

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ООО «НПП «Модус»

*[Signature]*  
В.Г. Кравченко



11 февраля 2008 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Научный руководитель ОАО  
«НИИПТ» д.т.н., профессор

*[Signature]*  
Л.А. Кощев



11 февраля 2008 г.

**ЦИФРОВАЯ АВТОМАТИКА  
ЛИКВИДАЦИИ АСИНХРОННЫХ РЕЖИМОВ АЛАР-Ц**  
модификации АЛАР-Ц-02, АЛАР-Ц-03, АЛАР-Ц-04  
Руководство по эксплуатации  
ТИЯК.648229.001.РЭ

От ОАО «НИИПТ»

Зав сектором, к.т.н.

*[Signature]*

М.А. Эдлин

От ООО «НПП «Модус»

Ст. научный сотрудник

*[Signature]*

А.Н. Павлушов

Санкт – Петербург, 2008 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Техническое описание.....                             | 4  |
| 1.1. | Назначение.....                                       | 4  |
| 1.2. | Технические характеристики.....                       | 6  |
| 1.3. | Описание работы выявительных органов. Уставки.....    | 11 |
| 1.4. | Устройство и работа АЛАР-Ц.....                       | 18 |
| 1.5. | Маркировка.....                                       | 28 |
| 1.6. | Упаковка.....   | 28 |
| 2.   | Использование по назначению.....                      | 29 |
| 2.1. | Эксплуатационные ограничения.....                     | 29 |
| 2.2. | Работа с пультом оператора.....                       | 29 |
| 2.3. | Установка на объекте и подключение внешних цепей..... | 30 |
| 2.4. | Подготовка к использованию.....                       | 31 |
| 3.   | Карта заказа.....                                     | 35 |
|      | Список использованных источников.....                 | 36 |
|      | Приложение А.....                                     | 37 |
|      | Приложение Б.....                                     | 38 |

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с возможностями, принципами работы, конструкцией и правилами эксплуатации блоков цифровой автоматики ликвидации асинхронных режимов АЛАР-Ц модификаций 02, 03 и 04.

При изучении и эксплуатации АЛАР-Ц необходимо дополнительно руководствоваться паспортом на соответствующее изделие.

К работе с блоком допускается персонал, имеющий допуск не ниже третьей квалификационной группы по технике безопасности.

# 1. Техническое описание

## 1.1. Назначение

1.1.1. Блок АЛАР-Ц является устройством локальной противоаварийной автоматики энергосистем. Он предназначен для выявления асинхронных режимов на контролируемом участке сети и формирования команды на деление энергосистемы или на ресинхронизацию, ликвидируя, таким образом, асинхронный режим. Также блок предназначен для ликвидации асинхронных режимов синхронных генераторов. В отдельных случаях блок может быть использован как устройство автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ).

АЛАР-Ц устанавливается в релейных отсеках на панелях и в шкафах релейных защит и автоматики (РЗА).

Блоки АЛАР-Ц могут включаться в АСУ и информационно-управляющие системы электростанций и подстанций в качестве подсистемы нижнего уровня.

АЛАР-Ц является современным цифровым устройством противоаварийной автоматики и представляет собой комбинированное многофункциональное устройство, объединяющее различные функции защиты, измерения, контроля, автоматики.

Алгоритмы функций защиты и автоматики, а также интерфейсы для внешних соединений АЛАР-Ц разработаны по техническим требованиям к отечественным системам РЗА, что обеспечивает совместимость с действующими устройствами и облегчает проектировщикам и эксплуатационному персоналу переход на новую технику.

## 1.1.2. Основная функция

Основной функцией АЛАР-Ц является выявление возникновения асинхронного режима в пределах контролируемого участка электрической сети. Для выполнения этой функции устройство содержит четыре выявительных органа (ВО) асинхронного режима:

- угловой выявительный орган, УВО,
- цикловой выявительный орган, ЦВО,
- токовый выявительный орган, ТВО,
- выявительный орган, фиксирующий асинхронный режим синхронных генераторов, при коротких замыканиях во внешней сети, ВОКЗ.

Каждый из этих выявительных органов работает с использованием собственных алгоритмов и при выявлении асинхронного режима вызывает срабатывание устройства.

УВО, ЦВО и ВОКЗ являются основными выявительными органами устройства. ТВО резервирует их работу при внешней или внутренней неисправности цепей измерения напряжения.

