 А.

1.4.4.4 Выдержка времени срабатывания сигнализации перегрузки по току - 10,0 с.

1.4.5 Блокировка РПН при перенапряжении

1.4.5.1 АРКТ определяет перенапряжение в регулируемой и контролируемой секциях.

1.4.5.2 Для каждой из двух секций предусмотрена отдельная уставка по максималь-

ному напряжению.

1.4.5.3 Диапазон уставок ИО максимального напряжения: от  $1,05U_{\text{ном}}$  до  $1,30U_{\text{ном}}$  с шагом 0,1 В.

1.4.5.4 Диапазон уставок по выдержке времени обнаружения перенапряжения: от 0,05 до 10,00 с с шагом 0,01 с.

1.4.6 Блокировка РПН при превышении  $3U_0$

1.4.6.1 АРКТ обнаруживает превышение  $3U_0$  в регулируемой и контролируемой секциях.

1.4.6.2 Для каждой из двух секций предусмотрена отдельная уставка ИО  $3U_0$ .

1.4.6.3 Диапазон уставок ИО  $3U_0$ : от  $0,05U_{\text{ном}}$  до  $0,6U_{\text{ном}}$  с шагом 0,1 В.

1.4.7 Блокировка РПН при превышении  $U_2$

1.4.7.1 АРКТ обнаруживает превышение  $U_2$  в регулируемой и контролируемой секциях.

1.4.7.2 Для каждой из двух секций предусмотрена отдельная уставка ИО  $U_2$ .

1.4.7.3 Диапазон уставок ИО  $U_2$ : от  $0,05U_{\text{ном}}$  до  $0,6U_{\text{ном}}$  с шагом 0,1 В.

1.4.8 Блокировка РПН при пониженном измеряемом напряжении.

1.4.8.1 АРКТ обнаруживает пониженное напряжение в регулируемой и контролируемой секциях.

1.4.8.2 Для каждой из двух секций предусмотрена отдельная уставка минимального напряжения.

1.4.8.3 Диапазон уставок ИО минимального напряжения: от  $0,50U_{\text{ном}}$  до  $0,95U_{\text{ном}}$  с шагом 0,1 В.

1.4.8.4 Выдержка времени блокировки при понижении напряжения равна 10,0 с.

1.4.9 Общие требования к измерительным органам

1.4.9.1 Средняя основная относительная погрешность по току и напряжению срабатывания всех ИО не превышает  $\pm 3\%$  от уставки, кроме уставки ширины зоны нечувствительности ИО «U>», «U<».

1.4.9.2 Дополнительная относительная погрешность по току и напряжению срабатывания всех ИО при изменении напряжения оперативного тока от  $0,8U_{\text{пит.ном}}$  до  $1,1U_{\text{пит.ном}}$  не превышает  $\pm 3\%$  относительно значений параметров срабатывания, измеренных при номинальном напряжении оперативного тока, кроме уставки ширины зоны нечувствительности ИО «U>», «U<».

1.4.9.3 Дополнительная относительная погрешность по току и напряжению срабатывания всех ИО терминала при изменении частоты входных аналоговых сигналов от 0,9 до 1,1 номинального значения не превышает  $\pm 3\%$  относительно значений параметров срабатывания, измеренных при номинальной частоте, кроме уставки ширины зоны нечувствительности ИО «U>», «U<».

1.4.9.4 Дополнительная относительная погрешность по току и напряжению срабатывания всех ИО терминала от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диа-

пазоне не превышает  $\pm 3$  % от среднего значения, определенного при температуре  $(25 \pm 10)$  °С, кроме уставки ширины зоны нечувствительности ИО «U>», «U<».

1.4.9.5 Средняя основная приведенная погрешность уставки ширины зоны нечувствительности ИО «U>», «U<» не превышает  $\pm 1$  % от значения напряжения поддержания.

1.4.9.6 Дополнительная, приведенная к значению напряжения поддержания, погрешность уставки ширины зоны нечувствительности ИО «U>», «U<» при изменении напряжения оперативного тока от  $0,8U_{\text{пит.ном}}$  до  $1,1U_{\text{пит.ном}}$  не превышает  $\pm 0,5$  % относительно параметра ширины зоны нечувствительности, измеренного при номинальном напряжении оперативного тока.

1.4.9.7 Дополнительная, приведенная к значению напряжения поддержания, погрешность уставки ширины зоны нечувствительности ИО «U>», «U<» при изменении частоты входных аналоговых сигналов от 0,9 до 1,1 номинального значения не превышает  $\pm 0,5$  % относительно параметра ширины зоны нечувствительности, измеренного при номинальной частоте.

1.4.9.8 Дополнительная, приведенная к значению напряжения поддержания, погрешность уставки ширины зоны нечувствительности ИО «U>», «U<» при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне не превышает  $\pm 0,5$  % относительно параметра ширины зоны нечувствительности, определенного при температуре  $(25 \pm 10)$  °С.

1.4.9.9 Средняя основная относительная погрешность всех выдержек времени не превышает  $\pm 2$  % от уставки при выдержках более 0,5 с и  $\pm 25$  мс при выдержках менее 0,5 с.

1.4.9.10 Дополнительная относительная погрешность всех выдержек времени от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне не превышает  $\pm 1$  % от среднего значения, определенного при температуре  $(25 \pm 10)$  °С.

1.4.9.11 Обеспечена дискретность уставок всех ИО тока, равная 0,01 А.

1.4.9.12 Обеспечена дискретность уставок всех ИО напряжения, равная 1 В.

1.4.9.13 Коэффициент возврата всех ИО, реагирующих на максимальное значение тока или напряжения, - не менее 0,9.

1.4.9.14 Коэффициент возврата всех ИО, реагирующих на минимальное значение тока или напряжения, - не более 1,09.

1.4.10 Оперативные переключатели шкафа

В шкафу предусмотрены следующие оперативные переключатели:

SA1 "НАПРЯЖЕНИЕ ПОДДЕРЖАНИЯ" для выбора напряжения поддержания: "U1", "U2"... "U4";

SA2 "ТЕРМИНАЛ А1" (ТЕРМИНАЛ А2) для вывода комплекта: "Вывод", "Работа";

SA3 "РЕЖИМ РЕГУЛИРОВАНИЯ" для вывода автоматического регулирования: "Автомат.", "Отключено", "Ручное", "Телеуправление";

SA4 "РУЧНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ" для регулирования напряжением: "Убавить", "Прибавить".



#### 1.4.11 Входные цепи шкафа

В шкафу предусмотрены входные цепи, предназначенные для приема сигналов внешних устройств:

- от КQC секции 1, секции 2;
- на блокировку РПН от внешних защит;
- блокировка по току ВН;
- от снижения температуры в баке РПН;
- от приводного механизма РПН.

#### 1.4.12 Выходные цепи шкафа

Предусмотрено действие шкафа независимыми контактами выходных промежуточных реле:

- на регулирования приводом РПН;
- на выдачу сигнала при перегрузке по току;
- на отключение питания ПМ;
- на блокировку АРКТ.

#### 1.4.13 Внешняя сигнализация шкафа

Предусмотрена следующая внешняя сигнализация шкафа:

- промежуточное реле "*НЕИСПРАВНОСТЬ*" - сигнал о внешних или внутренних нештатных ситуациях;
- лампа "*НЕИСПРАВНОСТЬ*" - свечение при замыкании контактов указательного реле "*НЕИСПРАВНОСТЬ*";
- лампа "*ВЫВОД*" - свечение при оперативном выводе из работы комплекта;
- лампа "*НЕИСПРАВНОСТЬ ЦЕПЕЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ*" – свечение при возникновении неисправности цепей регулирования;
- выход в ЦС “Неисправность”;
- выход в ЦС “Монтажная единица”;
- выход в ЦС на звуковой сигнал о неисправности.

Возврат указательных реле (при наличии в шкафу) осуществляется вручную при закрытой двери шкафа. При этом обеспечивается снятие звуковой и световой индикации и сигналов на выходных контактах сигнальных реле.

### 1.5 Основные технические данные и характеристики терминала

1.5.1 Терминал имеет 4 аналоговых входа для подключения цепей переменного тока и 4 аналоговых входа для подключения переменного напряжения, гальванически развязанных от внутренних цепей терминала с помощью промежуточных трансформаторов тока и напряжения.

1.5.2 Кроме функции управления электроприводами РПН силового трансформатора (автотрансформатора), программное обеспечение терминала обеспечивает:

- измерение текущего значения токов, напряжений;
- регистрацию дискретных и аналоговых событий;
- осциллографирование токов, напряжений и дискретных сигналов;
- непрерывную проверку функционирования и самодиагностику.

1.5.3 В терминале предусмотрена местная сигнализация, выполненная на светодиодах в соответствии с таблицей 3

Таблица 3 – Светодиодная сигнализация в терминале БЭ2502А0501

Номер светодиода	Назначение	Наименование светодиода на лицевой панели терминала	Примечание
1	автоматическое регулирование	АВТОМ. РЕГУЛИР.	без фиксации
2	ручное управление	РУЧНОЕ УПРАВЛ.	
3	телеуправление	ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ	
4	напряжение ниже зоны нечувствительности	$U <$	
5	напряжение выше зоны нечувствительности	$U >$	
6	наличие сигнала переключения	ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ	
7	перегрузка по току в регулируемой секции	ПЕРЕГРУЗКА	с фиксацией
8	режим тестирования	РЕЖИМ ТЕСТА	без фиксации
9	секция 1 включена	СЕКЦИЯ 1	
10	секция 2 включена	СЕКЦИЯ 2	
11	перенапряжение	ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ	с фиксацией
12	превышение $3U_0$ или $U_2$	ПРЕВЫШ. $3U_0$ ( $U_2$ )	
13	низкое напряжение	НИЗКОЕ НАПРЯЖ.	
14	достижение крайней ступени регулирования	КРАЙНЯЯ СТУПЕНЬ	
15	блокировка по $I_{вн}$	БЛОКИР. ПО $I_{вн}$	
16	блокировка по Т	БЛОКИР. ПО Т	
17*	неисправность управления ПМ «Переключение не началось»	ПЕРЕКЛ. НЕ НАЧ.	
18*	неисправность управления ПМ «Переключение не завершено»	ПЕРЕКЛ. НЕ ЗАВ.	
19*	неисправность управления ПМ «Самопроизвольное переключение»	САМОПР. ПЕРЕКЛ.	
20*	сигнал «Рассогласование»	РАССОГЛАСОВАН.	
21*	внешняя блокировка	ВНЕШ. БЛОКИР.	
22*	вход-Запрет прибавить	ВХ.-ЗАПРЕТ ПРИБ.	
23*	вход-Запрет убавить	ВХ.-ЗАПРЕТ УБАВ.	
24*	низкий уровень масла	НИЗКИЙ УР. МАСЛА	

\* В зависимости от режима лицевой панели

Настройка каждого светодиода на соответствующий дискретный сигнал производится по отдельности в следующей последовательности:

– назначение светодиода на сигнализацию от любого из 128 дискретных сигналов производится в пункте меню терминала *Служ. параметры / Конфиг.сигн.* или в программе *EKRASMS – Служebные параметры / Конфигурирование светодиодов;*

– наличие или отсутствие фиксации свечения светодиода при снятии входного сигнала выбирается в пункте меню *Служ. параметры / Фикс.светодиода* или в программе *EKRASMS – Служебные параметры / Фиксация состояния светодиода*;

– назначение действия светодиодного сигнала на выходные реле «Срабатывание» и «Неисправность» производится в меню терминала *Служ. параметры / Маска сигн.сраб.* и *Маска сигн.неисп* или в программе *EKRASMS – Служебные параметры / Маска сигнализации срабатывания* и *Маска сигнализации неисправности* соответственно;

– выбор цвета свечения светодиода (зелёный или красный) производится в пункте меню терминала *Служ. параметры / Цвет светодиода* или в программе *EKRASMS – Служебные параметры / Цвет светодиода*.

Оперативный съём сигнализации на светодиодных индикаторах терминала осуществляется с помощью кнопки SB1, установленной на двери шкафа.

1.5.4 На лицевой плите терминала расположены дополнительные функциональные кнопки с программной фиксацией (приведена конфигурация по умолчанию)

Таблица 4 – Переключатели в терминале БЭ2502А0501

Наименование переключателя	Назначение	Приём по сигналу	Возможность конфигурирования, есть / нет
<b>МЕСТНОЕ УПР.*</b>	Местное управление электронными ключами на лицевой панели терминала	- или Электронный ключ 1	Нет
<b>U поддержания2*</b>	Напряжение поддержания 2	X2:6, X2:10 или Электронный ключ 2	Есть
<b>U поддержания3*</b>	Напряжение поддержания 3	X2:7, X2:10 или Электронный ключ 3	
<b>U поддержания4*</b>	Напряжение поддержания 4	X2:8, X2:10 или Электронный ключ 4	
<b>Запрет автоматич.* регулирования</b>	Запрет автоматического регулирования	X3:6, X3:10 или Электронный ключ 5	
<b>Телеуправление*</b>	Телеуправление	X3:7, X3:10 или Электронный ключ 6	
<b>Вывод терминала</b>	Вывод из работы (блокирование) выходных реле (разъемы X4, X5) терминала	X2:17, X2:18 или -	
<b>SA1_VIRT</b>	SA1_VIRT	-	

\* В зависимости от режима лицевой панели

Продолжение таблицы 4

Наименование переключателя	Назначение	Приём по сигналу	Возможность конфигурирования, есть / нет
<b>SA2_VIRT</b>	SA2_VIRT	-	есть
<b>SA3_VIRT</b>	SA3_VIRT	-	
<b>SA4_VIRT</b>	SA4_VIRT	-	
* В зависимости от режима лицевой панели			

1.5.5 Управление терминалом осуществляется с помощью кнопочной клавиатуры и дисплея на передней панели терминала или (и) по последовательному каналу связи с помощью программы "EKRASMS".

1.5.6 Терминал оборудован системой автоматического тестирования исправности. Наличие указанной системы не исключает необходимость осуществления периодически полной проверки защиты персоналом.

1.5.7 Технические данные и характеристики терминала приведены в руководстве по эксплуатации "Терминалы защиты, автоматики и управления серии БЭ2502А" ЭКРА.650321.084РЭ.

## 1.6 Конструктивное выполнение

1.6.1 Шкаф представляет собой металлоконструкцию, созданную на основе специализированного профиля. Для осуществления двухстороннего обслуживания шкаф имеет переднюю дверь и заднюю двухстворчатую дверь.

Габаритные, установочные размеры и масса шкафа приведены на рисунке 2.

Расположение аппаратов на двери шкафа и передней плите приведены на рисунке 3 (общий вид шкафа).

На передней плите шкафа расположены испытательные блоки, через которые к терминалам подводятся все аналоговые сигналы, переключатели, через которые к терминалам подаются напряжения питания "± ЕС".

С обратной стороны шкафа расположены реле, ряды наборных зажимов для подключения шкафа к внешним цепям и другая аппаратура.

В нижней части шкафа в цепях питания установлен помехозащитный фильтр.

На передней двери шкафа расположены указательные реле "Неисправность" и "Срабатывание", лампы сигнализации, оперативные переключатели и кнопки съема светодиодной сигнализации. На передней двери шкафа предусмотрено прозрачное окно для наблюдения светодиодной сигнализации терминалов.

При необходимости предусмотрена возможность установки логометра УП-25-Г или другого типа логометра по требованию заказчика.

Расположение блоков и элементов терминала БЭ2502А0501, приведены в руководстве по эксплуатации “Терминалы серии БЭ2502А” ЭКРА.650321.084РЭ.

1.6.2 Расположение элементов сигнализации и управления на лицевой панели терминала БЭ2502А0501 приведено на рисунке 4.

На лицевой плите терминала имеются:

- дисплей;
- кнопки выбора и прокрутки;
- кнопки управления приводом РПН;
- дополнительные функциональные кнопки;
- разъем USB для связи с ПК;
- светодиодные индикаторы.

На задней плите терминала расположены разъёмы TTL1, TTL2 (без поддержки протокола МЭК 61850) и TTL1, LAN1, LAN2 (с поддержки протокола МЭК 61850) для создания локальной сети связи (см. рисунок 4.2).

### 1.6.3 Монтаж шкафа

В нижней части шкафа установлен помехозащитный фильтр в цепях напряжения питания оперативного постоянного тока «± ЕС1». Клеммы которого предназначены для присоединения под винт одного проводника сечением не более 16 мм<sup>2</sup> или двух проводников сечением не более 4 мм<sup>2</sup>.

Монтаж аппаратов шкафа между собой выполнен медными проводами на внутренней стороне шкафа. Номинальное сечение проводов не менее 2,5 мм<sup>2</sup> для токовых цепей, не менее 0,75 мм<sup>2</sup> - для остальных цепей. Допускается отклонение от указанных требований при условии обеспечения выполнения требований к термической стойкости и механической прочности.

Присоединение шкафа к внешним цепям осуществляется на рядах наборных зажимов. Для цепей тока допускается подключение одного проводника сечением не более 10 мм<sup>2</sup> или двух проводников сечением не более 2,5 мм<sup>2</sup>. Для остальных цепей допускается подключение одного проводника сечением не более 6 мм<sup>2</sup> или двух проводников сечением не более 1,5 мм<sup>2</sup>. Контактные соединения шкафа соответствуют 2 классу по ГОСТ 10434-82.

Ряды зажимов шкафа выполнены с учетом требований “Правила устройства электроустановок”.

## 1.7 Устройство и работа шкафа

Шкаф предназначен для управления электроприводами РПН при автоматическом регулировании коэффициента трансформации силового трансформатора (автотрансформатора).

Автоматическое регулирование направлено на поддержание напряжения у потребителя в диапазоне, заданном зоной нечувствительности. При снижении напряжения ниже зоны нечувствительности, через выдержку времени, автоматический регулятор коэффициента трансформации (АРКТ) выдает на привод РПН команду увеличения напряжения, а при по-

вышении напряжения, также через выдержку времени, АРКТ выдает на привод РПН команду уменьшения напряжения. Напряжение у потребителя рассчитывается с учетом падения напряжения в распределительной сети.

Автоматическое регулирование блокируется в соответствующем направлении при обнаружении в регулируемой или контролируемой секции перегрузки по току, при перенапряжении, при превышении  $3U_0(U_2)$  и при снижении напряжения ниже минимально допустимого.

При работе АРКТ предусмотрено обнаружение неисправностей управления ПМ.

В терминале ведется счет текущего номера ступени регулирования и контролируется достижение крайних ступеней регулирования.

При отсутствии сигналов «Запрет автоматического регулирования» и «Телеуправление» регулятор находится в режиме автоматического регулирования.

При наличии сигнала «Запрет автоматического регулирования» и отсутствии сигнала «Телеуправление» регулятор переходит в режим «Ручного управления». В этом режиме АРКТ выдает на выходные реле команды «Прибавить» и «Убавить», поданные на дискретные входы «Вход – прибавить», «Вход – убавить», и осуществляет контроль исправности РПН.

При наличии сигнала «Телеуправление» регулятор переходит в режим дистанционного регулирования. В этом режиме АРКТ выдает на выходные реле команды «Прибавить» и «Убавить», поданные на дискретные входы «Прибавить по ТУ», «Убавить по ТУ», и осуществляет контроль исправности РПН. В данном режиме предусматривается управление приводом РПН через АСУ ТП.

Уставки АРКТ задаются в первичных или вторичных величинах.

В зависимости от состояния ИО, программных накладок ХВ (см. таблицу 11), определяющих режим работы отдельных узлов схемы, значений элементов выдержки времени ДТ (см. таблицу 12), сигналов на дискретных входах терминала, а так же ограничителей сигналов ОД (см. таблицу 13) логическая часть защиты формирует выходные сигналы во внешние цепи.

#### 1.7.1 Автоматическое регулирование

Целью автоматического регулирования является поддержание напряжения у потребителя (отображается в меню *Текущие величины \ Аналоговые величины \ Употр1...Употр2*) в пределах, заданных условиями (1) и (2), определяющими зону нечувствительности:

$$U_{нотр} > U_{нод} \cdot (1 - \Delta U/2) , \quad (1)$$

$$U_{нотр} < U_{нод} \cdot (1 + \Delta U/2) , \quad (2)$$

где  $U_{нотр}$  - текущее значение напряжения у потребителя, В;

$U_{нод}$  - уставка напряжения поддержания, В;

$\Delta U$  - уставка по напряжению зоны нечувствительности, о.е. Задаётся относительно  $U_{нод}$ .

При нарушении условий (1) или (2) происходит выход из зоны нечувствительно-

сти и соответственно срабатывание ИО «U<» или «U>». Возврат в зону нечувствительности происходит при выполнении условий (3) и (4)

$$U_{номп} > U_{нод} \cdot (1 - \Delta U \cdot 0,9/2 + 0,002) , \quad (3)$$

$$U_{номп} < U_{нод} \cdot (1 + \Delta U \cdot 0,9/2 - 0,002) , \quad (4)$$

Значение  $U_{нод}$  определяется наличием сигналов на дискретных входах «Упод2», «Упод3», «Упод4». Если на дискретные входы «Упод2», «Упод3», «Упод4» ничего не подано, то  $U_{нод}$  принимается равным уставке напряжения поддержания «Упод1». При наличии «1» на дискретном входе «Упод2», «Упод3» или «Упод4»  $U_{нод}$  соответственно принимается равным уставке «Упод2», «Упод3» или «Упод4». При наличии «1» более чем на одном входе выбирается уставка с наибольшим порядковым номером.

Значение  $U_{номп}$  вычисляется по напряжению регулируемой секции с учетом расчетного значения падения напряжения в распределительной сети (встречное регулирование), по формуле (5):

$$U_{номп} = | \underline{U}_{тек} - \underline{U}_{пнс} | , \quad (5)$$

где  $\underline{U}_{тек}$  - значение напряжения в регулируемой секции, В;

$\underline{U}_{пнс}$  - расчетное значение падения напряжения в распределительной сети, В.

В качестве  $\underline{U}_{тек}$  используется напряжение  $\underline{U}_{AB}$  соответствующей секции.

Значение  $\underline{U}_{пнс}$  определяется по току нагрузки в зависимости от выбранного режима (алгоритма) компенсации:

1) «R/X» – при известном полном сопротивлении прямой последовательности распределительной сети:

$$\underline{U}_{пнс} = \underline{Z}_{пнс} \cdot \underline{I}_{нагр} , \quad (6)$$

где  $\underline{Z}_{пнс}$  – сопротивление прямой последовательности распределительной сети потребителей, учитываемых при регулировании напряжения, Ом;

$\underline{I}_{нагр}$  – действующее значение тока нагрузки, А.

Для регулирования напряжения на шинах (без учёта  $\underline{U}_{пнс}$ ) уставка  $\underline{Z}_{пнс}$  должна приниматься равной нулю.

2) «Z (по току)» – при известной величине падения напряжения в сети при номинальной нагрузке секции шин («токовая компенсация»).

Зависимость компенсации падения напряжения от тока нагрузки приведена на рисунке 5.