УВО прогнозирует возникновение АР и вызывает срабатывание устройства до 1-го асинхронного проворота. Этот выявительный орган используется в тех случаях, когда существует реальная опасность возникновения многочастотного АР и когда при первом асинхронном провороте недопустимы глубокие посадки напряжения на подстанциях, находящихся в непосредственной близости от электрического центра качаний. Использование УВО позволяет в большинстве случаев предотвратить АР.

ЦВО резервирует работу УВО, а также используется без УВО в тех случаях, когда по условиям работы энергосистемы в защищаемом сечении допустимы  $1 \div 2$  асинхронных проворота, но недопустимы избыточные срабатывания в предельных по условиям динамической устойчивости аварийных режимах.

ТВО резервирует работу УВО и ЦВО в тех случаях, когда на устройство не подаются в полном объеме входные сигналы по напряжению. ТВО возможно использовать только в простейших схемах, так как в относительно сложных схемах уставки для этого выявительного органа оказываются зависимыми от исходного режима.

При защите синхронных генераторов также используются УВО и ЦВО. Однако при близких к шинам электростанции коротких замыканиях (КЗ) УВО блокируется. ЦВО блокируется, если КЗ трехфазное. При затянувшихся близких КЗ синхронные генераторы могут совершить первый асинхронный проворот еще до отключения короткого замыкания. ВОКЗ предотвращает включение в сеть асинхронно идущего генератора, формируя команду на его отключение во время короткого замыкания.

Дополнительной функцией устройства является функция автоматики предотвращения нарушения устойчивости. Она реализуется в выявительном органе функции АПНУ.

Выявительный орган функции АПНУ вызывает срабатывание устройства при достижении измеряемыми режимными параметрами (относительный угол, активная мощность и их производные) заданных значений. При использовании устройства для реализации функции АПНУ все выявительные органы, обеспечивающие ликвидацию асинхронного режима, автоматически отключаются.

### 1.1.3. Информационные функции (при подключенном устройстве к персональному компьютеру (в дальнейшем ПК) или АСУ по каналу RS-232).

#### 1.1.3.1. Отображение на дисплее ПК текущих параметров режима электрической сети:

- действующие значения трех фазных токов ( $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ ) в модификациях 02 и 03 или двух фазных токов ( $I_A$ ,  $I_C$ ) в модификации 04;
- действующие значения тока прямой ( $I_1$ ) и обратной ( $I_2$ ) последовательностей;
- действующие значения трех фазных напряжений  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$  в модификациях 02 и 03 или 2-х линейных напряжений  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  в модификации 04;
- действующие значения напряжения прямой ( $U_1$ ) и обратной ( $U_2$ ) последовательностей;
- потоки активной ( $P$ ) и реактивной ( $Q$ ) мощности;
- частоту сети ( $F$ );
- относительный угол между напряжениями по концам защищаемого участка сети ( $\delta$ ).

Значения всех параметров режима электрической сети отображаются на дисплее в первичных единицах: кВ, кА, МВ·А.

#### 1.1.3.2. Запоминание и отображение на дисплее ПК накопительной информации нарастающим итогом в следующем объеме:

- количество пусков по каждому ВО;
- количество срабатываний по каждому ВО.

#### 1.1.3.3. Сигнализация действия ВО, а также неисправностей на местном уровне и через АСУ.

#### 1.1.3.4. Запоминание и отображение на дисплее ПК информации о трех последних аварийных событиях в следующем объеме:

- тип ВО, зафиксировавшего асинхронный режим;
- значение параметров, вызвавших пуск и срабатывание ;
- время и дата срабатывания;
- входные сигналы при данной аварии.

#### 1.1.3.5. Осциллографирование токов и напряжений последней аварии (осциллограмма предыдущей аварии не сохраняется).

#### 1.1.3.6. Дистанционный ввод, хранение и отображение конфигурации (состава задействованных ВО АЛАР-Ц и уставок).

#### 1.1.3.7. Непрерывный оперативный контроль исправности (самодиагностика) в течение всего времени работы.

1.1.3.8. Двухсторонний обмен информацией с ПК по каналу связи RS-232 и с АСУ.

1.1.3.9. В процессе своей работы устройство ведет протокол происходящих событий. Этот протокол хранится в ПЗУ устройства (сохраняется при отключении питания) и по запросу передается по каналу связи на ПК или в АСУ.

Устройство фиксирует в протоколе 9 типов возможных событий, запоминая для каждого из них сопутствующую ему информацию. Перечень событий и запоминаемая сопутствующая информация приведены в таблице 1.