Ток нагрузки, при котором достигается максимальное учитываемое падение напряжения в сети до потребителя вычисляется по формуле

$$I_{нагр1} = I_{ном.нагр} \cdot \left( \frac{\Delta U_{max.уст}}{\Delta U_{ном.уст}} \right), \quad (7)$$

где  $I_{ном.нагр}$  – номинальный ток нагрузки (секции), А;

$\Delta U_{max.уст}$  – максимальное падение напряжения в сети по отношению к  $U_{под}$ , о.е.;

$\Delta U_{ном.уст}$  – доля падения напряжения в сети по отношению к  $U_{под}$  при номинальном токе нагрузки, о.е.

Если выполняется условие  $I \leq I_{нагр1}$ , то значение  $U_{нопр}$  вычисляется по формуле

$$U_{нопр} = |U_{тек} - U_{рнс}| = \left| U_{тек} - \frac{\Delta U_{ном.уст} \cdot U_{под}}{I_{ном.нагр}} \cdot I \right|. \quad (8)$$

Если  $I_{нагр1} < I$ , то значение  $U_{нопр}$  определяется по формуле

$$U_{нопр} = |U_{тек} - \Delta U_{max.уст} \cdot U_{под}|. \quad (9)$$

Для обоих режимов (алгоритмов) компенсации падения напряжения в сети предусмотрено два варианта расчёта тока нагрузки распределительной сети для каждой из секций (выбирается уставками «Включение ТТ 1 секции», «Включение ТТ 2 секции» соответственно):

- Первый вариант – используется для поддержания напряжения на шинах у группы потребителей, присоединённых к секции, по напряжению которой ведётся регулирование, чей суммарный ток можно вычислить из тока ввода вычитом тока неучитываемых потребителей  $I_{ск}$  по формуле

$$I_{нагр} = I_{вв} - I_{ск}, \quad (10)$$

где  $I_{вв}$  – действующее значение вводного тока, А;

$I_{ск}$  – действующее значение секционного тока, А.

Если учитываются все потребители, то  $I_{ск}$  не заводится.

$I_{вв}$  и  $I_{ск}$  должны использовать одну и ту же фазу тока. Используемая фаза тока должна задаваться в уставках секции.

- Второй вариант – используется для поддержания напряжения на шинах у потребителя, присоединённого к секции, по напряжению которой ведётся регулирование, чей ток можно завести как  $I_{ск}$ :

$$I_{нагр} = I_{ск} \quad (11)$$

Во втором варианте расчёта, для определения перегрузки по току, обязательно должен заводиться соответствующий ток  $I_{вв}$ .



ВНИМАНИЕ! ДЛЯ СИГНАЛОВ ТОКА ПРЕДУСМОТРЕН УЧЁТ ВОЗМОЖНОГО РАЗЛИЧИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ТТ ВВОДА И ТТ СВ, ПРИ ЭТОМ ТОКОВЫЕ СИГНАЛЫ ПРИВОДЯТСЯ К ТОКУ СВ ( $I_{СК}$ ). СЛЕДОВАТЕЛЬНО, ПРИ ЗАДАНИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ТОКОВ  $I_{ВВ}$  И  $I_{СК}$  ДОЛЖНЫ ЗАДАВАТЬСЯ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ ОБОИХ КАНАЛОВ ТОКА, НЕЗАВИСИМО ОТ ТОГОИХ ИСПОЛЗУЮТСЯ ОНИ ИЛИ НЕТ В КАЖДОМ КОНКРЕТНОМ СЛУЧАЕ.

Регулирование происходит следующим образом:

- в узле выбора регулируемой и контролируемой секций определяется регулируемая и контролируемая секции. Регулируемой считается та секция, по напряжению потребителя которой осуществляется регулирование;

- автоматическое регулирование блокируется в соответствующем направлении при достижении крайних ступеней регулирования, при обнаружении в регулируемой или контролируемой секции перегрузки по току, при перенапряжении, при превышении  $3 \cdot U_0$  ( $U_2$ ) и при снижении напряжения ниже минимально допустимого.

- при снижении напряжения у потребителя ниже зоны нечувствительности нарушается условие (1), формируется сигнал «Ниже», загорается светодиод «**U<**» и запускается подсчёт задержки формирования первичной команды управления приводом «Прибавить» DT1 (для отстройки от кратковременных скачков сопротивления нагрузки). Подсчёт DT1 сбрасывается, если происходит возврат в зону нечувствительности по условию (3). Если напряжение не вернулось в зону нечувствительности в течение времени DT1, то формируется команда «Прибавить»;

- при повышении напряжения у потребителя выше зоны нечувствительности нарушается условие (2), формируется сигнал «Выше», загорается светодиод «**U>**» и запускается подсчёт задержки формирования первичной команды управления приводом «Убавить» DT5 (для отстройки от кратковременных скачков сопротивления нагрузки). Подсчёт DT5 сбрасывается, если происходит возврат в зону нечувствительности по условию (4). Если напряжение не вернулось в зону нечувствительности в течение времени DT5, то формируется команда «Убавить»;

- при работе в режиме непрерывного регулирования (если сигнал «Переключение» не заведён в терминал) команды «Прибавить» или «Убавить» формируются до тех пор, пока напряжение не вернётся в зону нечувствительности соответственно по условиям (3) или (4).

В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗМОЖНЫ ИЗЛИШНИЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ РПН ИЗ-ЗА ОТСУТСТВИЯ ЗАДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ ВЫДАЧИ ПОВТОРНЫХ КОМАНД УПРАВЛЕНИЯ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ВРЕМЯ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ СТАБИЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ. КОНТРОЛЬ ИСПРАВНОСТИ ПРИВОДА РПН В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ.

В импульсном режиме работы АРКТ, в отличие от непрерывного режима работы, сигналы «Прибавить» или «Убавить» снимаются через время DT7 после прихода сигнала «Пе-

реключение», достаточное для подхвата приводом РПН сигнала управления. Наличие сигнала «Переключение» свидетельствует о том, что идёт процесс переключения РПН.

Если в течение времени необходимого для установления стабильного значения напряжения (задержки времени выдачи повторной команды управления DT2 и DT6) после завершения переключения РПН (снятия сигнала «Переключение») напряжение не вернулось в зону нечувствительности по условиям (3) и (4), то контакт реле снова замыкается, отдавая повторную команду приводу РПН на перемещение еще на одну ступень в том же направлении.

АРКТ будет выдавать повторные команды до тех пор, пока напряжение не вернется в зону нечувствительности или положение РПН не достигнет крайней ступени.

Как только напряжение вернется в зону нечувствительности, команды «Прибавить» и «Убавить» будут считаться первичными и соответственно будут выдаваться с задержкой времени выдачи первичной команды управления DT1 и DT5.

Автоматическое регулирование реализуется следующими узлами:

- узлом формирования команд автоматики «Прибавить» и «Убавить»;
- узлом выдачи команд «Прибавить» и «Убавить»;
- узлом выбора регулируемой и контролируемой секций;
- узлом обнаружения достижения крайних ступеней регулятора.

Пример автоматического регулирования показан на рисунке 6.

#### 1.7.1.1 Узел формирования команд автоматики «Прибавить» и «Убавить»

Функциональная схема узла формирования команд автоматики «Прибавить» и «Убавить» выполнена в соответствии с рисунком 7. При срабатывании измерительных органов «U<» и «U>», определяющих нахождение значения напряжения регулируемой секции ниже или выше зоны нечувствительности, через выдержку времени DT1 и DT5 происходит формирование команд автоматики «Автоматика «Прибавить» и «Автоматика «Убавить» соответственно. Сигнал «Автоматика «Убавить» формируется также при появлении сигнала «Перенапряжение 2». Формирование команды «Автоматика прибавить» запрещается при наличии запрещающих сигналов «Запрет прибавить» и «Запрет регулирования». Формирование команды «Автоматика убавить» запрещается при наличии запрещающих сигналов «Запрет убавить» и «Запрет регулирования». Программой накладкой XB1 в положении «импульсный» разрешается использование задержки времени выдачи повторной команды управления приводом в том же направлении. Повторная команда «Прибавить» в том же направлении формируется в случае, если после первичной команды «Автоматика «Прибавить» регулируемое напряжение не вернулось в зону нечувствительности. При этом осуществляется переключение с выдержки времени DT1 на выдержку времени DT2 Повторная команда «Убавить» в том же направлении формируется в случае, если после первичной команды «Автоматика «Убавить» регулируемое напряжение не вернулось в зону нечувствительности. При этом осуществляется переключение с выдержки времени DT5 на выдержку времени DT6.

Формирование команд автоматики запрещается при наличии сигналов на дискретных входах «Запрет автоматического регулирования» или «Телеуправление».

#### 1.7.1.2 Узел выдачи команд «Прибавить» и «Убавить»

Сигнал «Прибавить» формируется и фиксируется при появлении сигналов «Автоматика «Прибавить», либо «Ручное управление «Прибавить» или «Телеуправление «Прибавить» (см. рисунок 7). Сигнал «Убавить» формируется и фиксируется при появлении сигналов «Автоматика «Убавить», либо «Ручное управление «Убавить» или «Телеуправление «Убавить». Фиксация команд управления снимается при возврате сигнала «Переключение», либо после формирования сигнала «Переключение» через выдержку времени DT7 или отсутствии команд «Прибавить» и «Убавить» в зависимости от положения накладки ХВ1. Накладкой ХВ1 выбирается импульсный либо непрерывный режим работы. Сигналы «Прибавить», «Убавить» также снимаются при возникновении сигнала «Крайняя ступень» через OD1, сигнала «Съём сигнализации», сигнала «Переключение не началось», кроме того осуществляется перекрёстная блокировка команд управления.

#### 1.7.1.3 Узел выбора регулируемой и контролируемой секции

Выбор регулируемой и контролируемой секции осуществляется в соответствии с рисунком 7.

При наличии сигнала на дискретном входе «Секция 1» и отсутствии сигнала на дискретном входе «Секция2» в качестве регулируемой выбирается первая секция.

При наличии сигнала на дискретном входе «Секция 2» и отсутствии сигнала на дискретном входе «Секция1» в качестве регулируемой выбирается вторая секция.

При наличии сигнала на дискретных входах «Секция 1» и «Секция 2» в качестве регулируемой секции берется секция, заданная накладкой ХВ2. Если накладкой ХВ3 «Контроль двух секций» разрешена блокировка по контролируемой секции, то в качестве контролируемой берется секция, не выбранная регулируемой.

При отсутствии сигнала на дискретных входах «Секция 1» и «Секция 2» автоматическое регулирование не осуществляется.

#### 1.7.1.4 Узел блокировки при достижении начальной и конечной ступеней

Узел предназначен для обнаружения достижения крайних ступеней регулирования при отсутствии у РПН концевых выключателей (на дискретные входы «Запрет прибавить» и «Запрет убавить» подаются сигналы от концевых выключателей достижения начальной и конечной ступеней регулирования).

Функциональная схема узла приведена на рисунке 7.

ИО «Номер ступени» ведет счет номера ступени регулирования. При достижении ступени с наименьшим или наибольшим номером, в зависимости от накладки ХВ4, определяющей в каком направлении производится счет ступеней: прямом или обратном, в узле формируется сигнал о достижении конечной или начальной ступеней регулирования.

При достижении конечной ступени регулирования и возникновении команды «Приба-

вить» блокируется сигнал «Переключение не началось» и происходит проверка: произойдет переключение на большую ступень регулирования или нет. Если в течение времени обнаружения неисправности «Переключение не началось» не придет сигнал «Переключение», то формируется сигнал «Длительная команда». Считается, что номер ступени РПН задан правильно, а следующая команда регулирования «Прибавить» блокируется. Если за это время придет сигнал «Переключение», значит, возникла ошибка счета номера ступени РПН и следующая команда «Прибавить» не блокируется, а номер ступени принимается равным наибольшему номеру ступени.

При достижении начальной ступени регулирования и возникновении команды «Убавить» блокируется сигнал «Переключение не началось» и происходит проверка: произойдет переключение на меньшую ступень регулирования или нет. Если в течение времени обнаружения неисправности «Переключение не началось» не придет сигнал «Переключение», то формируется сигнал «Длительная команда», считается, что номер ступени РПН задан правильно, а следующая команда регулирования «Убавить» блокируется. Если за это время придет сигнал «Переключение», значит, возникла ошибка счета номера ступени РПН и следующая команда «Убавить» не блокируется, а номер ступени принимается равным наименьшему номеру ступени.

Для устройства РПН с так называемыми «промежуточными» положениями для их учёта в ИО «Номер ступени» на дискретный вход «Промежуточное положение» должен подаваться сигнал при прохождении соответствующей ступени. В случае отсутствия в приводе РПН с «промежуточными» положениями контакта «Промежуточное положение» необходимо переключить программную накладку ХВ14 в положение «не предусмотрен» и задать время контроля промежуточного положения РПН.

Дополнительно ведется подсчет количества совершенных переключений.

#### 1.7.2 Ручное регулирование напряжения

Функциональная схема ручного регулирования напряжения приведена на рисунке 7. Ручное регулирование напряжения осуществляется при наличии сигнала на дискретном входе «Запрет автоматического регулирования» и отсутствии сигнала на дискретном входе «Телеуправление». При подаче сигнала на дискретный вход «Вход – прибавить» или при одновременном нажатии кнопки «+» и кнопки «Упр.», через выдержку времени DT10, формируется команда «Ручное управление – Прибавить». При подаче на дискретный вход «Вход – убавить» или при одновременном нажатии кнопки «-» и кнопки «Упр.», через выдержку времени DT11, формируется команда «Ручное управление – Убавить».

Формирования команд «Ручное управление «Прибавить» и «Ручное управление «Убавить» запрещается при достижении крайних ступеней РПН соответственно и отказе ПМ. Программными накладками ХВ5 и ХВ6 вводятся дополнительные блокировки регулирования.

#### 1.7.3 Дистанционное регулирование напряжения

Функциональная схема дистанционного регулирования напряжения приведена на ри-

сунке 7. Дистанционное регулирование напряжения осуществляется при наличии сигнала на дискретном входе «Телеуправление». При подаче сигнала на дискретный вход «Прибавить по ТУ», через выдержку времени DT12, формируется команда «Телеуправление «Прибавить»». При подаче сигнала на дискретный вход «Убавить по ТУ», через выдержку времени DT13, формируется команда «Телеуправление «Убавить»».

Сигнал запрета формирования команд «Телеуправление «Прибавить»» и «Телеуправление «Убавить»» тот же, что и для ручного регулирования напряжения.

#### 1.7.4 Обнаружение неисправности управления ПМ

Неисправность управления ПМ определяется в соответствии с рисунком 7.

Предусмотрена возможность обнаружения неисправности управления одного ПМ или группы ПМ. Для обнаружения неисправности одного ПМ на вход «Переключение» необходимо подать сигнал переключения ПМ. Для обнаружения неисправности группы ПМ на вход «Переключение» необходимо подать сигнал от последовательно включённых контактов переключения группы ПМ, а на вход «Переключение группы» подать сигнал от параллельно включённых контактов переключения ПМ. Контроль группы ПМ включается накладкой ХВ7.

Если после выдачи команд «Прибавить» или «Убавить» в течение времени DT14 (время проверки реакции привода на команду управления) не сформировался сигнал «Переключение», то формируется сигнал «Переключение не началось». При наличии сигнала «Блокировка – переключение не началось» от устройства блокировки при достижении начальной или конечной ступеней формирование сигнала «Переключение не началось» блокируется.

Если сигнал «Переключение» не снимается в течение времени ожидания снятия сигнала «Переключение» (выдержка времени DT15), то формируется сигнал «Переключение не завершено».

Если при отсутствии выданных команд «Прибавить» или «Убавить» появился сигнал «Переключение», то формируется сигнал «Самопроизвольное переключение». После снятия сигнала «Переключение» формируется сигнал «Отключение питания ПМ». Сигнал «Отключение Питания ПМ» формируется в зависимости от наклейки ХВ8 импульсно, длительностью 1,0 с, либо непрерывно (в «следящим» режиме). Для правильной работы сигнализации «Самопроизвольное переключение» на устройстве РПН с так называемыми «промежуточными» положениями на дискретный вход «Промежуточное положение» должен подаваться сигнал. В случае отсутствия в приводе РПН с «промежуточными» положениями контакта «Промежуточное положение» необходимо переключить программную накладку ХВ14 в положение «не предусмотрен» и задать время контроля промежуточного положения РПН.

При наличии сигналов «Переключение не началось», либо «Переключение не завершено» или «Самопроизвольное переключение» формируется сигнал «Отказ ПМ».

Снятие подхвата сигналов «Переключение не началось», «Переключение не завершено» и «Самопроизвольное переключение» осуществляется сигналом «Съём сигнализации».

### 1.7.5 Блокировки регулирования АРКТ

Имеются следующие блокировки регулирования АРКТ:

- обнаружение перегрузки по току;
- обнаружение перенапряжения;
- обнаружение превышения  $3U_0$  или  $U_2$ ;
- обнаружение пониженного напряжения;
- достижение крайних ступеней регулирования;
- отказ ПМ;
- от внешних сигналов блокировки.

Функциональная схема действия блокировок регулирования приведена на рисунке 7.

1.7.5.1 При превышении вводным током  $I_B$  в регулируемой или контролируемой секциях уставок срабатывания РТ  $I_{Bmax\ 1c}$  или РТ  $I_{Bmax\ 2c}$  формируется сигнал «Запрет прибавить». При превышении вводным током в регулируемой секции уставок срабатывания РТ  $I_{Bmax\ 1c}$  или РТ  $I_{Bmax\ 2c}$  через выдержку времени DT16 формируется сигнал «Перегрузка».

1.7.5.2 При превышении напряжением  $3U_0$  в регулируемой секции уставок срабатывания РН  $3U_0\ 1c$  или РН  $3U_0\ 2c$ , если в данной секции замеряется  $3U_0$  (накладки ХВ9 или ХВ10 установлены в соответствующее положение и на соответствующие входы цепей напряжения поданы  $3U_0$  и  $U_{AB}$ ), формируется сигнал «Запрет прибавить».

1.7.5.3 При превышении напряжением  $U_{AB}$  в регулируемой или контролируемой секциях уставок срабатывания РН  $U_{abmax\ 1c}$  или РН  $U_{abmax\ 2c}$  через выдержку времени DT18 формируется сигнал «Запрет прибавить», а через выдержку времени DT17 при отсутствии сигнала «Переключение» формируется команда убавить в схему узла автоматического регулирования.

1.7.5.4 При понижении напряжения  $U_{AB}$  в регулируемой или контролируемой секциях ниже уставок срабатывания РН  $U_{abmin\ 1c}$  или РН  $U_{abmin\ 2c}$  через выдержку времени DT22 формируется сигнал «Запрет регулирования».

1.7.5.5 При превышении напряжением  $U_2$  в регулируемой секции уставок срабатывания РН  $U_2\ 1c$  или РН  $U_2\ 2c$ , если в данной секции замеряется  $U_2$  (накладки ХВ9 или ХВ10 установлены в соответствующее положение и на соответствующие входы цепей напряжения поданы  $U_{BC}$  и  $U_{AB}$ ), формируется сигнал «Запрет регулирования».

### 1.7.6 Запрет от внешних сигналов

Сигнал на дискретном входе «Внешняя блокировка» формирует сигнал «Запрет регулирования».

Сигналы на дискретных входах «Вход – запрет прибавить» (сигнал от верхнего концевого выключателя), «Блокировка по  $I_{вн}$ », «Блокировка по Т» формируют сигнал «Запрет прибавить».

Сигналы на дискретных входах «Вход – запрет убавить» (сигнал от нижнего концевого выключателя) и «Блокировка по Т» формируют сигнал «Запрет убавить».

1.7.7 При наличии сигналов «Запрет прибавить», «Запрет убавить», «Запрет регулирования», «Рассогласование» при автоматическом регулировании или «Запрет ручн. упр. / ТУ прибавить», «Запрет ручн. упр. / ТУ убавить» при ручном регулировании или дистанционном регулировании формируется сигнал «Блокировка АРКТ».

Сигнал «Рассогласование» формируется через выдержку времени DT25 при наличии сигнала на любом из дискретных входов «Рассогласование 1» и «Рассогласование 2».

1.7.8 В терминале предусмотрены конфигурируемые переключатели и дискретные входы, конфигурируемые реле, конфигурируемые светодиоды в соответствии с рисунком 7. Перечень сигналов для их конфигурации приведен в приложении Б. Конфигурация дискретных входов и реле показана по умолчанию. Для конфигурируемых светодиодов также предусмотрена возможность выбора цвета, наличия или отсутствия фиксации свечения, действия на формирование сигналов «Блокировка АРКТ» и «Неисправность».

1.7.9 Сигнализация в терминале выполнена в соответствии с рисунком 7.

1.7.10 Дополнительные функции терминала

В состав терминала БЭ2502А0501 входит регистратор событий (изменений состояния) до 128 логических сигналов (как внешних, так и формируемых внутри терминала). Точность регистрации события по времени 0,001 с. Емкость буфера памяти регистратора позволяет запомнить до 1024 событий во времени. При переполнении буфера новая информация записывается на место самой старой информации (по времени записи).

Терминал обеспечивает осциллографирование всех входных аналоговых сигналов и до 48 дискретных сигналов, выбираемых из списка 128 логических сигналов (как внешних, так и формируемых внутри) с частотой 24 выборки за период. В кольцевой энергонезависимой памяти осциллографа сохраняются данные последних осциллограмм длительностью от 30 до 60 с при максимальном наборе осциллографируемых сигналов. При уменьшении числа осциллографируемых сигналов это время пропорционально возрастает.

Назначение регистрируемых и осциллографируемых сигналов осуществляется релейным персоналом с помощью дисплея и клавиатуры терминала или с использованием ПК и системы мониторинга «EKRASMS».

В комплект поставки, по требованию заказчика, может входить оборудование для создания локальной сети между терминалом и ПК. Заказчику предлагается оборудование с применением интерфейса типа RS485. Список оборудования, необходимого для построения локальной сети, указан в приложении А.

1.7.11 Связь с АСУ ТП

Терминалы БЭ2502А0501 могут использоваться в качестве системы сбора информации для АСУ ТП. Подробная информация по связи с АСУ ТП приведена в руководстве по эксплуатации на терминалы серии БЭ2502 ЭКРА.650321.084РЭ.

Вопрос об организации обмена между аппаратурой разных фирм-разработчиков аппаратно-программных средств решается при выполнении каждого конкретного проекта.

1.7.12 Дистанционное управление приводом РПН через АСУ ТП (только в терминалах с поддержкой серии стандартов МЭК 61850)

В терминале предусматривается управление приводом РПН через АСУ ТП, конфигурируемые входы для дистанционного управления приводом РПН в соответствии с рисунком 7.

### 1.8 Принцип действия шкафа

Схемы цепей оперативного постоянного тока шкафа приведены в принципиальных схемах ЭКРА.656453.156ЭЭ. Токи секции 1 подключаются к контактными наборным зажимам шкафа и подаются на клеммы терминала через испытательные блоки (БИ) SG1, SG2 - для токов секции 2. Междупазные напряжения  $U_{AB}$  и  $U_0$  ( $U_{BC}$ ) секции 1 подключаются через БИ SG3, междупазные напряжения  $U_{AB}$  и  $U_0$  ( $U_{BC}$ ) секции 2 подключаются через БИ SG4.

С целью повышения помехоустойчивости в цепи оперативного постоянного тока для питания терминала предусмотрен специальный помехозащитный фильтр Z1. Напряжение питания  $\pm EC$  подается на входы X1.1, X1.3 фильтра, а с выходов X2.1, X2.3 через переключатель SA5 "Питание" снимается напряжение  $\pm 220 В$ , которое подается на соответствующие входы питания терминала. Это позволяет подавить высокочастотные помехи, имеющие место в цепях оперативного постоянного тока непосредственно на входе шкафа и избежать высокочастотных наводок через монтажные емкостные связи.

Все дискретные сигналы внешних цепей и цепей отключения подаются на терминал через испытательные зажимы шкафа. Такое подключение позволяет отключить терминал от всех внешних цепей и обеспечить подключение через эти же зажимы устройств проверки.

На ряд зажимов шкафа выведены следующие дискретные входы терминала:

- X23 – контроль рассогласования А, сигнал рассогласования фазы А при регулировании РПН с пофазными приводами;
- X23А – контроль рассогласования С, сигнал рассогласования фазы С при регулировании РПН с пофазными приводами;
- X24 – промежуточное положение, сигнал от датчика положения привода РПН;
- X25 – переключение группы, сигнал от параллельно включенных контактов переключения ПМ;
- X26 – запрет «Прибавить», сигнал от концевого выключателя при достижении начальной ступеней регулирования;
- X27 - запрет «Убавить», сигнал от концевого выключателя при достижении конечной ступеней регулирования;
- X28 – сигнал KQC Q1, сигнал о включении секции 1;
- X29 – сигнал KQC Q2, сигнал о включении секции 2;
- X30 – внешняя блокировка;



- X33 – блокировка по току ВН;
- X34 – низкая температура в баке РПН;
- X35 – переключение РПН.

Данные, требующиеся для нормальной эксплуатации терминала, доступны через меню и последовательно выводятся на дисплей при нажатии на соответствующие кнопки управления. Изменение уставок можно производить с использованием клавиатуры и дисплея, расположенных на лицевой плите терминала (2.3.2 руководства по эксплуатации ЭКРА. 650321.084РЭ) или с использованием ПК и комплекса программ EKRASMS (руководство пользователя ЭКРА.00002-01 90 01) через систему меню.

Действие комплекта 01 (02) шкафа в выходные цепи осуществляется подачей напряжения на выходные реле терминала, контакты которых коммутируют соответствующие пары зажимов.

Сигнализация комплекта 01 (02) шкафа выполняется на реле, лампах и светодиодных индикаторах терминала. От реле шкафа выдаются сигналы для действия на табло “Неисправность”, “Монтажная единица” и на звуковую сигнализацию при возникновении аварийных ситуаций (Звук).

Реле К8 осуществляет контроль исправности цепей регулирования ПМ РПН.

На зажимы X58, X59 выведен контрольный выход терминала. Данный выход используется при снятии уставок измерительных реле.

## **1.9 Средства измерений, инструмент и принадлежности**

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

## **1.10 Маркировка и пломбирование**

1.10.1 Шкаф и терминал имеют маркировку согласно ГОСТ 18620-86, ТУ 3433-016-20572135-2000 в соответствии с конструкторской документацией.

Маркировка выполнена в соответствии с ГОСТ 18620-86 способом, обеспечивающим ее четкость и сохраняемость.

1.10.2 На передней двери шкафа имеется табличка, на которой указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип шкафа;
- заводской номер;
- основные параметры шкафа по 1.2.1 настоящего РЭ;
- масса шкафа;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза;
- надпись: “Сделано в России”;
- дата изготовления.

1.10.3 Терминал имеет на передней плите маркировку с указанием типа устройства.

1.10.4 Место каждого блока в кассете имеет маркировку на нижнем заднем профиле кассеты. Тип и серийный номер блока указан на разъеме или печатной плате.

1.10.5 На задней металлической плите каждого терминала указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип терминала;
- заводской номер;
- основные параметры терминала в соответствии с ЭКРА.650321.084РЭ;
- масса терминала;
- знак сертификата соответствия;
- надпись: “Сделано в России”;
- дата изготовления;
- маркировка разъемов.

1.10.6 Все элементы схемы шкафа имеют обозначение, состоящее из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения.

1.10.7 Обозначение аппаратов промаркировано в соответствии с обозначением на принципиальной схеме шкафа. Провода внешнего монтажа шкафа, подводимые к зажимам клеммного ряда зажимов, имеют маркировку монтажного номера.

1.10.8 Транспортная маркировка тары - по ГОСТ 14192-96, в том числе на упаковку нанесены изображения манипуляционных знаков: “Хрупкое. Осторожно”, “Беречь от влаги”, “Место строповки”, “Верх”, “Пределы температуры” (интервал температур в соответствии с разделом 4 настоящего РЭ). Маркировка нанесена непосредственно на тару окраской по трафарету.

1.10.9 Конструкция аппаратов шкафа не предусматривает пломбирование. Пломбирование терминалов шкафа производится специальной этикеткой, разрушающейся при вскрытии устройства.

### **1.11 Упаковка**

Упаковка шкафа произведена в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3433-016-20572135-2000 по чертежам изготовителя шкафа для условий транспортирования и хранения, указанных в разделе 4 настоящего РЭ.

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации шкафа должны соответствовать требованиям 1.1.3 настоящего РЭ. Возможность работы шкафа в условиях, отличных от указанных, должна быть оговорена специальным соглашением между предприятием-изготовителем и потребителем.

2.1.2 Группа условий эксплуатации должна соответствовать требованиям 1.1.3 настоящего РЭ.

### 2.2 Подготовка шкафа к использованию

#### 2.2.1 Меры безопасности при подготовке шкафа к использованию

2.2.1.1 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию шкафа разрешается производить лицам, прошедшим специальную подготовку, имеющим аттестацию на право выполнения работ (с учетом соблюдения необходимых мер защиты изделий от воздействия статического электричества), хорошо знающим особенности электрической схемы и конструкцию шкафа.

Монтаж шкафа и работы на разъемах терминала, рядах зажимов шкафа и разъемах устройств следует производить при обесточенном состоянии шкафа. При необходимости проведения проверок при поданном напряжении должны применяться дополнительные средства защиты, предотвращающие поражение обслуживающего персонала электрическим током.

По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

2.2.1.2 Шкаф перед включением и во время работы должен быть надежно заземлен.

#### 2.2.2 Внешний осмотр, порядок установки шкафа

2.2.2.1 Упакованный шкаф поставить на горизонтальную поверхность, руководствуясь знаками "Верх". Снять упаковку со шкафа, извлечь из шкафа ящик с запасными частями, приспособлениями и документацией (если они поставляются в одной таре).

Произвести внешний осмотр шкафа, убедиться в отсутствии механических повреждений терминала и шкафа, вызванных транспортированием.

При обнаружении каких-либо несоответствий или неисправностей в оборудовании необходимо немедленно поставить в известность предприятие-изготовитель.

2.2.2.2 Установить шкаф в вертикальном положении на предусмотренное для него место, закрепив его основание на фундаментных шпильках гайками, либо приварив основание шкафа к металлоконструкции пола, либо по инструкции, принятой в энергосистеме.

2.2.2.3 На металлоконструкции шкафа предусмотрен заземляющий болт, который должен использоваться только для присоединения к заземляющему контуру.

Выполнение этого требования по заземлению является обязательным.

Крепление шкафа сваркой или болтами к металлоконструкции пола не обеспечивает надежного заземления.

### 2.2.3 Монтаж шкафа

Выполнить подключение шкафа согласно утвержденному проекту в соответствии с указаниями настоящего РЭ. Связь шкафа с другими шкафами защит и устройствами производить с помощью кабелей или проводников с сечением жил не менее 1,5 мм<sup>2</sup>.

### 2.2.4 Подготовка шкафа к работе

2.2.4.1 Шкаф не подвергается консервации смазками и маслами и какой-либо расконсервации не требуется.

2.2.4.2 Шкаф выпускается с предприятия-изготовителя работоспособным и полностью испытанным.

Положение оперативных переключателей комплекта шкафа выставить в соответствии с таблицей 5, а значения уставок защит с учетом бланка уставок шкафа.

Таблица 5 - Значения положений оперативных переключателей шкафа

Обозначение	Изменяемый параметр	Назначение	Положение
SA1	Напряжения поддержание	Выбор уставки напряжения поддержания: "U1"... "U4"	По заданию
SA2	Терминал	Оперативный ввод-вывод комплекта 01(02) из работы	Рабочее положение "Включено"
SA3	Режим регулирования	Выбор одного из режимов: "Автомат.", "Отключено", "Ручное", "Телеуправление".	По заданию
SA5	Питание	Подача оперативного постоянного тока на терминал	«ВКЛ»
SB1	Съем сигнализации	Снятие светодиодной сигнализации с терминала	При нажатии более 3 с – режим проверки исправности светодиодов

Выбор осциллографируемых сигналов для обоих комплектов производится из списка аналоговых сигналов:

- 1 – ток секционного выключателя 1 секции;
  - 2 - ток выключателя 1 секции;
  - 3 – ток секционного выключателя 2 секции;
  - 4 - ток выключателя 2 секции;
  - 5 - напряжение нулевой последовательности 1секции, либо напряжение ВС 1 секции;
  - 6 – напряжение АВ 1 секции;
  - 7 - напряжение нулевой последовательности 1секции, либо напряжение ВС 2 секции;
  - 8 – напряжение АВ 2 секции;
- и 48-ми дискретных сигналов из списка Приложения Б.

Анализ аварийных осциллограмм производится с помощью программы WAVES. Описание программы анализа осциллограмм WAVES приведено в документе ЭКРА.00002-01 90 01.

Перечень регистрируемых дискретных сигналов приведен в приложении Б.

### 2.2.5 Режим тестирования

В терминале предусмотрен специальный режим, обеспечивающий определенные удобства при наладке и при периодических проверках. Перевод устройства в этот режим может осуществляться только с помощью кнопочной клавиатуры на лицевой панели терминала. С помощью комплекса программ EKRASMS указанный режим не доступен.

Для перевода защиты в режим тестирования необходимо в основном меню выбрать *Тестирование / Режим теста | есть* и произвести стандартную запись уставки. Индикацией установленного режима является периодически появляющаяся строка «Тестирование» в режиме индикации текущего времени. Во внешнюю цепь сигнализации выдается не квитуемый сигнал «Неисправность». Действие на выходные реле (кроме контрольного реле, расположенного в блоке питания) запрещается.

После этого можно войти в меню «Тестирование» и активизировать пункты подменю, предоставляющие возможность: проверки ПО, реагирующих на приращение тока прямой и обратной последовательности, подключения контрольного реле к дискретным сигналам.

Кроме того, в режиме тестирования имеется возможность ручного поочередного включения и выключения каждого из имеющихся в терминале выходных реле и автоматической генерации событий для проверки связи с SCADA – системами.

При нахождении в подпунктах меню «Тестирование» выполнение всех действий производится без выхода в режим записи уставок.

Из меню «Тестирование» можно перейти в любые другие пункты меню и произвести изменение существующих параметров, используя стандартную процедуру записи уставок. Можно производить изменение параметров устройства и с помощью комплекса программ EKRASMS. Однако реальная запись уставок в долговременную память при этом не производится. Значение измененных уставок действительно только на время нахождения устройства в режиме тестирования. При возврате из режима тестирования происходит возврат к значениям уставок, имеющих место до переключения в этот режим.

Для выхода из режима тестирования необходимо в основном меню выбрать *Тестирование / Режим теста | нет* и произвести стандартную запись уставки. Можно выключить питание терминала и через несколько секунд опять его подать. При этом устройство перейдет в нормальный режим функционирования.

### 2.2.6 Переконфигурирование выходных реле

Переконфигурирование выходных реле терминала производится аналогично стандартной процедуре записи уставок. Для этого необходимо в основном меню *Служебные параметры / Конфигурирование выходных реле / Вывод на выходное реле дискретного сигнала* выбрать один сигнал из списка дискретных сигналов (приложение Б). Запись производится по паролю. Название выходного реле на дисплее терминала или через систему "EKRASMS" подменяется названием дискретного сигнала.

Данные, требующиеся для нормальной эксплуатации шкафа, доступны через меню и последовательно выводятся на дисплей при нажатии соответствующей кнопки управления. С помощью дисплея и клавиатуры, расположенных на лицевой плите терминала, можно производить изменение уставок.

Список меню, подменю дисплея и их функции приведены в таблицах 6, 7.

Работа с терминалом подробно описана в руководстве по эксплуатации "Терминал автоматического регулятора коэффициента трансформации" ЭКРА. 650321.084/05 РЭ.

Более быстро, наглядно и удобно программирование терминала и изменение уставок защит может быть произведено с помощью программы "EKRASMS", описание которой приведено в документе ЭКРА.00002-01 90 01.

Анализ аварийных осциллограмм производится с помощью программы WAVES, описание которой приведено в документе ЭКРА.0002-01 90 01.

Перечень регистрируемых дискретных сигналов приведен в приложении Б.

Таблица 6 - Наблюдаемые текущие значения сигналов терминала БЭ2502А0501

Основное меню	Меню	Подменю 1	Подменю 2	Содержание сообщения
Текущие величины	Аналог. входы	I <sub>св1с</sub> , А 0.00	1вторI <sub>св1с</sub> , А / ° 0.00 0.0	Ток секционного выключателя 1 секции
		I <sub>в1с</sub> , А 0.00	2вторI <sub>в1с</sub> , А / ° 0.00 0.0	Ток выключателя ввода 1 секции
		I <sub>св2с</sub> , А 0.00	3вторI <sub>св2с</sub> , А / ° 0.00 0.0	Ток секционного выключателя 2 секции
		I <sub>вс2</sub> , А 0.00	4вторI <sub>в1с</sub> , А / ° 0.00 0.0	Ток выключателя ввода 2 секции
		3U <sub>о1с</sub> , В 0.00	5втор3U <sub>о1с</sub> , В / ° 0.00 0.0	Утроенное напряжение нулевой последовательности 1 секции, либо напряжение ВС 1 секции
		U <sub>ав1с</sub> , В 0.00	6вторU <sub>ав1с</sub> , В / ° 0.00 0.0	Напряжение АВ 1 секции
		3U <sub>о2с</sub> , В 0.00	7втор3U <sub>о2с</sub> , В / ° 0.00 0.0	Утроенное напряжение нулевой последовательности 2 секции, либо напряжение ВС 2 секции
		U <sub>ав2с</sub> , В 0.00	8вторU <sub>ав1с</sub> , В / ° 0.00 0.0	Напряжение АВ 2 секции
	Аналог. велич.	U <sub>2с1</sub> , В 0.00	втор U <sub>2с1</sub> , В / ° 0.00 0.0	Напряжение обратной последовательности секции 1
		U <sub>2с2</sub> , В 0.00	втор U <sub>2с2</sub> , В / ° 0.00 0.0	Напряжение обратной последовательности секции 2
		U <sub>потр1</sub> , В 0.00	вторU <sub>потр1</sub> , В / ° 0.00 0.0	Расчетное значение напряжения у потребителя 1 секции
		U <sub>потр2</sub> , В 0.00	вторU <sub>потр2</sub> , В / ° 0.00 0.0	Расчетное значение напряжения у потребителя 2 секции
		Част, Гц 50.00	Частота, Гц 50.00	Частота

Таблица 7 - Основное меню для дисплея терминала БЭ2502А0501

Основное меню	Меню	Подменю 1	Подменю 2	Содержание сообщения и диапазон изменения параметра
АРКТ	1 секция	Uпод1секции1	Uпод1секции1, В втор 100	Напряжение поддержания 1 секции 1, (85,0 – 145,0) В, с шагом 0,1 В
		Uпод2секции1	Uпод2секции1, В втор 100	Напряжение поддержания 2 секции 1, (85,0 – 145,0) В, с шагом 0,1 В
		Uпод3секции1	Uпод3секции1, В втор 100	Напряжение поддержания 3 секции 1, (85,0 – 145,0) В, с шагом 0,1 В
		Uпод4секции1	Uпод4секции1, В втор 100	Напряжение поддержания 4 секции 1, (85,0 – 145,0) В, с шагом 0,1 В
		ЗонаНечСек1	ЗонаНечСек1, ое 0.02	Зона нечувствительности секции 1, (0,01 - 0,21) о.е., с шагом 0,01
		Uminсекции1	Uminсекции1, В втор 85	Минимальное напряжение запрета регулирования секции 1, (50,0 – 95,0) В, с шагом 0,1 В
		Umaxсекции1	Umaxсекции1, В втор 105	Напряжение перенапряжения секции 1, (105,0 – 130,0) В, с шагом 0,1 В
		РежКомп Сек. 1	РежКомп Сек. 1 R/X	Режим компенсации падения напряжения в сети секции 1, R/X / Z (по току)
		R1 сети1	R1 сети1, Ом втор 1	Активное сопротивление прямой последовательности распределительной сети 1, (0 – 60,000) Ом, с шагом 0,001 Ом
		X1 сети1	X1 сети1, Ом втор 1	Реактивное сопротивление прямой последовательности распределительной сети 1, (0 – 60,000) Ом, с шагом 0,001 Ом
		ФазаТока с1	ФазаТока с1 C	Используемая фаза тока секции 1, A / B / C
		DUном секции1	DUном секции1 0,10	Падение напряжения в сети для секции 1 при Iном нагр, (0,00 – 0,20), с шагом 0,01 о.е.
		DUмакс. секции1	DUмакс. секции1 0,10	Максимальное падение напряжения в сети для секции 1, (0,00 – 0,20), с шагом 0,01 о.е.
		Iном секции 1	Iном секции 1 5	Номинальный ток секции 1, (0,15 - 12,0) А, с шагом 0,01А
		Вкл ТТ 1 секц	Вкл ТТ 1 секц 1вар	Включение ТТ 1секц, 1вар / 2вар
		БлСекции 1 по	БлСекции 1 по 3U0	Блокировка секции 1 по, 3U <sub>0</sub> / U <sub>2</sub>
		РН 3U0 с1	РН 3U0 с1, В втор 10	Напряжение срабатывания 3U <sub>0</sub> секции 1, (5,0 – 60,0) В, с шагом 0,1 В
	РН U2 с1	РН U2 с1, В втор 10	Напряжение срабатывания U <sub>2</sub> секции 1, (5,0 – 60,0) В, с шагом 0,1 В	
	РТ Iввmax1	РТ Iввmax1, А втор 1	Ток срабатывания ПО токовой перегрузки секции 1, (0,15 – 12,00) А, с шагом 0,01 А	
	2 секция	Uпод1секции2	Uпод1секции2, В втор 100	Напряжение поддержания 1 секции 2, (85,0 – 145,0) В, с шагом 0,1 В
		Uпод2секции2	Uпод2секции2, В втор 100	Напряжение поддержания 2 секции 2, (85,0 – 145,0) В, с шагом 0,1 В
		Uпод3секции2	Uпод3секции2, В втор 100	Напряжение поддержания 3 секции 2, (85,0 – 145,0) В, с шагом 0,1 В
		Uпод4секции2	Uпод4секции2, В втор 100	Напряжение поддержания 4 секции 2, (85,0 – 145,0) В, с шагом 0,1 В
		ЗонаНечСек2	ЗонаНечСек2, ое 0.02	Зона нечувствительности секции 2, (0,01-0,21) о.е., с шагом 0,01
		Uminсекции2	Uminсекции2, В втор 85	Минимальное напряжение запрета регулирования секции 2, (50,0 – 95,0) В с шагом 0,1 В

Продолжение таблицы 7

Основное меню	Меню	Подменю 1	Подменю 2	Содержание сообщения и диапазон изменения параметра
АРКТ	2 секция	Умахсекции2	Умахсекции2, В втор 105	Напряжение перенапряжения секции 2, (105,0 – 130,0) В, с шагом 0,1 В
		РежКомп Сек. 2	РежКомп Сек. 2 R/X	Режим компенсации падения напряжения в сети секции 2, R/X / Z (по току)
		R1 сети2	R1 сети2, Ом втор 1	Активное сопротивление прямой последовательности распределительной сети 2, (0 – 60,000) Ом, с шагом 0,001 Ом
		X1 сети2	X1 сети2, Ом втор 1	Реактивное сопротивление прямой последовательности распределительной сети 2, (0 – 60,000) Ом, с шагом 0,001 Ом
		ФазаТока 2с	ФазаТока 2с C	Используемая фаза тока 2с, A / B / C
		DУном секции2	DУном секции2 0,10	Падение напряжения в сети для секции 2 при Iном нагр, (0,00 – 0,20), с шагом 0,01 о.е.
		DУмакс. секции2	DУмакс. секции2 0,10	Максимальное падение напряжения в сети для секции 2, (0,00 – 0,20), с шагом 0,01 о.е.
		Iном секции 2	Iном секции 2 5	Номинальный ток секции 2, (0,15 - 12,0) А, с шагом 0,01 А
		Вкл ТТ 2 секц	Вкл ТТ 2 секц 1вар	Включение ТТ 2 сек, 1вар / 2вар
		БлСекции 2 по	БлСекции 2 по 3U0	Блокировка секции 2 по, 3U <sub>0</sub> / U <sub>2</sub>
		РН 3U0 с 2	РН 3U0 с2, В втор 10	Напряжение срабатывания 3U <sub>0</sub> секции 2, (5,0 – 60,0) В, с шагом 0,1 В
		РН U2 с 2	РН U2 с2, В втор 10	Напряжение срабатывания U <sub>2</sub> секции 2, (5,0 – 60,0) В, с шагом 0,1 В
		РТ Iввмах2	РТ Iввмах2, А втор 1	Ток срабатывания ПО токовой перегрузки секции 2, (0,15 – 12,00) А, с шагом 0,01 А
	Общие уставки	Тперв.приб	Тперв.приб, с 80	Задержка первичного сигнала управления прибавить, (1,00 – 200,00) с, с шагом 0,01 с
		Тповт.приб	Тповт.приб, с 80	Задержка повторного сигнала управления прибавить, (0,10 – 200,00) с, с шагом 0,01 с
		Тперв.убав	Тперв.убав, с 80	Задержка первичного сигнала управления убавить, (1,00 – 200,00) с, с шагом 0,01 с
		Тповт.убав	Тповт.убав, с 80	Задержка повторного сигнала управления убавить, (0,10 – 200,00) с, с шагом 0,01 с
		Тсигн.перенап	Тсигн.перенап, с 10	Задержка сигнала Перенапряжения, (0,05 – 10,00) с, с шагом 0,01 с
		Тком.перенап	Тком.перенап, с 10	Задержка управления убавить при перенапряжении, (0,05 – 10,00) с, с шагом 0,01 с
		Тпереключения	Тпереключения, с 1	Время ожидания появления сигнала «Переключение», (0,05 – 6,00) с, с шагом 0,01 с
		Тснятия перек	Тснятия перек, с 60	Время ожидания снятия сигнала «Переключение», (0,05 – 60,00) с, с шагом 0,01 с
		Тснят.сиг.упр	Тснят.сиг.упр, с 1	Задержка снятия сигналов управления, (0,001 – 2,000) с, с шагом 0,001 с
		Тконтр.пром.пол.	Тконтр.пром.пол., с 6.00	Время контроля промежуточного положения РПН, (1,00 – 27,00) с, с шагом 0,01 с
Тсигн.рассогл.	Тсигн.рассогл., с 1	Задержка сигнализации рассогласования, (0,05 – 10,00) с, с шагом 0,01 с		
Промежут.Полож.	Промежут.Полож. предусмотрен	Контакт Промежуточное положение в привод РПН, предусмотрен / не предусмотрен		
БлокРПНвР/ТУ отИО	БлокРПНвР/ТУотИО не предусмотрена	Блокировка РПН в Ручном/ТУ от ИО, не предусмотрена / предусмотрена		



## Продолжение таблицы 7

Основное меню	Меню	Подменю 1	Подменю 2	Содержание сообщения и диапазон изменения параметра
АРКТ	Общие уставки	БлокРПНвР/ТУ отДВ	БлокРП-НвР/ТУотДВ не предусмотрена	Блокировка РПН в Ручном/ТУ от дискрет. вх., не предусмотрена / предусмотрена
		ПриВкл2-хСекРег	ПриВкл2-хСекРег 1секции	При включении двух секций регулирование по, 1секции / 2секции
		Контр 2 секц	Контр 2 секц предусмотрен	Контроль двух секций, не предусмотрен / предусмотрен
		Режим работы	Режим работы импульсный	Режим работы, непрерывный / импульсный
		ОтклПитанияПМ	ОтклПитанияПМ непрерывно	Время сигнала «Отключение питания ПМ», 1сек / непрерывно
		ЗадерБлокАРТ, с	ЗадерБлокАРТ, с 10	Задержка сигнализации Блокировка АРКТ, (0 – 27,00) с, с шагом 0,01 с
		НапСчетаСтПерек	НапСчетаСтПерек прямое	Направление счета ступеней переключения, прямое / обратное
		КонтрГруппыПМ	КонтрГруппыПМ не предусмотрен	Контроль группы ПМ, не предусмотрен / предусмотрен
		НачСтРегул	НачСтРегул 1	Начальная ступень регулирования, (1 - 40), с шагом 1
		КонСтРегул	КонСтРегул 40	Конечная ступень регулирования, (1 - 40), с шагом 1
		Номер ступени	Номер ступени 20	Номер ступени, (1 - 40), с шагом 1
		Колич. перекл	Колич. перекл 0	Количество переключений, (0 - 65535) с шагом 1
Дополнительная логика и поддержки времени	ПРМ Вход 1	ПРМ Вход 1 10.0		Прием сигнала по входу 1, (см. список сигналов в приложении Б)
	ВремяСраб Вход1	ВремяСрабВход1, с 10.0	-	Задержка на срабатывание по входу 1, (0 – 27,00) с, с шагом 0,01 с
	ПРМ Вход 2	ПРМ Вход 2 10.0		Прием сигнала по входу 2, (см. список сигналов в приложении Б)
	ВремяСраб Вход2	ВремяСрабВход2, с 10.0	-	Задержка на срабатывание по входу 2, (0 – 210,0) с, с шагом 0,1 с
	ПРМ Вход 3	ПРМ Вход 3 10.0		Прием сигнала по входу 3, (см. список сигналов в приложении Б)
	ВремяВозвр Вход3	ВремяВозврВход3, с 1.0	-	Задержка на возврат по входу 3, (0,0 – 27,0), с, с шагом 0,1 с
	ПрогрНакл1	ПрогрНакл1 не предусмотр.	-	Программная накладка 1, не предусмотрена / предусмотрена
	ПрогрНакл2	ПрогрНакл2 не предусмотр.	-	Программная накладка 2, не предусмотрена / предусмотрена
ПрогрНакл3	ПрогрНакл3 не предусмотр.	-	Программная накладка 3, не предусмотрена / предусмотрена	

## 2.2.7 Указания по вводу шкафа в эксплуатацию

## 2.2.7.1 При вводе шкафа в эксплуатацию необходимо выполнить следующие работы:

- проверку сопротивления изоляции шкафа;
- выставление и проверку уставок устройств и защит шкафа;
- проверку шкафа рабочим током и напряжением;
- проверку действия шкафа в центральную сигнализацию;
- проверку взаимодействия шкафа с другими НКУ.

## 2.2.7.2 Проверка сопротивления изоляции шкафа

Проверку сопротивления изоляции шкафа необходимо производить в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004) в холодном состоянии шкафа в следующей последовательности:

- снять напряжение со всех источников, связанных со шкафом, а подходящие концы отсоединить;
- рабочие крышки испытательных блоков шкафа установить в рабочее положение;
- собрать группы цепей в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Наименование цепи	Объединяемые зажимы шкафа
1 Цепи переменного тока 1 секции	X1 - X4
2 Цепи переменного тока 2 секции	X5 - X8
3 Цепи напряжения переменного тока 1 секции	X9 - X12
4 Цепи напряжения переменного тока 2 секции	X13 - X16
5 Цепи оперативного постоянного тока ± ЕС	X17 - X35
6 Выходные цепи	X36 - X57
7 Цепи сигнализации	X60 - X69
8 Цепи переменного тока	X70, X71, X75, X76
9 Цепи логометра	X72 - X74

Измерение сопротивления изоляции необходимо производить в холодном состоянии мегомметром на напряжение 1000 В. Сначала измеряется сопротивление изоляции по отношению к корпусу всех цепей, объединенных вместе, а потом – каждой выделенной группы относительно остальных цепей, соединенными между собой. Сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм при температуре  $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности до 80 %.

2.2.7.3 Проверку электрической прочности изоляции независимых цепей относительно корпуса и между собой необходимо производить напряжением 1700 В переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Проверку электрической прочности изоляции производить в последовательности, указанной в 2.2.7.2. При испытаниях не должно быть пробоя изоляции.

После проверки изоляции все временные перемычки снять.

#### 2.2.7.4 Проверка шкафа рабочим током и напряжением

Необходимые измерения и переключения выполнять с помощью дисплея и клавиатуры терминала или с помощью программы мониторинга “EKRASMS”.

2.2.7.4.1 Проверка правильности подведения к комплекту тока и напряжения от измерительных трансформаторов

Подключить цепи переменного тока и напряжения от измерительных трансформаторов защищаемого трансформатора. По показаниям дисплея терминала или через систему “EKRASMS” снять показания и построить векторные диаграммы токов и напряжений, подведенных к терминалу. Величины модулей и углов векторов токов и напряжений занести в таблицу 9.

Таблица 9 - Величины модулей и углов векторов токов и напряжений

Наименование	Ток, А				Напряжение, В			
					1 секции		2 секции	
	$I_{CB\ 1\ СЕК}$	$I_{B\ 1\ СЕК}$	$I_{CB\ 2\ СЕК}$	$I_{B\ 2\ СЕК}$	$U_{AB}$	$3U_0$ ( $U_{BC}$ )	$U_{AB}$	$3U_0$ ( $U_{BC}$ )
Величина								
Угол, эл. град.*)								

По векторной диаграмме убедиться в правильности чередования фаз токов и напряжений, подключенных к комплекту.

2.2.7.4.2 Проверка симметричных составляющих в подводимых трехфазных системах напряжения и тока

Снять показания векторов напряжения и тока прямой, обратной и нулевой последовательности. Векторы напряжения и тока прямой последовательности во вторичных величинах должны быть близкими к векторам, соответственно, напряжения и тока фазы А.

Модули векторов напряжения и тока обратной последовательности не должны превышать 3 % от модулей векторов, соответственно, напряжения и тока прямой последовательности.

Модуль вектора тока нулевой последовательности не должен превышать 3 % от модуля вектора тока прямой последовательности.

Модуль вектора напряжения нулевой последовательности не должен превышать 4 % от величины модуля вектора напряжения прямой последовательности.

Значения углов векторов напряжений и токов обратной и нулевой последовательностей могут быть произвольными.

2.2.7.4.3 Проверка поведения шкафа при снятии и подаче напряжения оперативного постоянного тока

При поданном токе нагрузки, отключением и включением напряжения оперативного постоянного тока с помощью переключателя «Питание» убедиться, что ложного срабатывания шкафа не происходит.

2.2.7.4.4 Проверка уставок шкафа

При проверке уставок измерительных реле тока и напряжения необходимо конфигурировать проверяемое реле на контрольный выход терминала с помощью программы "EKRASMS". Срабатывание проверяемого реле фиксировать по замыканию контактов реле контрольного выхода на зажимах X58 - X59.

2.2.7.5 Проверка действия на центральную сигнализацию и проверка взаимодействия шкафа с другими НКУ.

Проверка производится наладочным персоналом в установленном порядке.

### **2.3 Возможные неисправности и методы их устранения**

2.3.1 Неисправности могут возникнуть при нарушении условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

2.3.2 При включении питания и в процессе работы шкафа могут возникнуть неисправности, обнаруживаемые системой контроля терминала. Описание возможных неисправностей и методов их устранения приведены в руководстве по эксплуатации ЭКРА.650321.084РЭ.

### **3 Техническое обслуживание шкафа**

#### **3.1 Общие указания**

Цикл технического обслуживания (ТО) шкафа в процессе его эксплуатации составляет восемь лет в соответствии с требованиями РД 153-34.0-35.617-2001 «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110 – 750 кВ» для устройств на микроэлектронной и микропроцессорной базе. Под циклом ТО понимается период эксплуатации шкафа между двумя ближайшими восстановлением, в течение которого выполняются в определённой последовательности виды ТО, предусмотренные вышеуказанными Правилами: проверка (наладка) при новом включении (см. 3.3), первый профилактический контроль, профилактический контроль, профилактическое восстановление, проводимые в сроки и в объёме проверок, установленных у потребителя. Установленная продолжительность цикла ТО может быть увеличена или сокращена в зависимости от конкретных условий эксплуатации, длительности эксплуатации с момента ввода в работу, фактического состояния каждого конкретного шкафа, а также квалификации обслуживающего персонала.

##### **3.1.1 Профилактический контроль**

Терминалы серии БЭ2502 имеют встроенную систему самодиагностики и не требуют периодического тестирования.

Особое внимание при проведении профилактического контроля следует уделить протяжке винтов на клеммах терминала и на ряду зажимов шкафа.

При проведении профилактического контроля рекомендуется измерить переменные токи и напряжения, подводимые к зажимам шкафа, и произвести их сравнение с показаниями токов и напряжений на жидкокристаллических индикаторах терминалов. При соответствии показаний дальнейшую проверку уставок защит допускается не производить.

При проведении профилактического контроля целесообразно проверить исправность дискретных входов терминалов, а также замыкание выходных зажимов шкафа. Перед выполнением проверки необходимо принять меры для исключения действия шкафа во внешние цепи.

Проверку исправности дискретных входов, выведенных на ряд зажимов шкафа, а также оперативных ключей и кнопок на двери шкафа рекомендуется выполнять контролем состояния входа при выполнении соответствующих переключений с помощью индикатора терминала или программы мониторинга "EKRASMS".

##### **3.1.2 Профилактическое восстановление.**

При профилактическом восстановлении рекомендуется произвести в соответствии с указаниями 3.3 следующие проверки:

- проверку состояния электрической изоляции шкафа;
- проверку уставок защит шкафа;
- проверку шкафа рабочим током и напряжением;
- проверку воздействия на внешние цепи;

- проверку действия на центральную сигнализацию;
- проверку взаимодействия шкафа с другими НКУ.

Персонал, обслуживающий шкаф, может самостоятельно произвести ремонт или замену внешних реле шкафа, переключателей, светосигнальной арматуры и т.д.

**В случае обнаружения дефектов в терминале БЭ2502 или в устройстве связи с ПК, необходимо немедленно поставить в известность предприятие-изготовитель. Восстановление вышеуказанной аппаратуры может производить только специально подготовленный персонал.**

### **3.2 Меры безопасности**

3.2.1 Конструкция шкафа пожаробезопасна в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 и обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2007 (МЭК 60439-1:2004), ГОСТ 12.2007.0-75. По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.2.2 Аппаратура шкафа для защиты от соприкосновения с токоведущими частями имеет оболочку.

3.2.3 При эксплуатации и испытаниях шкафа необходимо руководствоваться “Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации”.

3.2.4 Требования к персоналу и правила работ со шкафом, необходимые при обслуживании и эксплуатации шкафа, приведены в 2.2.1 настоящего РЭ.

3.2.5 При соблюдении требований эксплуатации и хранения шкаф не создает опасность для окружающей среды.

### **3.3 Проверка работоспособности (эксплуатационные проверки)**

3.3.1 При профилактическом восстановлении рекомендуется пользоваться методикой, приведенной в 2.2.5 настоящего РЭ.

В процессе эксплуатации объем проверок может быть сокращен, а порядок их проведения изменен.

3.3.2 Проверка и настройка терминала защиты производится в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации ЭКРА.650321.084РЭ.

#### 4 Транспортирование и хранение

Условия транспортирования, хранения и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода шкафа в эксплуатацию должны соответствовать указанным в таблице 10.

Таблица 10

Вид поставки	Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69	Допустимые сроки сохраняемости в упаковке поставщика, годы
	механических факторов по ГОСТ 23216-78	климатических факторов таких, как условия хранения по ГОСТ 15150-69		
1 Для поставок внутри страны (кроме районов Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002)	Л	5(ОЖ4)	1(Л)	3
2 Для поставок внутри страны в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002	С	5(ОЖ4)	2(С)	3

Примечания:

1 Шкафы рассчитаны на хранение в неотапливаемых помещениях с верхним значением температуры окружающего воздуха плюс 40 °С и нижним - минус 25 °С с относительной влажностью воздуха 80 % при температуре плюс 25 °С.

2 Шкафы должны транспортироваться надежным и закрытым транспортом. При транспортировании должны допускаться следующие воздействия внешней окружающей среды: верхнее значение температуры окружающего воздуха плюс 50 °С, нижнее - минус 25 °С.

3 Для условий транспортирования в части воздействия механических факторов "Л" допускается общее число перегрузок не более четырёх.

4 Для условий транспортирования в части воздействия механических факторов "С" для экспортных поставок в районы с умеренным климатом, при наличии указания в заказе, допускается транспортирование морским путём.

5 Требования по условиям хранения распространяются на склады изготовителя и потребителя продукции.

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

7 Погрузка, крепление и перевозка шкафов в транспортных средствах должны осуществляться в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта. При погрузочно-разгрузочных работах нельзя подвергать шкаф ударным нагрузкам.

## **5 Утилизация**

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

5.2 Основным методом утилизации является разборка изделия. При разборке целесообразно разделять материалы по группам. Из состава изделия подлежат утилизации черные и цветные металлы. Черные металлы при утилизации необходимо разделять на сталь конструкционную и электротехническую, а цветные металлы - на медные и алюминиевые сплавы (см. приложение В).



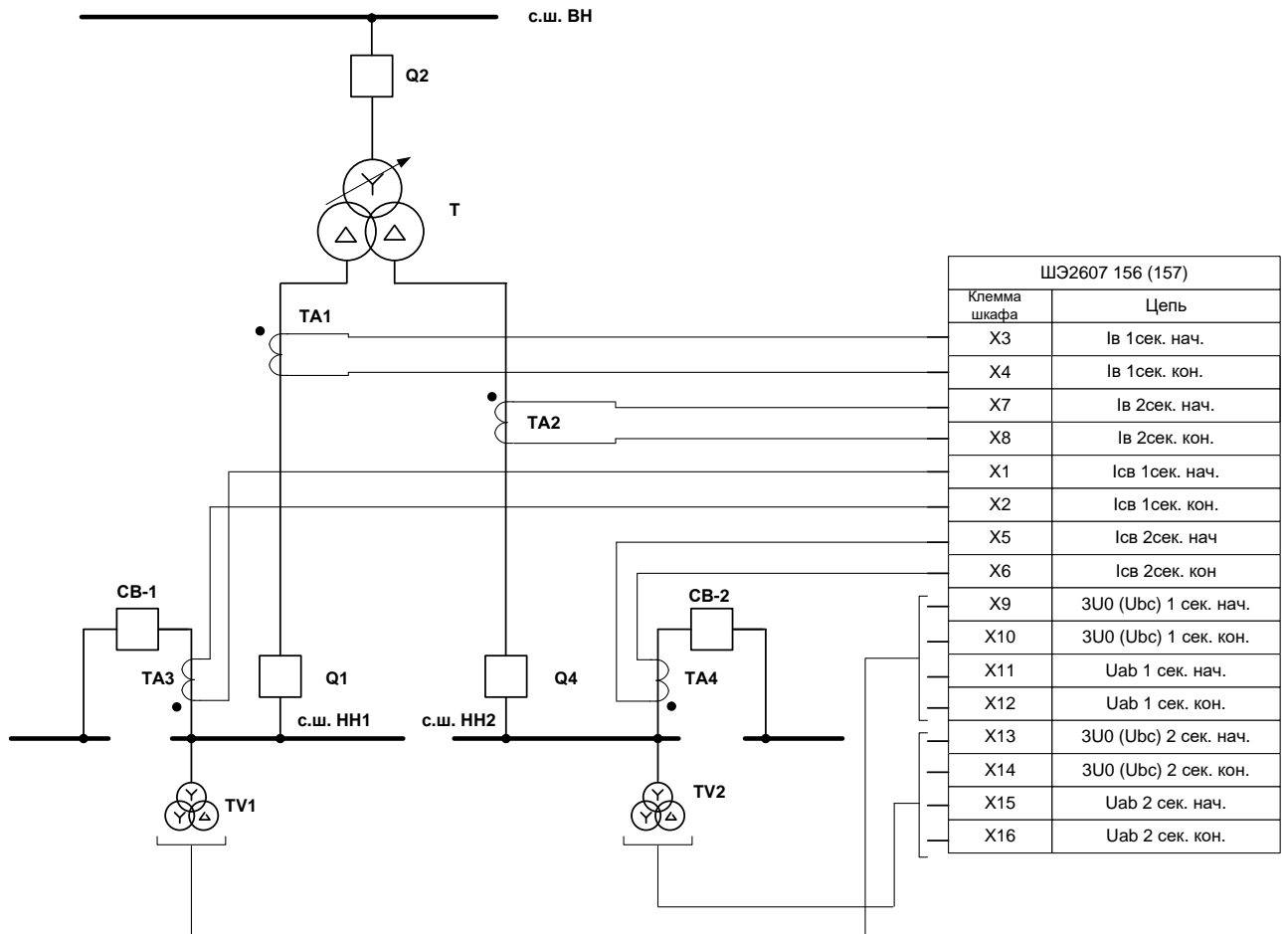


Рисунок 1.1 – Схема подключения комплекта 01(02) к цепям переменного тока и напряжения

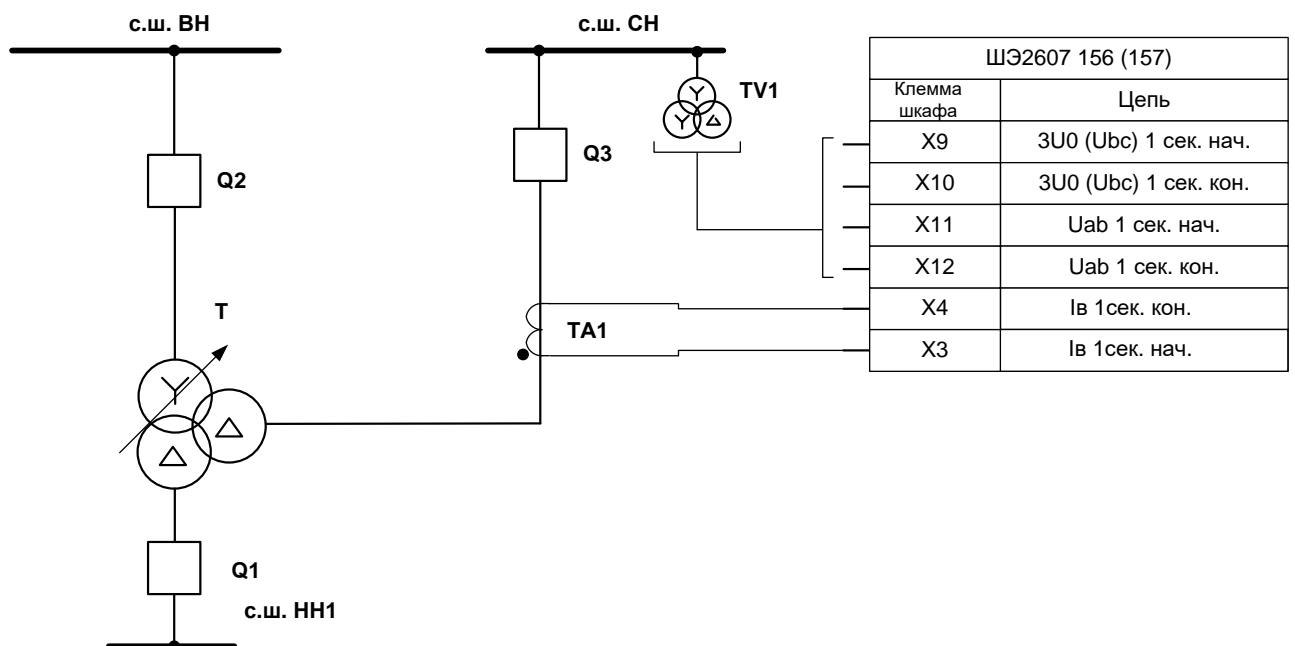


Рисунок 1.2 - Схема подключения комплекта 01(02) к цепям переменного тока и напряжения (в схемах без контроля тока секционного выключателя низкой стороны)

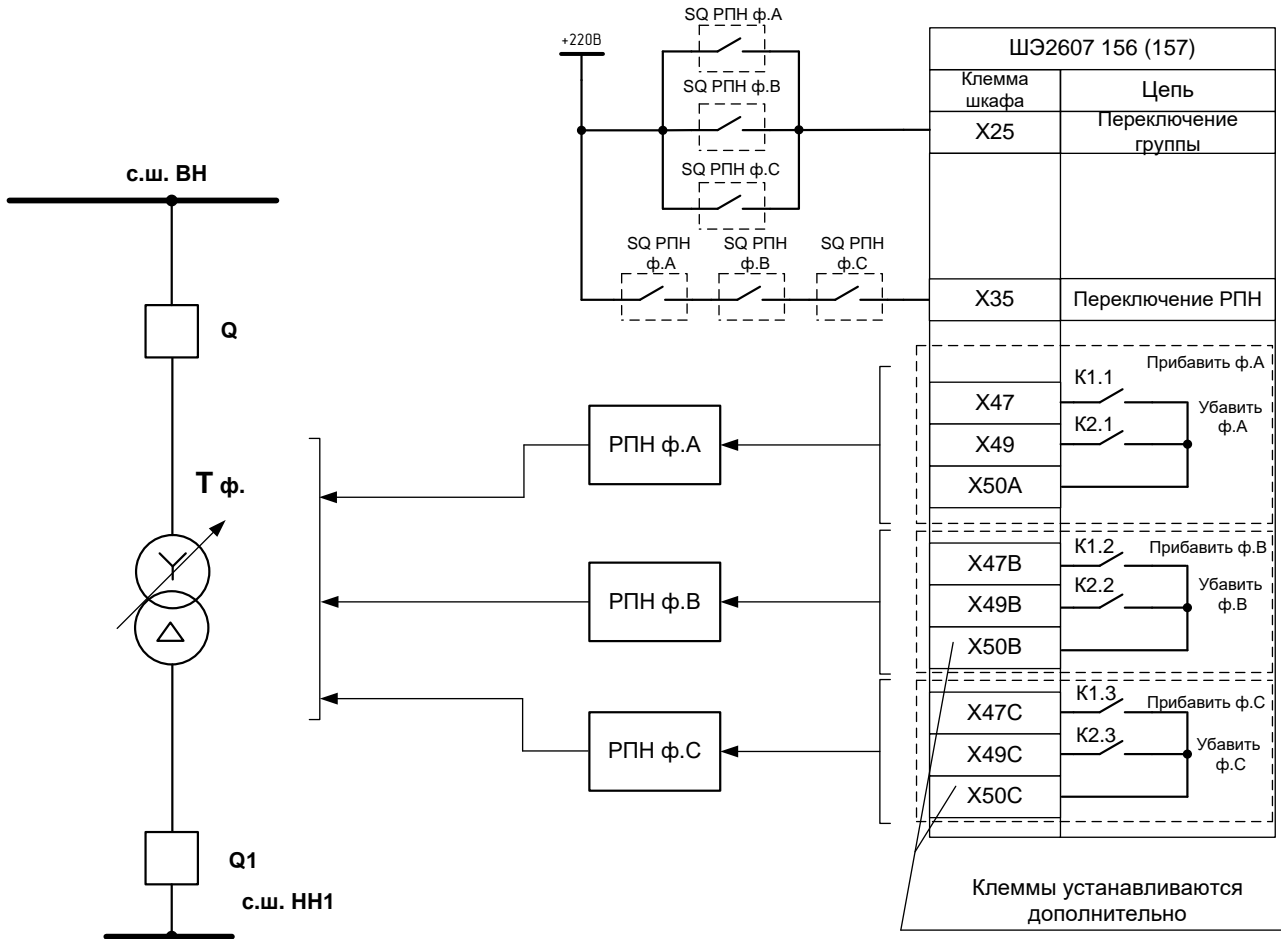


Рисунок 1.3 - Схема подключения комплекта 01(02) при регулировании РПН с пофазными приводами

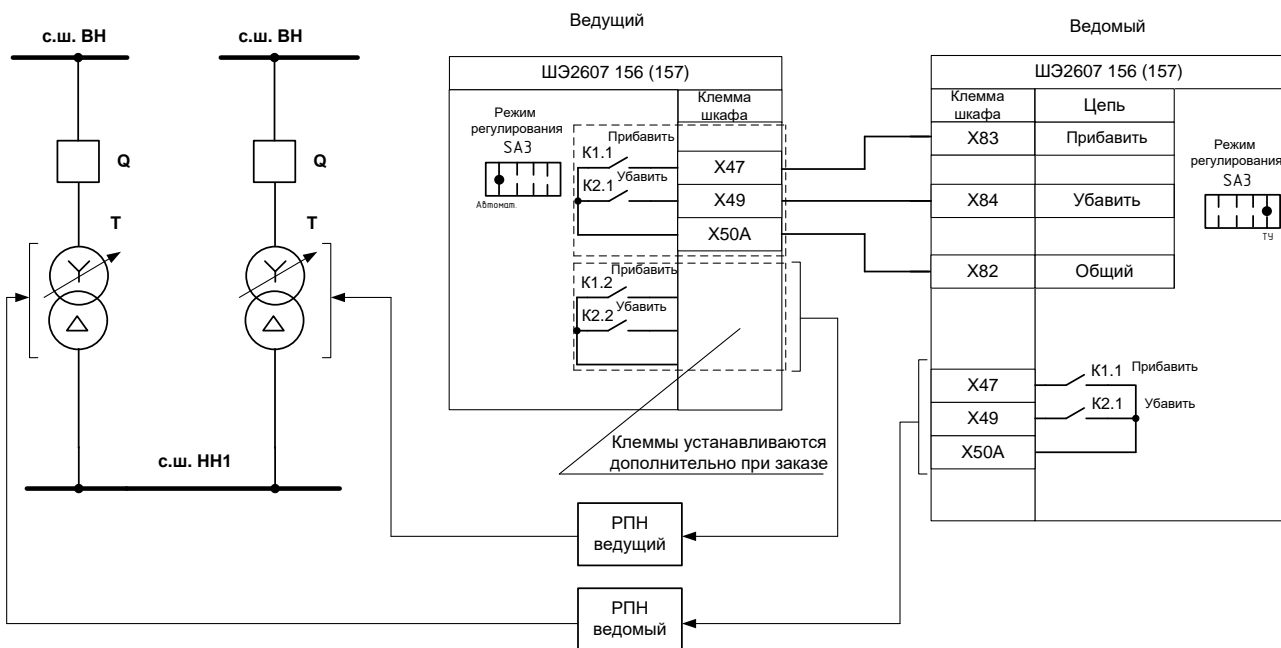
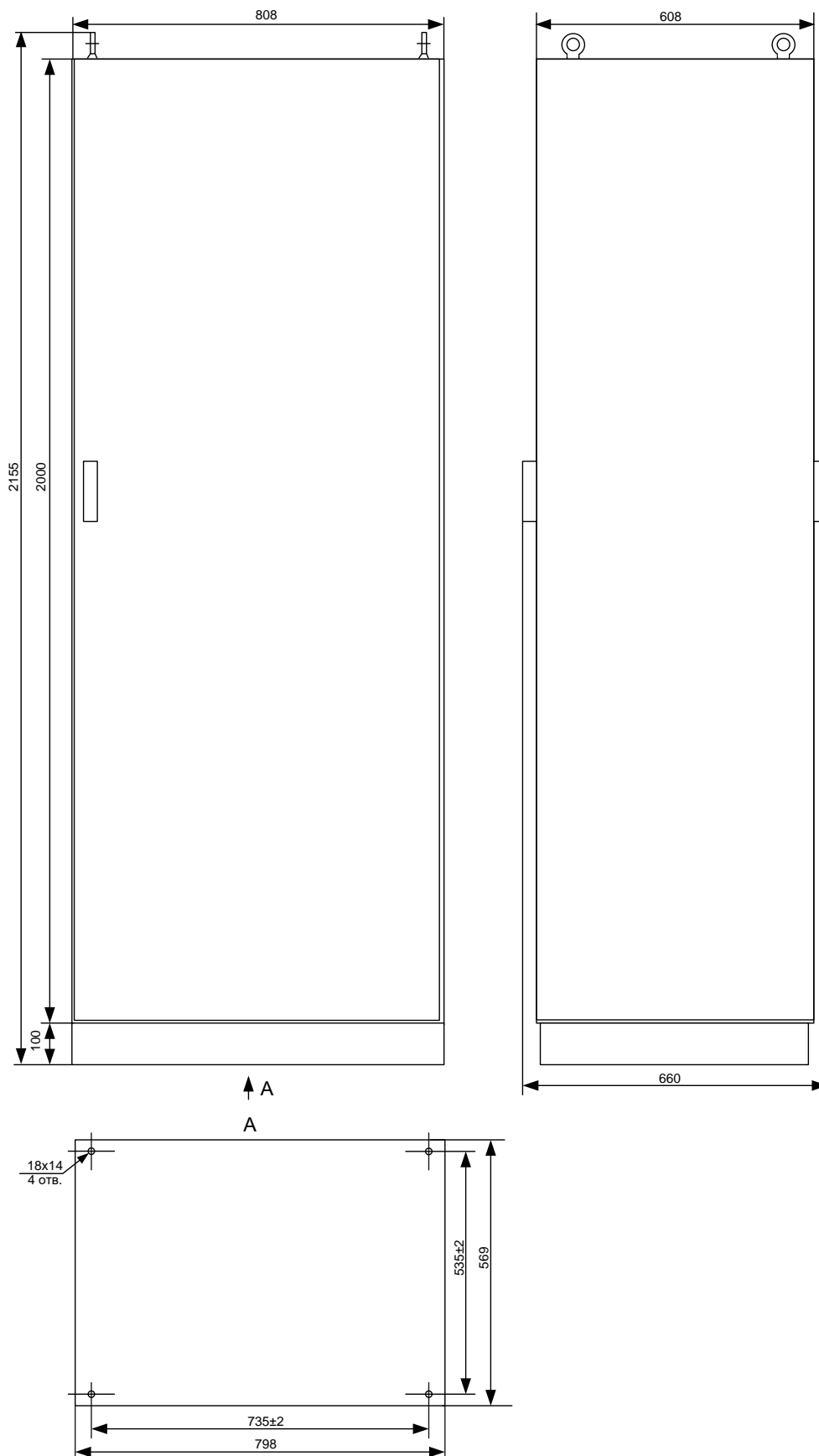


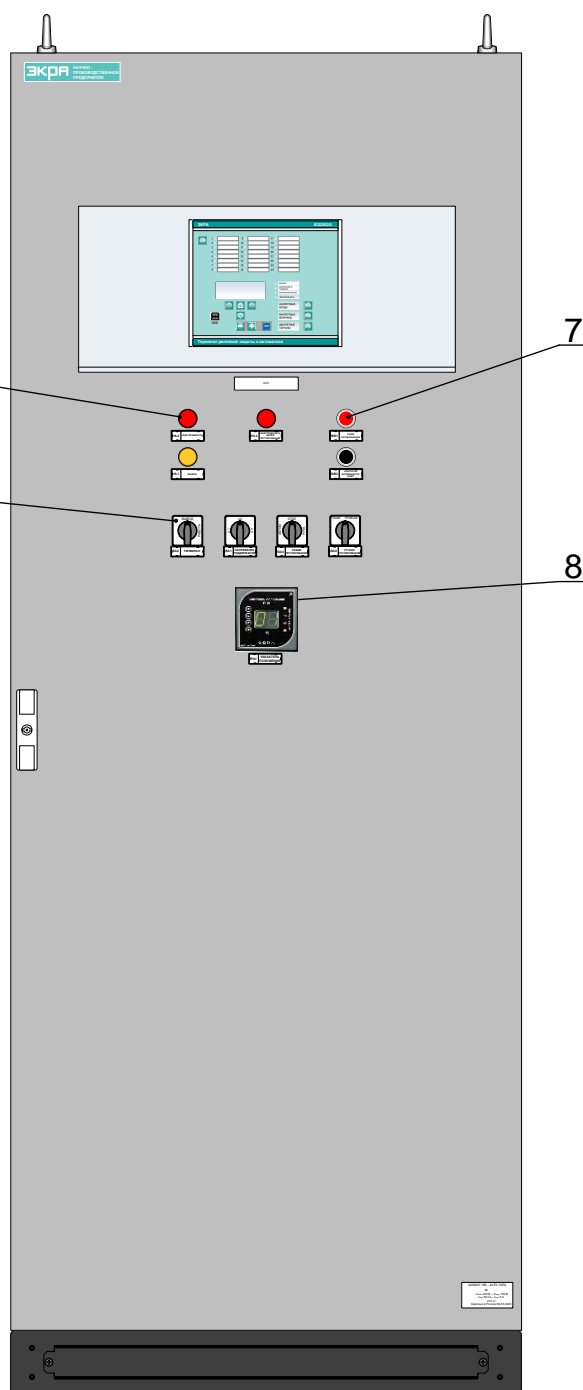
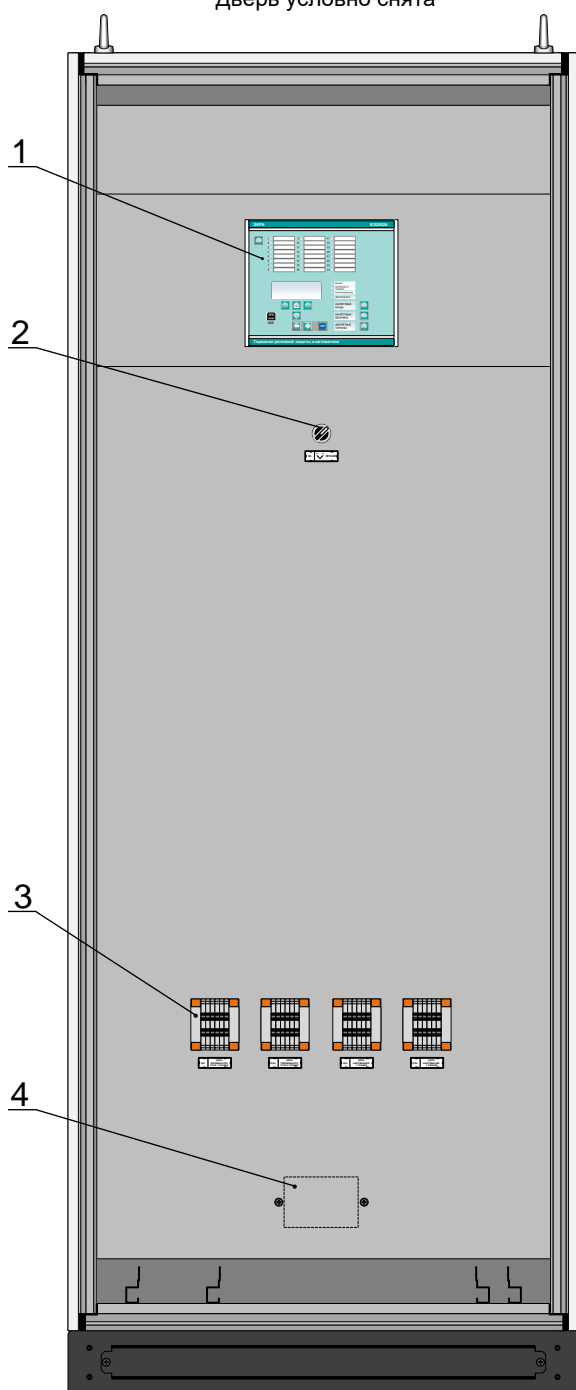
Рисунок 1.4 – Схема подключения комплекта 02 при параллельном регулировании РПН



Размеры без предельных отклонений - максимальные  
 Максимальный угол открывания передней двери 130°  
 Масса шкафа не более 220 кг.

Рисунок 2 - Габаритные, установочные размеры и масса шкафа

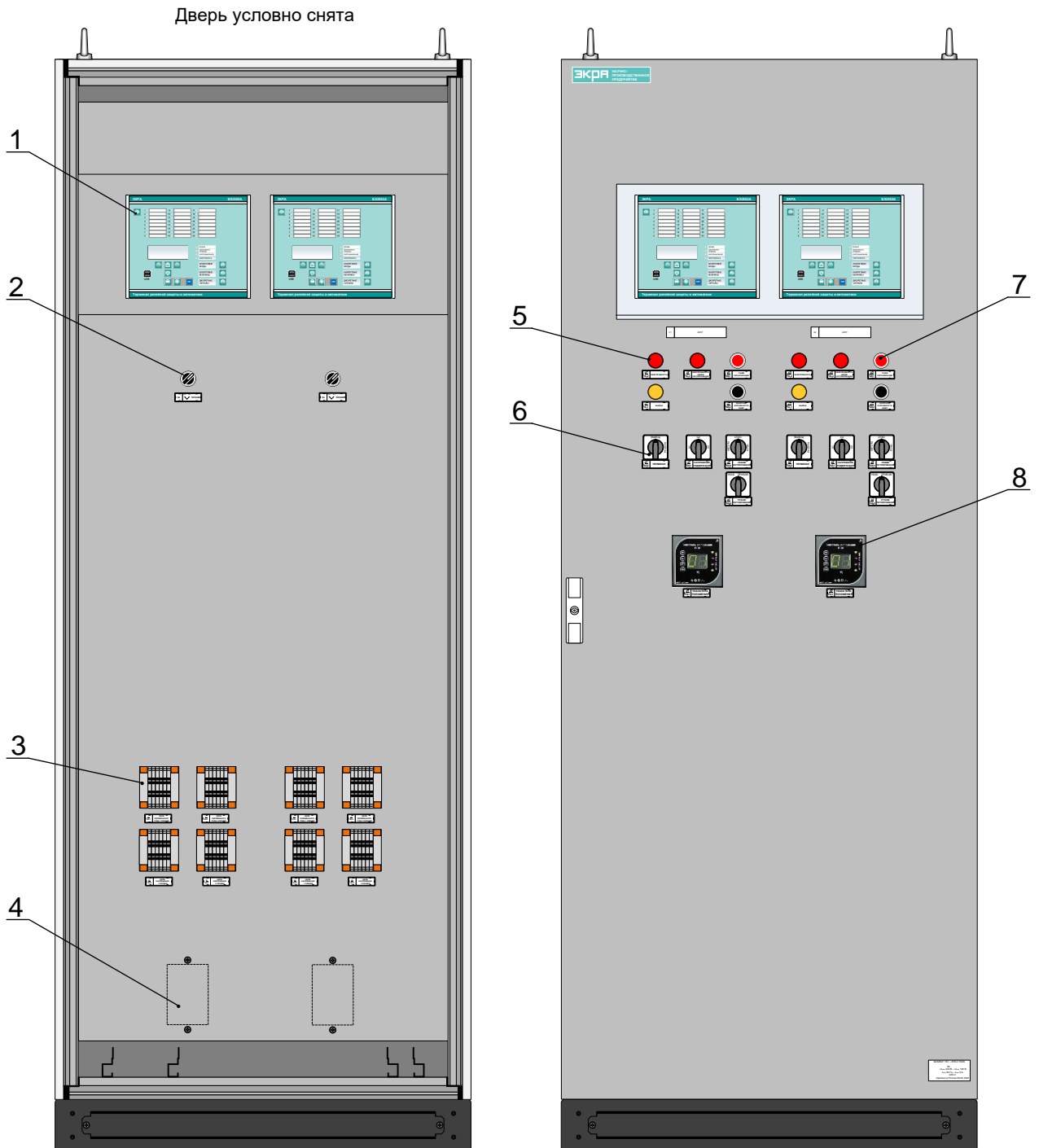
Дверь условно снята



- 1 - терминал БЭ2502А
- 2 - переключатель
- 3 - блок испытательный
- 4 - блок фильтров

- 5 - лампа
- 6 - выключатель
- 7 - переключатель
- 8 - указатель положения РПН  
(устанавливается по заказу)

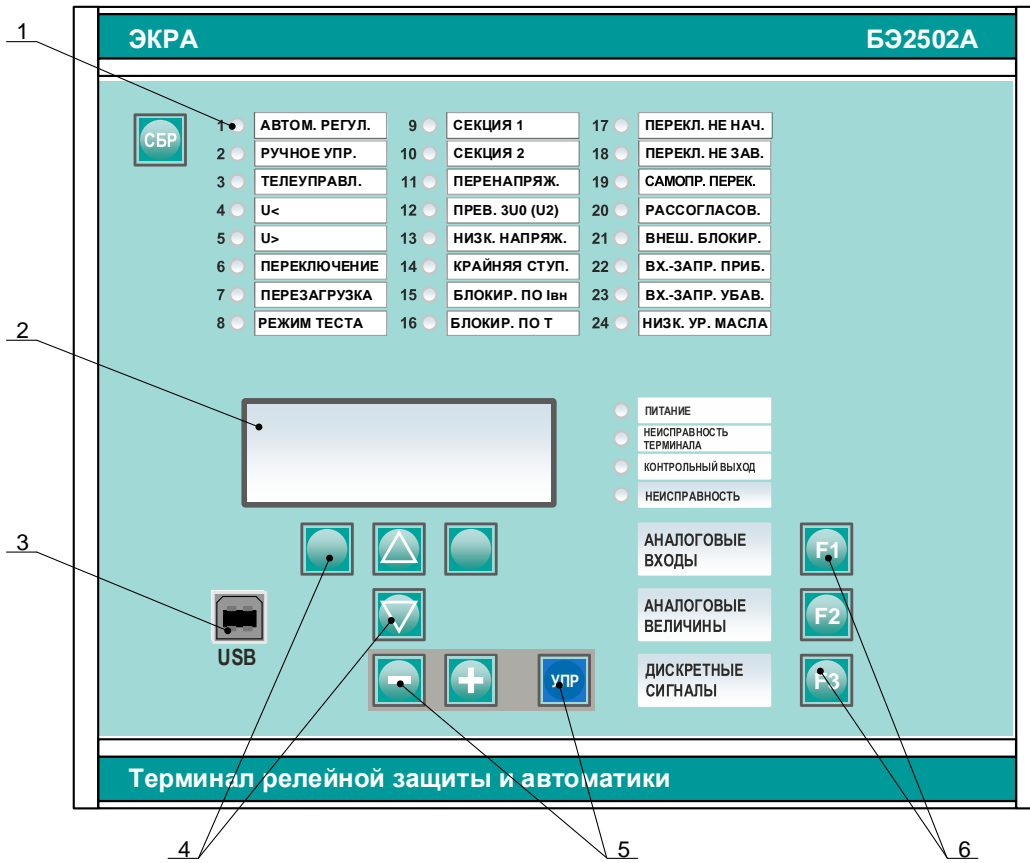
Рисунок 3.1 - Общий вид шкафа ШЭ2607 156



- 1 - терминал БЭ2502А
- 2 - переключатель
- 3 - блок испытательный
- 4 - блок фильтров
- 5 - лампа

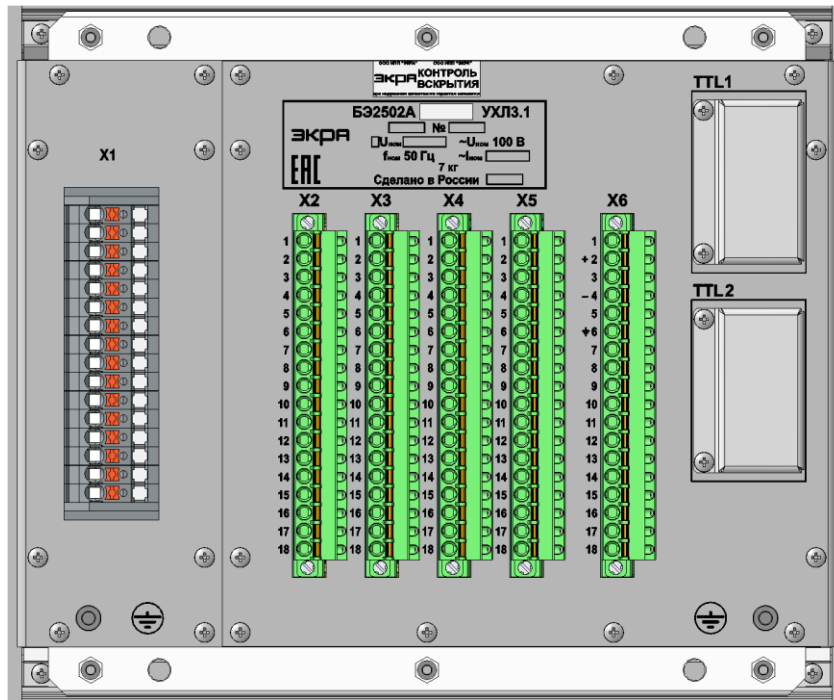
- 6 – выключатель
- 7 - переключатель
- 8 - указатель положения РПН  
(устанавливается по заказу)

Рисунок 3.2 - Общий вид шкафа ШЭ2607 157

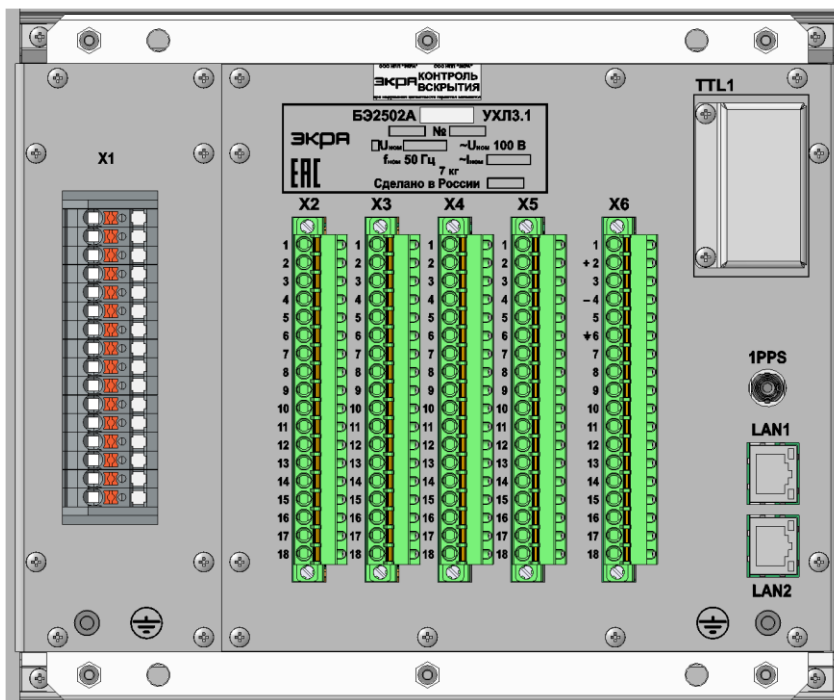


- 1 – светодиодные индикаторы без запоминания срабатывания
- 2 – жидкокристаллический дисплей
- 3 – разъем для подключения к последовательному порту ПК
- 4 – клавиатура
- 5 – кнопки управления приводом РПН
- 6 – дополнительные функциональные кнопки

Рисунок 4.1 - Расположение элементов на лицевой панели терминала БЭ2502А0501



а)



б)

Рисунок 4.2 – Расположение клеммников и разъёмов на задней плите терминала БЭ2502А:

- а) в терминале без поддержки протокола МЭК 61850;
- б) в терминале с поддержкой протокола МЭК 61850.

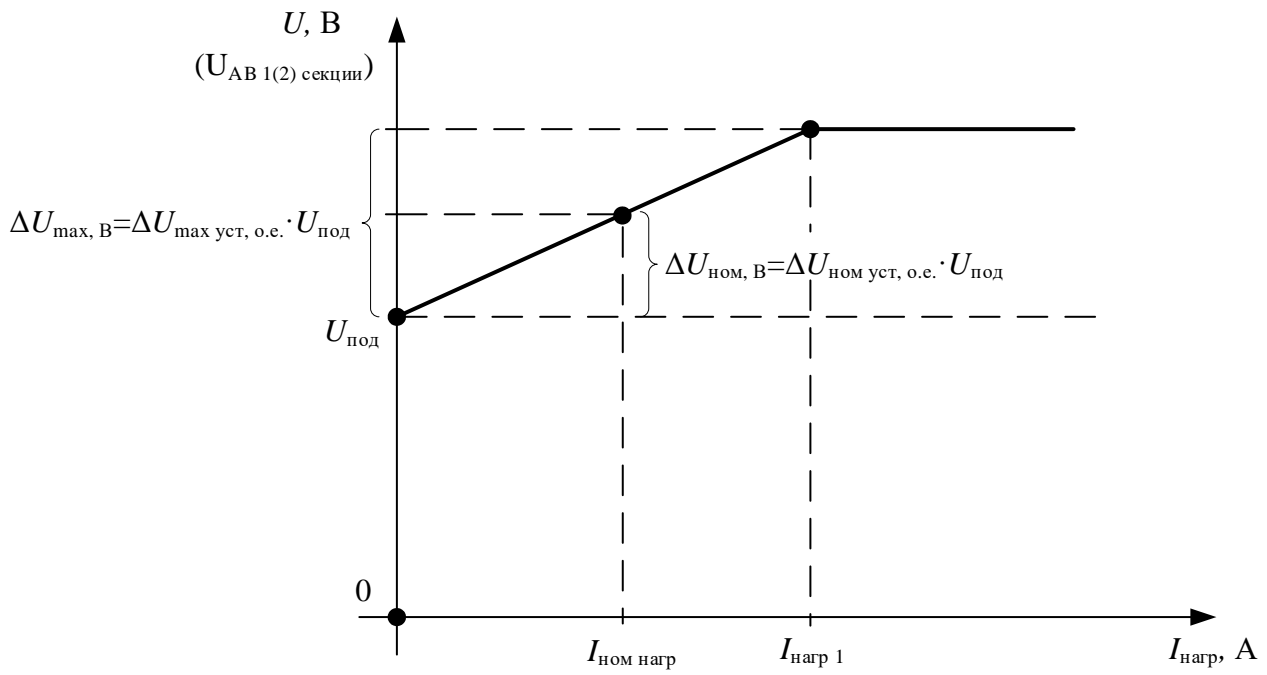


Рисунок 5 – Зависимость компенсации падения напряжения от тока нагрузки

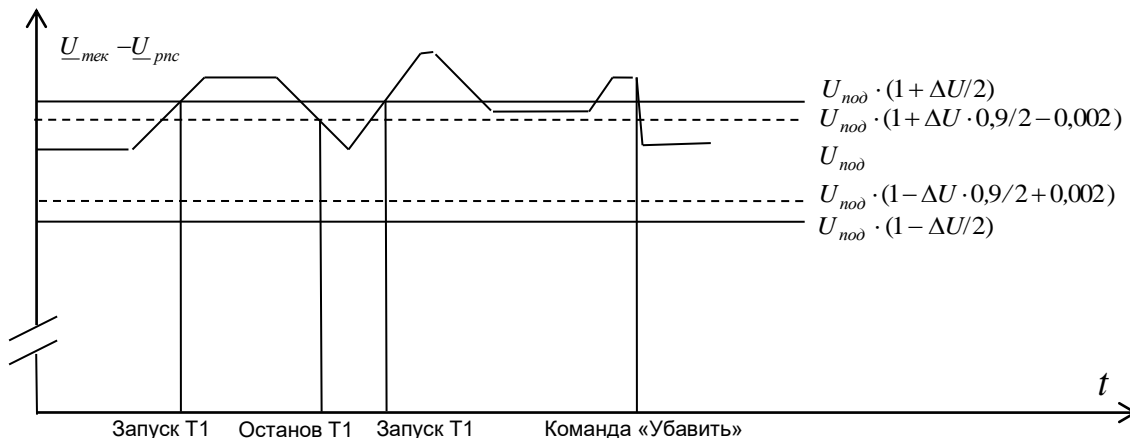


Рисунок 6 – Пример автоматического регулирования



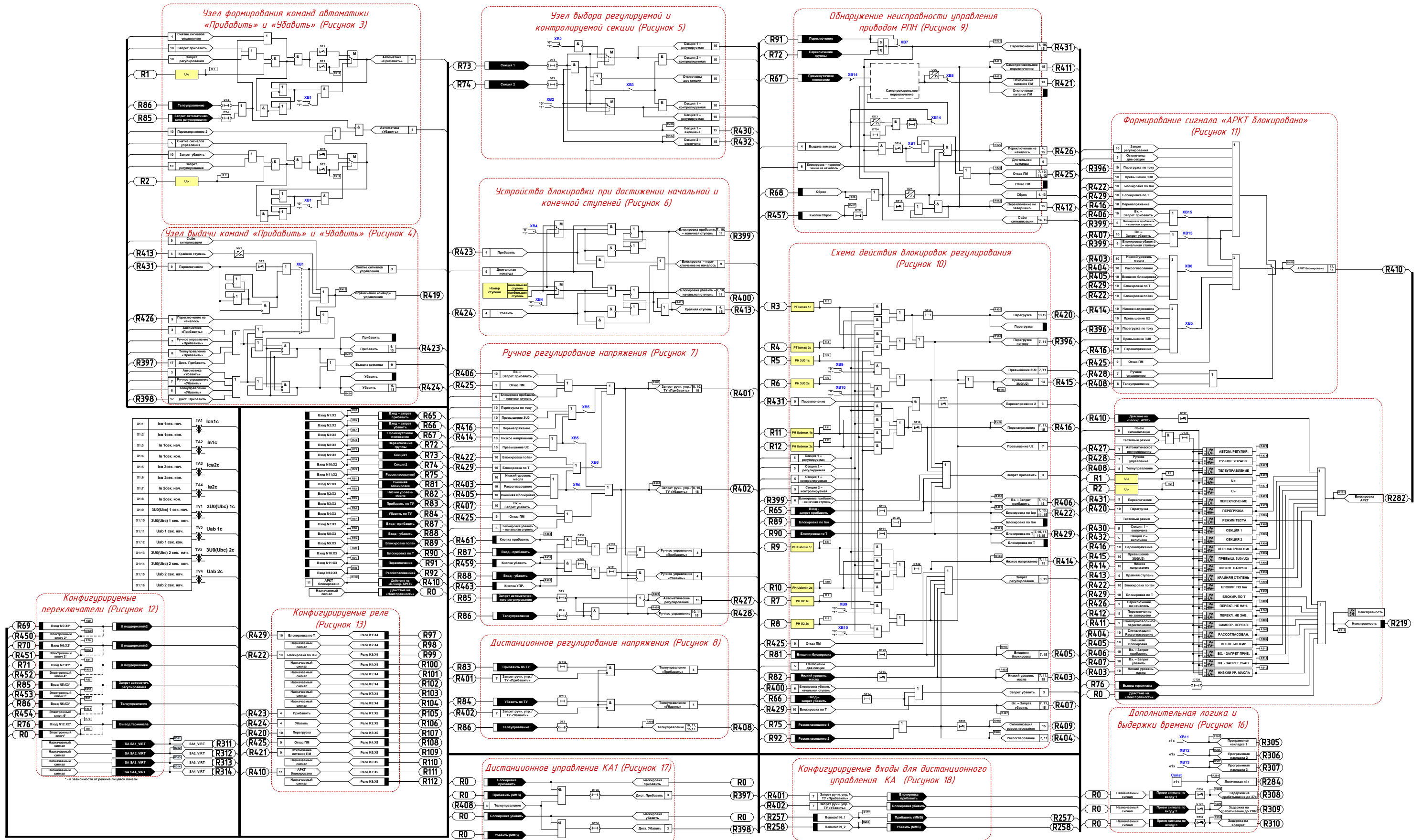


Рисунок 7 – Функциональная схема логической части терминала БЭ2502А0501



Таблица 11 – Назначение программных переключателей и накладок

Обозначение	Назначение	Положение
XB1	Режим работы	0 - непрерывный
		1 - импульсный
XB2	При включении двух секций регулирование по	0 - 1 секции
		1 - 2 секции
XB3	Контроль двух секций	0 - не предусмотрен
		1 - предусмотрен
XB4	Направление счёта ступеней переключения	0 - прямое
		1 - обратное
XB5	Блокировка РПН в Ручном/ТУ от ИО	0 - не предусмотрена
		1 - предусмотрена
XB6	Блокировка РПН в Ручном/ТУ от дискретных входов	0 - не предусмотрена
		1 - предусмотрена
XB7	Контроль группы ПМ	0 - не предусмотрен
		1 - предусмотрен
XB8	Отключение питания ПМ	0 - 1 сек
		1 - непрерывно
XB9	Блокировка секции 1 по	0 - $3U_0$
		1 - $U_2$
XB10	Блокировка секции 2 по	0 - $3U_0$
		1 - $U_2$
XB11	Программная накладка 1	0 - не предусмотрена
		1 - предусмотрена
XB12	Программная накладка 2	0 - не предусмотрена
		1 - предусмотрена
XB13	Программная накладка 3	0 - не предусмотрена
		1 - предусмотрена
XB14	Контакт «Промежуточное положение» в приводе РПН	0 - предусмотрен
		1 - не предусмотрен
XB15	Действие крайних положений РПН на сигнал АРКТ заблокировано	0 - не предусмотрено
		1 - предусмотрено

Таблица 12 – Назначение и параметры элементов выдержки времени

Обозначение	Назначение	$t$ , с
DT1	Выдержка времени выдачи первичной команды управления приводом «Прибавить»	1,0 - 200,0
DT2	Выдержка времени выдачи повторной команды управления приводом «Прибавить»	0,1 - 200,0
DT3	Выдержка времени на возврат сигнала «Телеуправление»	1,0

Продолжение таблицы 12

Обозначение	Назначение	$t$ , с
DT4	Выдержка времени на возврат сигнала «Запрет автоматического регулирования»	1,0
DT5	Выдержка времени первичной команды управления приводом «Убавить»	1,0 - 200,0
DT6	Выдержка времени выдачи повторной команды управления приводом «Убавить»	0,1 - 200,0
DT7	Выдержка времени на снятие сигналов управления	0,001 - 2,000
DT8	Выдержка времени на возврат сигнала «Секция 1»	1,0
DT9	Выдержка времени на возврат сигнала «Секция 2»	
DT10	Выдержка времени сигнала «Вход – прибавить»	0,03
DT11	Выдержка времени сигнала «Вход – убавить»	
DT12	Выдержка времени сигнала «Прибавить по ТУ»	
DT13	Выдержка времени сигнала «Убавить по ТУ»	
DT14	Выдержка времени ожидания появления сигнала «Переключение»	0,10 – 6,00
DT15	Выдержка времени ожидания снятия сигнала «Переключение»	1,00 - 60,00
DT16	Выдержка времени на сигнал «Перегрузка» по току ввода регулируемой секции	10,00
DT17	Задержка управления убавить при перенапряжении	0,10 – 10,00
DT18	Выдержка времени на сигнал «Перенапряжение 2»	
DT19	Выдержка времени сигнала «Вход – запрет прибавит	0,03
DT20	Выдержка времени сигнала «Блокировка по Iвн»	
DT21	Выдержка времени сигнала «Блокировка по Т»	
DT22	Выдержка времени на сигнал «Низкое напряжение»	10,00
DT23	Выдержка времени сигнала «Внешняя блокировка»	0,03
DT24	Выдержка времени сигнала «Вход – запрет убавить»	
DT25	Задержка сигнализации рассогласования	0,05 – 10,00
DT26	Время срабатывания тестирования светодиодной сигнализации	3,00
DT27	Задержка сигнализации «Блокировка АРКТ»	0 – 27,00
DT28	Задержка на возврат сигнала «Вывод терминала»	1,00
DT29	Задержка сигнала «Низкий уровень масла»	0 – 3,00
DT30	Задержка на срабатывание по входу 1	0 – 27,0
DT31	Задержка на возврат по входу 2	0 – 210,0
DT32	Задержка на возврат по входу 3	0 – 27,0
DT33	Выдержка времени на возврат сигнала Блокировка самопроизвольного отключения»	0,01
DT34	Задержка по времени сигнала «Переключение»	
DT35	Задержка на снятие сигнала «Дис. Прибавить»	1,0
DT36	Задержка на снятие сигнала «Дис. Убавить»	

Продолжение таблицы 12

Обозначение	Назначение	$t$ , с
DT37	Задержка формирования сигнала "Сброс" от кнопок	0,01
DT38	Задержка формирования команды "Прибавить" от кнопок	0,10
DT39	Задержка формирования команды "Убавить" от кнопок	

Таблица 13 – Назначение и параметры ограничителей импульсов.

Обозначение	Назначение	$t$ , с
OD1	Ограничитель действия сигнал «Крайняя ступень»	0,001
OD2	Ограничитель действия сигнала «Отключение питания ПМ»	1,0
OD3	Время контроля промежуточного положения РПН	1,00 - 27,00
OD4	Ограничитель действия сигнала "Сброс"	1,00

**Приложение А**  
(обязательное)  
**Формы карт заказа**

A1. Форма карты заказа шкафа регулирования напряжения под нагрузкой ШЭ2607 156 или ШЭ2607 157

**Карта заказа <sup>1)</sup>**  
**шкафа регулирования напряжения под нагрузкой ШЭ2607 156 или ШЭ2607 157**

Объект \_\_\_\_\_  
(организация, ведомственная принадлежность)

Отметьте знаком  то, что Вам требуется или впишите соответствующие параметры.

**1 Выбор типоразмера шкафа**

Типоразмер	Параметры		
	Номинальный переменный ток, А	Номинальное напряжение оперативного тока, В	Номинальная частота, Гц
<input type="checkbox"/> ШЭ 2607 156-61Е1 УХЛ4	1/5	=110	50
<input type="checkbox"/> ШЭ 2607 157-61Е1 УХЛ4			
<input type="checkbox"/> ШЭ 2607 156-61Е2 УХЛ4		=220	
<input type="checkbox"/> ШЭ 2607 157-61Е2 УХЛ4			
<input type="checkbox"/> ШЭ 2607 156-61Е4 УХЛ4		~220	
<input type="checkbox"/> ШЭ 2607 157-61Е4 УХЛ4			

**2 Характеристики терминалов шкафа**

Выбор интерфейсов связи терминалов БЭ2502А

Тип интерфейса	TTL/RS485	Ethernet*
<input type="checkbox"/> Типовое исполнение (только МЭК 60870-5-103)	2 шт.	не предусмотрен
<input type="checkbox"/> Нетиповое исполнение 1 (типовой вариант для МЭК 61850)	1 шт.	электрический
<input type="checkbox"/> Нетиповое исполнение 2	1 шт.	оптический

\* - дублированный, только для МЭК 61850 (см. ЭКРА.650321.084 РЭ).

**3** Данные по комплекту 01 шкафа - автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах; ручное регулирование напряжения; блокировка работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН; блокировка РПН при перегрузках трансформатора; блокировка РПН при превышении 3U0 (или U2); блокировка РПН при пониженном измеряемом напряжении; коррекцию уровня регулируемого напряжения по току нагрузки (встречное регулирование); одновременный контроль двух секций шин.

Информация о РПН:

Тип привода	
Количество ступеней	

Установка указателя положения (выберите один из предложенных ниже вариантов):

<input type="checkbox"/> нет, не устанавливать
<input type="checkbox"/> предусмотреть только посадочное отверстие (логометр будет установлен на объекте)
<input type="checkbox"/> да, установить (логометр устанавливается на предприятии-изготовителе)

Указатель положения РПН	Установочные размеры
<input type="checkbox"/> УП-25-Г-RS485-ТП-Бл-РВ	91x91x114 мм
<input type="checkbox"/> *	

\*Определяется заказчиком

**4** Данные по комплекту 02 шкафа (только для ШЭ2607 157) - автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах; ручное регулирование напряжения; блокировка работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН; блокировка РПН при перегрузках трансформатора; блокировка РПН при превышении 3U0 (или U2); блокировка РПН при пониженном измеряемом напряжении; коррекцию уровня регулируемого напряжения по току нагрузки (встречное регулирование); одновременный контроль двух секций шин.

Информация о РПН:

Тип привода	
Количество ступеней	

Установка указателя положения (выберите один из предложенных ниже вариантов):

<input type="checkbox"/> нет, не устанавливать
<input type="checkbox"/> предусмотреть только посадочное отверстие (логометр будет установлен на объекте)
<input type="checkbox"/> да, установить (логометр устанавливается на предприятии-изготовителе)

Указатель положения РПН	Установочные размеры
<input type="checkbox"/> УП-25-Г-RS485-ТП-Бл-РВ	91x91x114 мм
<input type="checkbox"/> *	

\*Определяется заказчиком

**5 Данные по конструктиву шкафа**

Передняя дверь шкафа
<input type="checkbox"/> металлическая с обзорным окном (типовое исполнение)
<input type="checkbox"/> обзорная

Габаритные размеры шкафа (ширина × глубина × высота, высота цоколя), мм

<input type="checkbox"/> 808 x 660 x 2155, в т.ч. цоколь 100 (типовое исполнение)*
<input type="checkbox"/> 800 x 660 x 2155, , в т.ч. цоколь 100.

\* Высота и глубина шкафа дана с учетом рым-болтов и ручек (см. РЭ)

Типовое исполнение шкафа: конструктив ШМЭ (НПП ЭКРА), двустороннего обслуживания.

Указательные реле РУ21 в цепях сигнализации шкафа:

<input type="checkbox"/> нет (типовое исполнение)
<input type="checkbox"/> есть

**6 Дополнительные требования:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**7 Количество шкафов:** \_\_\_\_\_

**8 Оперативное обозначение на двери (козырьке) шкафа**

Позиция установки (по плану размещения)	Диспетчерское наименование	Код KKS*

\* - универсальная система классификации и кодирования оборудования

**9** Предприятие-изготовитель: ООО НПП "ЭКРА", 428003, г. Чебоксары, проспект И. Яковлева, 3.

**10** Заказчик: Предприятие \_\_\_\_\_  
 Руководитель \_\_\_\_\_  
 (Ф.И.О.) (Подпись)

Контактные данные лица, заполнившего карту заказа

Место работы (организация)	
ФИО	
Контактный телефон	
e-mail	

Одновременно с данной картой заказа необходимо заполнить карты заказа на оборудование связи и программное обеспечение.

А.2 Форма карты заказа оборудования связи для энергетического объекта и рекомендации по выбору

**Карта заказа**

оборудования связи для построения локальной сети

для терминалов серии БЭ2502

1 Место установки \_\_\_\_\_  
(организация, энергетический объект установки и т.д.)

2 Данные по заказу оборудования связи для построения локальной сети

Заполнение таблицы 1 производится в соответствии с рекомендациями по выбору оборудования связи для построения локальной сети терминалов серии БЭ2502.

Т а б л и ц а 1 – Оборудование связи

Наименование	Значение
Универсальный комплект для подключения компьютера*, шт.	
* Комплект состоит из:	
- кабель USB 2.0 тип А-В 1.8м для подключения к USB порту терминала;	
- кабель RS232 тип DB-9 M/F 1.5м для подключения к RS232 порту терминала;	
- преобразователь USB/RS232/RS485 типа MOXA UPort-1150;	
- кабель UTP 5E перекрестный RJ45/RJ45 2.0м для подключения к сетевому порту терминала.	

3 Состав программного обеспечения приведен в таблицах 2, 3.

Основное назначение и область применения программного обеспечения приведены в рекомендациях по заказу внешнего программного обеспечения для терминалов. Отметьте знаком  то, что Вам необходимо заказать и укажите нужное количество в соответствующей графе.

Т а б л и ц а 2 – Основное программное обеспечение

Наименование	
<input type="checkbox"/>	<b>EKRASMS</b>
<input type="checkbox"/>	<b>WAVES</b> с основным HASP-ключом

Т а б л и ц а 3 – Дополнения к программному обеспечению

Наименование		Количество, шт.
<input type="checkbox"/>	Дополнительные ключи регистрации для включения новых терминалов в имеющееся ПО <b>EKRASMS</b> (по количеству подключаемых терминалов)	
<input type="checkbox"/>	HASP ключ для дополнительных рабочих мест программы <b>WAVES</b> с функцией импорта COMTRADE файлов (по количеству рабочих мест)	

4 Предприятие-изготовитель: ООО НПП «ЭКРА», Россия, 428003, г. Чебоксары,  
проспект И. Яковлева, 3.

5 Заказчик:

Предприятие \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_

(подпись)



## А.3 Рекомендации по выбору оборудования связи

**Рекомендации по выбору оборудования связи  
для построения локальной сети терминалов серий БЭ2704 и БЭ2502****1 Общие сведения.**

Для создания локальной сети терминалов типа БЭ2502, входящих в состав шкафов защит серий ШЭ2607, используются два порта связи Ethernet, с функцией «горячей» подмены. Подключение по этим портам позволяет использовать пакет программ **EKRASMS**, подключаться к программам **АРМ дежурного**, поддерживающим протокол МЭК 61850. В шкафах могут устанавливаться один или несколько терминалов, имеющих два независимых последовательных порта связи с интерфейсом «ТТЛ» для подключения преобразователей сигналов.

Типовым, согласно идеологии стандарта МЭК 61850, является подключение всех терминалов в два независимых «кольца», с использованием обоих портов связи Ethernet, через различные сетевые маршрутизаторы с независимыми источниками питания.

**2 Выбор кабеля связи типа «витая пара».**

В типовом исполнении порты связи Ethernet имеют разъемы RJ45 и рассчитаны на использование кабеля связи типа «витая пара» марки FTP4-5е (четыре «витые пары» в общем экране) или аналогичного, который рекомендуется использовать только внутри помещений. Для прокладки вне помещений необходимо использовать специальный экранированный кабель, например, BELDEN 3105A-010 (или аналогичный ему), переход от которого на кабель FTP4 осуществляется через промежуточный клеммник.

**3 Подключение переносного компьютера к терминалу.**

На лицевой панели каждого терминала имеется разъем с интерфейсом USB, предназначенный для подключения переносного компьютера к терминалу во время проверки, наладки или текущей эксплуатации, а также для обновления программного обеспечения в терминалах. Подключение компьютера осуществляется кабелем связи USB 2.0 длиной 1.8 м, входящего в комплект ЗИП при каждой поставке оборудования на объект. Возможно использование стандартного кабеля USB. Для корректной работы через USB-порт на лицевой панели необходимо скачать с сайта и установить драйвер для подключения компьютера к устройствам ООО "НПП ЭКРА".

**Рекомендации по заказу внешнего программного обеспечения  
для терминалов серии БЭ2502**

Для терминалов серии БЭ2502 имеется основное программное обеспечение, указанное в таблице 1, которое включает систему регистрации, позволяющую использовать незарегистрированную версию для полноценной наладки и проверки устройств и ограничивающую возможность использования в текущей эксплуатации для работы более, чем с одним терминалом.

Без регистрации возможна полноценная работа с любым, но одним терминалом при подключении к его переднему порту связи. В программе **WAVES** без регистрации открыты только минимальные функции для просмотра осциллограмм, дополнительные функции недоступны. Приобретение ключей регистрации снимает все ограничения на работу программного обеспечения.

Вместе с программой **WAVES** поставляется один HASP- ключ, подключаемый к компьютеру через USB разъем и предназначенный для включения функции импорта COMTRADE файлов на том компьютере, к которому в данный момент подключен указанный ключ.

Для создания нескольких постоянных рабочих мест с дополнительными функциями программного комплекса WAVES необходимо приобретение дополнительных USB HASP- ключей.

Т а б л и ц а 1 – Основное программное обеспечение для работы с терминалами

Наименование	Назначение	Применение
<b>EKRASMS</b>	Организация связи с устройствами, получение текущей и аварийной информации, настройка и параметрирование терминалов	Организация необходимого количества рабочих мест инженера СРЗА для обслуживания локальных или удаленных сетей терминалов.
<b>WAVES</b>	Графическое отображение и анализ осциллограмм, зарегистрированных терминалами, анализ уставок и параметров соответствующих моменту записи осциллограмм.	Организация одного рабочего места инженера СРЗА для анализа осциллограмм и параметров полученных от терминалов.

Программное обеспечение поставляется на компакт-диске в комплекте с руководством пользователя и расположено в сети Интернет по адресу [www.dev.ekra.ru](http://www.dev.ekra.ru).

## Приложение Б

(обязательное)

### Перечень осциллографируемых и регистрируемых дискретных сигналов

Таблица Б.1 - Перечень осциллографируемых и регистрируемых дискретных сигналов терминала БЭ2502А0501

Номер сигнала	Наименование сигнала на дисплее терминала и осциллограммах	Наименование сигнала в SMS и в регистраторе событий	Не использовать для регистрации*	Не использовать для пуска осциллографа*	Уставки по умолчанию			
					Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование**	Регистрация сигналов
1	U<	U<					✓	✓
2	U>	U>					✓	✓
3	PT Iвmax1с	PT Iвmax1с			✓		✓	✓
4	PT Iвmax2с	PT Iвmax2с			✓		✓	✓
5	PH 3U0 1с	PH 3U0 1с			✓		✓	✓
6	PH 3U0 2с	PH 3U0 2с			✓		✓	✓
7	PH U2 1с	PH U2 1с			✓		✓	✓
8	PH U2 2с	PH U2 2с			✓		✓	✓
9	PH UABmin1с	PH UABmin 1с					✓	✓
10	PH UABmin2с	PH UABmin 2с					✓	✓
11	PH UABmax1с	PH UABmax 1с			✓		✓	✓
12	PH UABmax2с	PH UABmax 2с			✓		✓	✓
13	PHUminотк1с	PH Uminотк1с			✓		✓	✓
14	PHUminотк2с	PH Uminотк2с			✓		✓	✓
65	Вход N1:X2	Вход N1:X2						✓
66	Вход N2:X2	Вход N2:X2						✓
67	Вход N3:X2	Вход N3:X2						✓
68	Сброс	Сброс (вход)						✓
69	Вход N5:X2	Вход N5:X2						✓
70	Вход N6:X2	Вход N6:X2						✓
71	Вход N7:X2	Вход N7:X2						✓
72	Вход N8:X2	Вход N8:X2						✓
73	Вход N9:X2	Вход N9:X2						✓
74	Вход N10:X2	Вход N10:X2						✓
75	Вход N11:X2	Вход N11:X2						✓
76	Вывод термин.	Вывод терминала (вход)						✓
81	Вход N1:X3	Вход N1:X3						✓
82	Вход N2:X3	Вход N2:X3						✓
83	Вход N3:X3	Вход N3:X3						✓
84	Вход N4:X3	Вход N4:X3						✓
85	Вход N5:X3	Вход N5:X3						✓
86	Вход N6:X3	Вход N6:X3						✓
87	Вход N7:X3	Вход N7:X3						✓

\* Во избежание переполнения базы данных регистратора и базы данных аварийных осциллограмм, сигналы, отмеченные знаком " ✓ ", на регистрацию дискретных сигналов не выводить и пуск аварийного осциллографа от этих сигналов не осуществлять

\*\* Выводить на аварийное осциллографирование можно до 128 сигналов из приведённых в таблице Б.1

Продолжение таблицы Б.1

Номер сигнала	Наименование сигнала на дисплее терминала и осциллограммах	Наименование сигнала в SMS и в регистраторе событий	Не использовать для регистрации*	Не использовать для пуска осциллографа*	Уставки по умолчанию			
					Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование**	Регистрация сигналов
88	Вход N8:X3	Вход N8:X3						✓
89	Вход N9:X3	Вход N9:X3						✓
90	Вход N10:X3	Вход N10:X3						✓
91	Вход N11:X3	Вход N11:X3						✓
92	Вход N12:X3	Вход N12:X3						✓
97	Реле K1:X4	Реле K1:X4						✓
98	Реле K2:X4	Реле K2:X4						✓
99	Реле K3:X4	Реле K3:X4						✓
100	Реле K4:X4	Реле K4:X4						✓
101	Реле K5:X4	Реле K5:X4						✓
102	Реле K6:X4	Реле K6:X4						✓
103	Реле K7:X4	Реле K7:X4						✓
104	Реле K8:X4	Реле K8:X4						✓
105	Реле K1:X5	Реле K1:X5						✓
106	Реле K2:X5	Реле K2:X5						✓
107	Реле K3:X5	Реле K3:X5						✓
108	Реле K4:X5	Реле K4:X5						✓
109	Реле K5:X5	Реле K5:X5						✓
110	Реле K6:X5	Реле K6:X5						✓
111	Реле K7:X5	Реле K7:X5						✓
112	Реле K8:X5	Реле K8:X5						✓
113***	GOOSEIN_33	GOOSEIN_33						
114***	GOOSEIN_34	GOOSEIN_34						
115***	GOOSEIN_35	GOOSEIN_35						
116***	GOOSEIN_36	GOOSEIN_36						
117***	GOOSEIN_37	GOOSEIN_37						
118***	GOOSEIN_38	GOOSEIN_38						
119***	GOOSEIN_39	GOOSEIN_39						
120***	GOOSEIN_40	GOOSEIN_40						
121***	GOOSEIN_41	GOOSEIN_41						
122***	GOOSEIN_42	GOOSEIN_42						
123***	GOOSEIN_43	GOOSEIN_43						
124***	GOOSEIN_44	GOOSEIN_44						
125***	GOOSEIN_45	GOOSEIN_45						
126***	GOOSEIN_46	GOOSEIN_46						
127***	GOOSEIN_47	GOOSEIN_47						
128***	GOOSEIN_48	GOOSEIN_48						
212	ОшибкиGOOSEвх	Ошибки входящих GOOSE						

\* Во избежание переполнения базы данных регистратора и базы данных аварийных осциллограмм, сигналы, отмеченные знаком " ✓ ", на регистрацию дискретных сигналов не выводить и пуск аварийного осциллографа от этих сигналов не осуществлять

\*\* Выводить на аварийное осциллографирование можно до 128 сигналов из приведённых в таблице Б.1

\*\*\* Сигналы присутствуют в терминалах с поддержкой серии стандартов МЭК 61850

Продолжение таблицы Б.1

Номер сигнала	Наименование сигнала на дисплее терминала и осциллограммах	Наименование сигнала в SMS и в регистраторе событий	Не использовать для регистрации*	Не использовать для пуска осциллографа*	Уставки по умолчанию			
					Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование**	Регистрация сигналов
213	Акт.SNTP2server	Активный SNTP2 server						
214***	Готовность LAN1	Готовность LAN1						V
215***	Готовность LAN2	Готовность LAN2						V
216***	Использов.LAN1	Использование LAN1						V
217***	Использов.LAN2	Использование LAN2						V
219	СигналНеиспр.	Сигнал «Неисправность»						V
224	Пуск осциллогр.	Пуск аварийного осциллографа		V			V	V
225***	GOOSEIN_1	GOOSEIN_1						
226***	GOOSEIN_2	GOOSEIN_2						
227***	GOOSEIN_3	GOOSEIN_3						
228***	GOOSEIN_4	GOOSEIN_4						
229***	GOOSEIN_5	GOOSEIN_5						
230***	GOOSEIN_6	GOOSEIN_6						
231***	GOOSEIN_7	GOOSEIN_7						
232***	GOOSEIN_8	GOOSEIN_8						
233***	GOOSEIN_9	GOOSEIN_9						
234***	GOOSEIN_10	GOOSEIN_10						
235***	GOOSEIN_11	GOOSEIN_11						
236***	GOOSEIN_12	GOOSEIN_12						
237***	GOOSEIN_13	GOOSEIN_13						
238***	GOOSEIN_14	GOOSEIN_14						
239***	GOOSEIN_15	GOOSEIN_15						
240***	GOOSEIN_16	GOOSEIN_16						
241***	GOOSEIN_17	GOOSEIN_17						
242***	GOOSEIN_18	GOOSEIN_18						
243***	GOOSEIN_19	GOOSEIN_19						
244***	GOOSEIN_20	GOOSEIN_20						
245***	GOOSEIN_21	GOOSEIN_21						
246***	GOOSEIN_22	GOOSEIN_22						
247***	GOOSEIN_23	GOOSEIN_23						
248***	GOOSEIN_24	GOOSEIN_24						
249***	GOOSEIN_25	GOOSEIN_25						
250***	GOOSEIN_26	GOOSEIN_26						
251***	GOOSEIN_27	GOOSEIN_27						
252***	GOOSEIN_28	GOOSEIN_28						
253***	GOOSEIN_29	GOOSEIN_29						
254***	GOOSEIN_30	GOOSEIN_30						
255***	GOOSEIN_31	GOOSEIN_31						
256***	GOOSEIN_32	GOOSEIN_32						

\* Во избежание переполнения базы данных регистратора и базы данных аварийных осциллограмм, сигналы, отмеченные знаком " v ", на регистрацию дискретных сигналов не выводить и пуск аварийного осциллографа от этих сигналов не осуществлять

\*\* Выводить на аварийное осциллографирование можно до 128 сигналов из приведённых в таблице Б.1

\*\*\* Сигналы присутствуют в терминалах с поддержкой серии стандартов МЭК 61850

Продолжение таблицы Б.1

Номер сигнала	Наименование сигнала на дисплее терминала и осциллограммах	Наименование сигнала в SMS и в регистраторе событий	Не использовать для регистрации*	Не использовать для пуска осциллографа*	Уставки по умолчанию			
					Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование**	Регистрация сигналов
257***	Remote1IN_1	Remote1IN_1						√
258***	Remote1IN_2	Remote1IN_2						√
282	СигналБлокАРКТ	Сигнал «Блокировка АРКТ»						
283	Режим теста	Режим теста						√
284	Логическая «1»	Логическая «1»						
305	Прогр накл 1	Программная накладка 1						
306	Прогр накл 2	Программная накладка 2						
307	Прогр накл 3	Программная накладка 3						
308	ВВ до 27с	Задержка на срабатывание до 27 сек						
309	ВВ до 210с	Задержка на срабатывание до 210 сек						
310	ВВ возврат	Задержка на возврат						
311	SA1_VIRT	SA1_VIRT						
312	SA2_VIRT	SA2_VIRT						
313	SA3_VIRT	SA3_VIRT						
314	SA4_VIRT	SA4_VIRT						
396	Блокир. по току	Блокировка по току регулир., контр. секций						
397	Дист. Прибавить	Дист. Прибавить						
398	Дист. Убавить	Дист. Убавить						
399	Конечн. ступень	Блокировка прибавить – конечная ступень ступень						
400	Началь. ступень	Блокировка убавить – начальная ступень						
401	Зап.ручн.упр/ТУ «Прибавить»	Запрет ручн. упр/ТУ «Прибавить»						√
402	Зап.ручн.упр/ТУ «Убавить»	Запрет ручн. упр/ТУ «Убавить»						√
403	НизУрМас	Низкий уровень масла					√	√
404	Рассоглас.	Рассогласование						√
405	ВнБлок	Внешняя блокировка						√
406	ВхЗапПриб	Вход - запрет прибавить						√
407	ВхЗапУбав	Вход - запрет убавить						√
408	ТелеУпр	Телеуправление						√
409	Сигн.Рассоглас.	Сигнализ. Рассогласование						√
410	АРКТ блокир.	АРКТ заблокировано						√
411	СамПереключ	Самопроизвольное переключение						√
412	ПереключНеЗав	Переключение не завершено						√
413	Крайн.ступ.	Крайняя ступень						√
414	Низк. напр.	Низкое напряжение						√
415	Прев3U0(U2)	Превышение 3U0(U2)						√

\* Во избежание переполнения базы данных регистратора и базы данных аварийных осциллограмм, сигналы, отмеченные знаком " √ ", на регистрацию дискретных сигналов не выводить и пуск аварийного осциллографа от этих сигналов не осуществлять

\*\* Выводить на аварийное осциллографирование можно до 128 сигналов из приведённых в таблице Б.1

\*\*\* Сигналы присутствуют в терминалах с поддержкой серии стандартов МЭК 61850

Продолжение таблицы Б.1

Номер сигнала	Наименование сигнала на дисплее терминала и осциллограммах	Наименование сигнала в SMS и в регистраторе событий	Не использовать для регистрации*	Не использовать для пуска осциллографа*	Уставки по умолчанию			
					Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование**	Регистрация сигналов
416	Перенапряж.	Перенапряжение						√
417	ПоследПриб	Последующая команда прибавить						√
418	ПоследУбав	Последующая команда убавить						√
419	ОгрКоманды	Ограничение команды						√
420	Перегрузка	Перегрузка						√
421	ОткПитанПМ	Отключение питания ПМ			√		√	√
422	БлокIвн	Блокировка по Iвн					√	√
423	Прибавить	Прибавить			√		√	√
424	Убавить	Убавить			√		√	√
425	ОтказПМ	Отказ ПМ			√		√	√
426	ПереклНеНач	Переключение не началось						√
427	Автом. рег.	Автоматическое регулирование						√
428	Руч. упр.	Ручное управление						√
429	БлокТ	Блокировка по Т					√	√
430	Секция1	Секция1					√	√
431	Переключение	Переключение					√	√
432	Секция2	Секция2					√	√
433	VIRT20_01	VIRT20_01						
434	VIRT20_02	VIRT20_02						
435	VIRT20_03	VIRT20_03						
436	VIRT20_04	VIRT20_04						
437	VIRT20_05	VIRT20_05						
438	VIRT20_06	VIRT20_06						
439	VIRT20_07	VIRT20_07						
440	VIRT20_08	VIRT20_08						
441	VIRT20_09	VIRT20_09						
442	VIRT20_10	VIRT20_10						
443	VIRT20_11	VIRT20_11						
444	VIRT20_12	VIRT20_12						
445	VIRT20_13	VIRT20_13						
446	VIRT20_14	VIRT20_14						
447	VIRT20_15	VIRT20_15						
448	VIRT20_16	VIRT20_16						
449	Местное управл.	Местное управление						
450	Эл.ключ 2	Электронный ключ 2						
451	Эл.ключ 3	Электронный ключ 3						
452	Эл.ключ 4	Электронный ключ 4						
453	Эл.ключ 5	Электронный ключ 5						
454	Эл.ключ 6	Электронный ключ 6						
455	Эл.ключ 7	Электронный ключ 7						

\* Во избежание переполнения базы данных регистратора и базы данных аварийных осциллограмм, сигналы, отмеченные знаком " √ ", на регистрацию дискретных сигналов не выводить и пуск аварийного осциллографа от этих сигналов не осуществлять

\*\* Выводить на аварийное осциллографирование можно до 128 сигналов из приведённых в таблице Б.1

Продолжение таблицы Б.1

Номер сигнала	Наименование сигнала на дисплее терминала и осциллограммах	Наименование сигнала в SMS и в регистраторе событий	Не использовать для регистрации*	Не использовать для пуска осциллографа*	Уставки по умолчанию			
					Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование**	Регистрация сигналов
456	Эл.ключ 8	Электронный ключ 8						
457	Кн. Сброс	Кнопка Сброс						✓
459	Кн. Убавить	Кнопка Убавить						✓
461	Кн. Прибавить	Кнопка Прибавить						✓
463	Кн. Упр.	Кнопка Упр.						✓
473	Светодиод1	Светодиод 1						✓
474	Светодиод2	Светодиод 2						✓
475	Светодиод3	Светодиод 3						✓
476	Светодиод4	Светодиод 4						✓
477	Светодиод5	Светодиод 5						✓
478	Светодиод6	Светодиод 6						✓
479	Светодиод7	Светодиод 7						✓
480	Режим теста	Режим теста (светодиод)						✓
489	Светодиод9	Светодиод 9						✓
490	Светодиод10	Светодиод 10						✓
491	Светодиод11	Светодиод 11						✓
492	Светодиод12	Светодиод 12						✓
493	Светодиод13	Светодиод 13						✓
494	Светодиод14	Светодиод 14						✓
495	Светодиод15	Светодиод 15						✓
496	Светодиод16	Светодиод 16						✓
505	Светодиод17	Светодиод 17						✓
506	Светодиод18	Светодиод 18						✓
507	Светодиод19	Светодиод 19						✓
508	Светодиод20	Светодиод 20						✓
509	Светодиод21	Светодиод 21						✓
510	Светодиод22	Светодиод 22						✓
511	Светодиод23	Светодиод 23						✓
512	Светодиод24	Светодиод 24						✓
<p>* Во избежание переполнения базы данных регистратора и базы данных аварийных осциллограмм, сигналы, отмеченные знаком " ✓ ", на регистрацию дискретных сигналов не выводить и пуск аварийного осциллографа от этих сигналов не осуществлять</p> <p>** Выводить на аварийное осциллографирование можно до 128 сигналов из приведённых в таблице Б.1</p>								



**Приложение В**

(справочное)

**Сведения о содержании цветных металлов**

Суммарная масса лома и отходов цветных металлов и их сплавов в шкафу определяется наличием и количеством приведенных в таблице В.1 составных частей шкафа.

Таблица В.1

Наименование и обозначение составной части шкафа	Масса лома и отходов цветных металлов и их сплавов, содержащихся в составных частях изделия, кг					
	Группа металлолома по ГОСТ Р 54564-2011					
	А4	М3	М12	Б2	Л14	Ц5
Терминал БЭ2502А0501 ЭКРА.650321.084/0501	0,589	-	0,210	-	0,006	-
Светильник линейный ЭКРА.676255.002	0,02	0,005	-	-	-	-
Шина ЭКРА.741134.173-01	-	0,67	-	-	-	-
Провод АМГ-16 ТУ 16.505.398-76	-	0,2844	-	-	-	-
Провод ПуГВнг ТУ 16-705.502-2011	-	-	5,4657	-	-	-
Примечание - Масса цветных металлов указана на единицу составной части						

## Приложение Г

(рекомендуемое)

### Перечень оборудования и средств измерений, необходимых для проведения эксплуатационных проверок устройства

Таблица Г.1

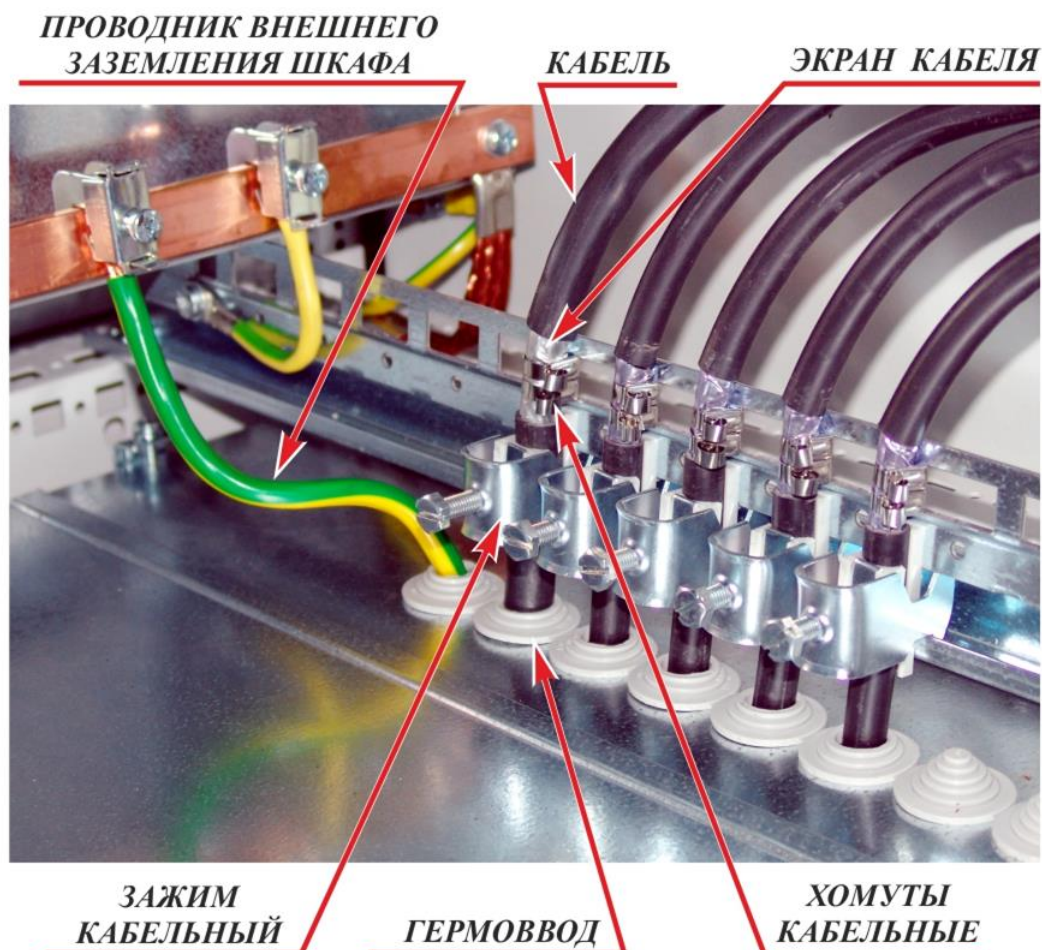
Наименование	Тип оборудования	Основные технические характеристики	Примечание
Установка многофункциональная измерительная	OMICRON CMC356	6 x ~(0 – 32) А ПГ ± 0,15 % 4 x ~(0 – 300) В ПГ ± 0,08 %	
Комплекс программно-технический измерительный	PETOM-51	(0,15 – 60) А (0,05 – 240) В ПГ ± 0,5 %	
Мультиметр цифровой	APPA-91	0,1 мВ – 1000 В ПГ ± (0,5 % + 1 ед. счета) = U 0,1 мВ – 750 В ПГ ± (1,3 % + 4 ед. счета) = U 0,1 мкА – 20 А ПГ ± (1,5 % + 3 ед. счета) = I ПГ ± (1,0 % + 1 ед.счета) = I 0,1 Ом – 20 МОм ПГ ± (0,8 % + 1 ед. счета)	
Мегаомметр	E6-24	10 кОм – 9,99 ГОм ПГ ± 3 % + 3 емр U <sub>тест</sub> = 500; 1000; 2500 В	
Устройство пробивного напряжения	TOS 5051 А	до 5 кВ; ПГ ± 3 %	

Примечание – Допускается применение других средств измерений и оборудования, аналогичных по своим техническим и метрологическим характеристикам и обеспечивающих заданные режимы испытаний.

## Приложение Д

(справочное)

### Механическое крепление и заземление экранов внешних кабелей



Заземление экранов кабелей выполнить сразу на входе в шкаф. Далее экран вести без разрыва до места подсоединения к клеммам ряда зажимов шкафа, но там экран не заземлять.

Рисунок Д.1

## Приложение Е

(справочное)

### Выбор автоматического выключателя в цепи оперативного постоянного тока

Таблица Е.1

Защищаемое оборудование	Автоматические выключатели	
	предпочтительный	допустимый
БЭ2704 (БЭ2502) - 3 шт, П1712 – 1 шт	ABB S 202 M- K6UC	ABB S 202 M- B16UC ABB S 202 M- Z25UC
БЭ2704 (БЭ2502) - 1 шт, П1712 – 1 шт	ABB S 202 M- K2UC	ABB S 202 M- B6UC ABB S 202 M- Z10UC
БЭ2704 (БЭ2502) - 1 шт, П1712 – 2 шт	ABB S 202 M- K2UC	ABB S 202 M- B8UC ABB S 202 M- Z10UC
БЭ2704 (БЭ2502) - 1 шт, П1712 – 0 шт	ABB S 202 M- K2UC	ABB S 202 M- B6UC ABB S 202 M- Z8UC

По аналогии могут быть выбраны автоматические выключатели других производителей, а также выбраны другие номинальные токи и кратность срабатывания отсечки (см. 1.3.2.5).

## Приложение Ж

(справочное)

### Методика проверки самопроизвольного переключения РПН

#### 1. Контроль отсутствия самопроизвольного переключения.

Рекомендации по выбору уставки OD3 (времени переключения). На рисунке 7 представлена функциональная схема контроля отсутствия самопроизвольного переключения.

Рассмотрим выбор уставки на примере применения привода BUE2 (ABB). На рисунке Ж.1.1 приведена осциллограмма переключения.

Исходные данные:  $T1 = 0,263$  с;  $T2 = 4,835$  с;  $T3 = 8,327$  с;  $T4 = 12,902$  с;  $T5 = 13,388$  с;  $T6 = 7,932$  с.

Время переключения с одной рабочей ступени на другую рабочую ступень составляет

$$T2 - T1 = 4,835 - 0,263 = 4,572 \text{ с.}$$

Время переключения с рабочей ступени на промежуточную (проходную) составляет

$$T4 - T3 = 12,902 - 8,327 = 4,575 \text{ с.}$$

Повторное переключение при переходе с промежуточной на следующую рабочую ступень происходит через время

$$T5 - T4 = 13,388 - 12,902 = 0,486 \text{ с.}$$

Таким образом с момента подачи команды переключения ( $T6$ ) до момента начала переключения с промежуточной ступени на следующую рабочую ( $T5$ ) составляет

$$T5 - T6 = 13,388 - 7,932 = 5,456 \text{ с.}$$

Учитывая запас по времени (порядка 0,5 с) получим, что в этом случае уставка должна быть 6 с.

При наличии в приводе нескольких промежуточных ступеней, необходимо выбирать уставку с охватом времени переключения с последней промежуточной ступени на рабочую. В этом случае, при возникновении реального самопроизвольного переключения, время срабатывания терминала будет достаточно большим.

Кроме этого, при снижении напряжения питания привода, время переключения может увеличиваться, что соответственно повлечет увеличению уставки «Время переключения». Расчет уставки в этом случае должен быть произведен по условию работы привода на нижней границе диапазона напряжения питания двигателя.



Рисунок Ж.1.1 – Осциллограмма переключения

## 2. Методика проверки функции контроля отсутствия самопроизвольного переключения

Контрольный выход: Отказ ПМ.

Имитировался прием входного сигнала «Запрет автоматического регулирования». Далее, согласно таблице Ж.1 производилась попытка формирования сигнала управления, и отмечалось срабатывание или несрабатывание реле «**Контрольный выход**». Результирующие осциллограммы приведены на рисунках Ж.2.1, Ж.2.2, Ж.2.3.

Таблица Ж.1

Время переключения (OD3), с	Подаваемые дискретные сигналы	Отказ ПМ
5	Вход убавить и Переключение (рисунок Ж.2.1)	несрабатывание
	Вход убавить и Переключение (два импульса, рисунок Ж.2.2)	срабатывание
6	Вход убавить и Переключение (два импульса, рисунок Ж.2.3)	несрабатывание

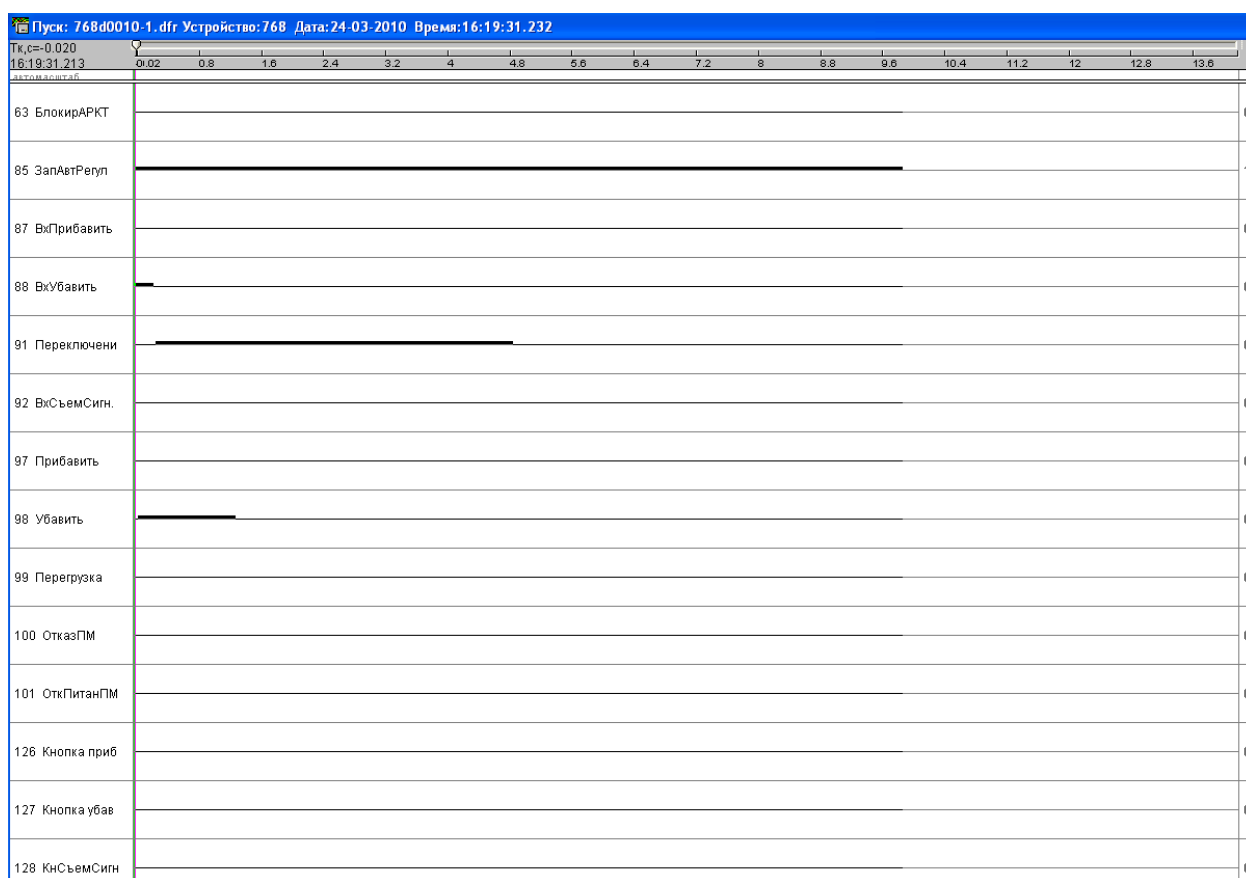


Рисунок Ж.2.1

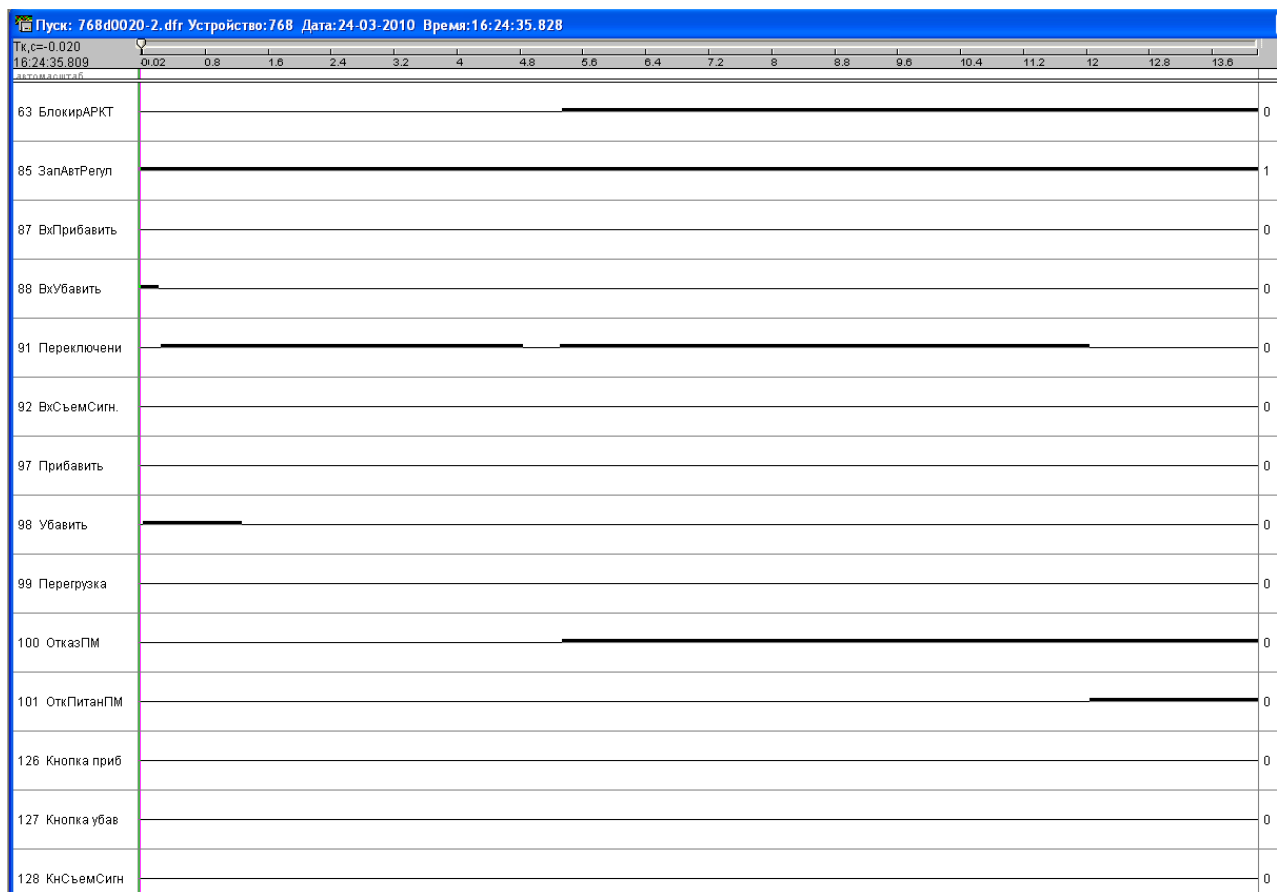


Рисунок Ж.2.2

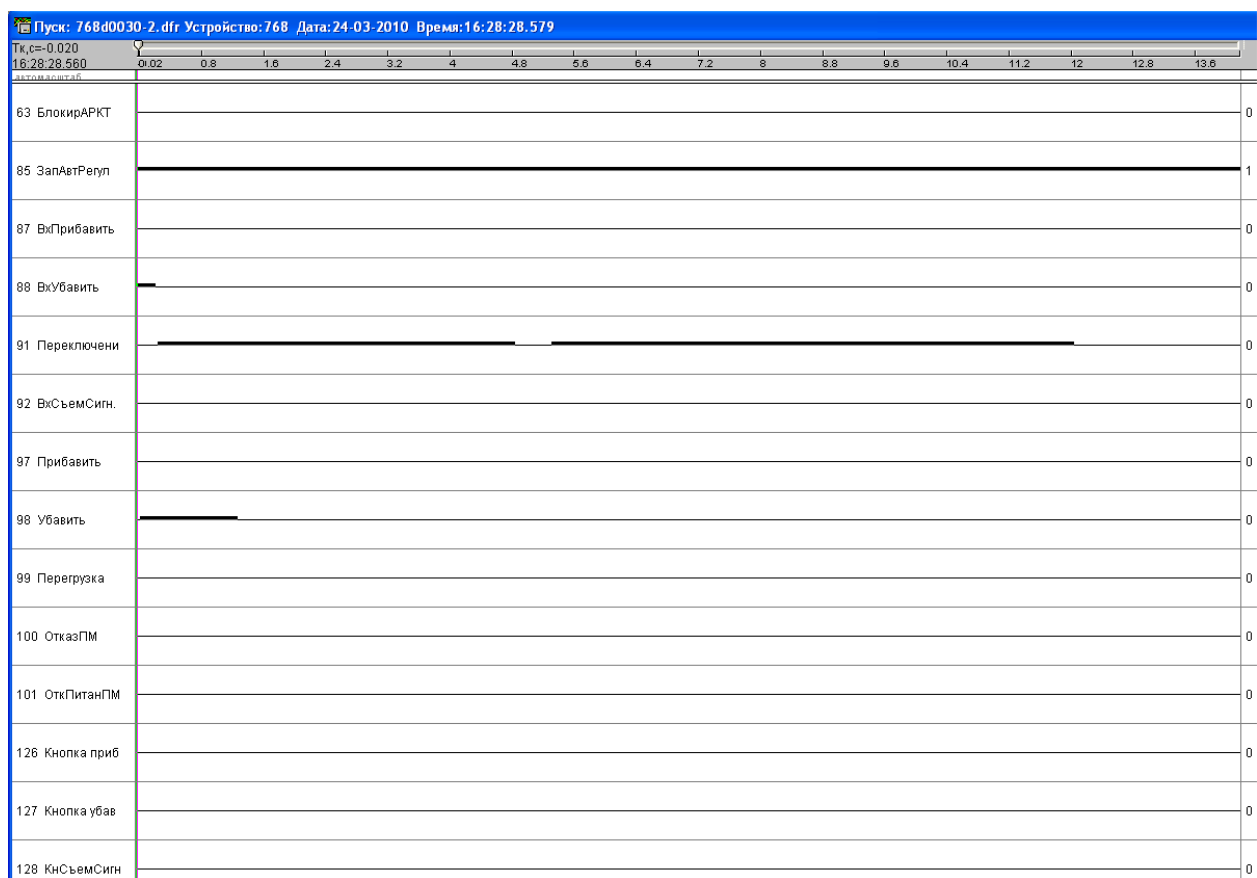


Рисунок Ж.2.3






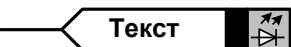
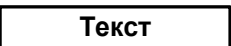
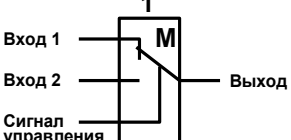
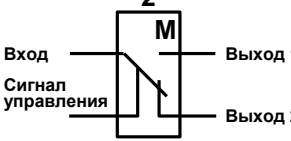
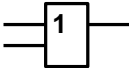

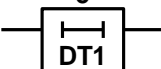
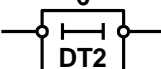
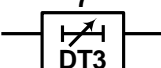
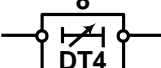
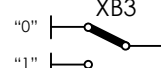



**Перечень принятых сокращений и обозначений**

В настоящем РЭ приняты следующие сокращения:

АРМ	автоматизированное рабочее место
АРН	автоматический регулятор напряжения
АРКТ	автоматический регулятор коэффициента трансформации
АУВ	автоматика управления выключателем
АСУ ТП	автоматизированная система управления технологическим процессом
БИ	блок испытательный
ВЧ	высокая частота
ЗП	защита от перегрузки
ИО	измерительный орган
КЗ	короткое замыкание
МТЗ	максимальная токовая защита
НКУ	низковольтное комплектное устройство
НН1	1-я секция шин низкого напряжения
НН2	2-я секция шин низкого напряжения
ПАА	противоаварийная автоматика
ПК	персональный компьютер
ПМ	приводной механизм
ПО	пусковой орган
РМН	реле минимального напряжения
РН	реле напряжения
РНМ	реле направления мощности
РПН	устройство регулирования под нагрузкой
РЭ	руководство по эксплуатации
Т	трансформатор
ТН	измерительный трансформатор напряжения
ТТ	измерительный трансформатор тока
ЦС	центральная сигнализация

В функциональных схемах используется следующая символика:

<p>Номер рисунка</p> <p>Наименование логического сигнала</p> <p>№ Текст</p>	<p>Внутренний логический сигнал устройства (входной)</p>
	<p>Внутренний логический сигнал устройства (выходной)</p>
	<p>Внешний дискретный входной сигнал (дискретный вход)</p>
	<p>Внешний конфигурируемый дискретный входной сигнал (конфигурируемый дискретный вход)</p>
	<p>Внешний дискретный выходной сигнал (воздействие на выходные реле)</p>
	<p>Внешний дискретный выходной сигнал (воздействие на сигнализацию)</p>
	<p>Внешний дискретный выходной сигнал (воздействие на выходные реле и на сигнализацию)</p>
	<p>Пусковой (измерительный) орган</p>
	<p>Программный переключатель (два входа и один выход)</p>
	<p>Программный переключатель (один вход и два выхода)</p>
	<p>Логический элемент OR (ИЛИ)</p>
	<p>Логический элемент AND (И)</p>
	<p>Нерегулируемая выдержка времени на срабатывание</p>
	<p>Нерегулируемая выдержка времени на возврат</p>
	<p>Регулируемая выдержка времени на срабатывание</p>
	<p>Регулируемая выдержка времени на возврат</p>
	<p>Программная накладка (состояние 0 или 1)</p>
	<p>Сигнал на регистратор</p>