Таблица 1.

| № | Событие                               | Информация  |
|---|---------------------------------------|---|
| 1 | Срабатывание                          | Тип ВО, режим (P, Q, δ, U1, I1, U2, I2), кол-во проворотов, дата, время |
| 2 | Пуск ВО                               | Тип ВО, режим, кол-во проворотов, дата, время                           |
| 3 | Возврат пуска                         | Тип ВО, режим, кол-во проворотов, дата, время                           |
| 4 | Появление несимметрии                 | Причина (U2 или I2), режим, кол-во проворотов, дата, время              |
| 5 | Пропадание несимметрии                | Причина (U2 или I2), режим, кол-во проворотов, дата, время              |
| 6 | Изменение входных дискретных сигналов | № входа, дата, время  |
| 7 | Изменение уставок                     | Дата, время   |
| 8 | Квитирование                          | Дата, время   |
| 9 | Включение устройства                  | Дата, время   |

## 1.2. Технические характеристики

1.2.1. Питание АЛАР-Ц осуществляется от источника постоянного или переменного тока номинальным значением напряжения 220 В. Рабочий диапазон значений напряжения питания - от 150 до 250 В. Мощность, потребляемая АЛАР-Ц по цепи питания - не более 40 Вт.

1.2.2. Габаритные размеры АЛАР-Ц не более 265x205x235 мм., масса блока без упаковки не более 6 кг.

1.2.3. По климатическому исполнению АЛАР-Ц соответствует группе УХЛ 2.1 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-89 (для установки в неотапливаемых помещениях) и сохраняет работоспособность при следующих условиях эксплуатации:

- верхнее значение температуры окружающего воздуха плюс 55°C;
- нижнее значение температуры окружающего воздуха 0°C;
- относительная влажность при плюс 25 °С - до 95 %;
- атмосферное давление - от 73,3 до 106,7 кПа (от 550 до 800 мм рт. ст.).
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металлы;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации;

Нормальными климатическими условиями считаются:

- температура окружающего воздуха - (25±10) °С;
- относительная влажность - от 45 до 80 %;
- атмосферное давление - от 630 до 800 мм рт. ст.

1.2.4. Модификации устройства 02, 03 и 04 различаются организацией входов аналоговых сигналов. АЛАР-Ц-02 подключается по четырехпроводной схеме на номинальные токи 1 А и номинальные фазные напряжения  $100/\sqrt{3}$  В. АЛАР-Ц-03 подключается по четырехпроводной схеме на номинальные токи 5 А и номинальные фазные напряжения  $100/\sqrt{3}$  В. АЛАР-Ц-04 подключается по трехпроводной схеме на номинальные токи 5 А и номинальные линейные напряжения 100 В. Характеристики входов аналоговых сигналов для разных модификаций приведены в таблицах 2, 3 и 4.

Характеристики входов аналоговых сигналов АЛАР-Ц-02

Таблица 2

| Наименование параметра   | Значение       |
|--|----------------|
| Количество токовых входов  | 3              |
| Номинальный входной ток, А   | 1.0            |
| Рабочий диапазон входных токов, А  | 0.1 – 5.0      |
| Термическая стойкость токовых входов, А, не менее  |                |
| - длительно  | 5              |
| - в течение 1 с  | 50             |
| Количество входов по напряжению  | 3              |
| Номинальное входное напряжение, В  | $100/\sqrt{3}$ |
| Рабочий диапазон входных напряжений, В   | 1 – 70         |
| Устойчивость к длительной перегрузке цепей напряжения, В, не менее                             | 200            |
| Рабочий диапазон частот входных аналоговых сигналов, Гц  | 45 – 55        |
| Потребляемая мощность входных цепей тока и напряжения при номинальных значениях, В·А, не более | 0.5            |

Характеристики входов аналоговых сигналов АЛАР-Ц-03

Таблица 3

| Наименование параметра   | Значение       |
|--|----------------|
| Количество токовых входов  | 3              |
| Номинальный входной ток, А   | 5.0            |
| Рабочий диапазон входных токов, А  | 0.5 – 25.0     |
| Термическая стойкость токовых входов, А, не менее  |                |
| - длительно  | 15             |
| - в течение 1 с  | 50             |
| Количество входов по напряжению  | 3              |
| Номинальное входное напряжение, В  | $100/\sqrt{3}$ |
| Рабочий диапазон входных напряжений, В   | 1 – 70         |
| Устойчивость к длительной перегрузке цепей напряжения, В, не менее                             | 200            |
| Рабочий диапазон частот входных аналоговых сигналов, Гц  | 45 – 55        |
| Потребляемая мощность входных цепей тока и напряжения при номинальных значениях, В·А, не более | 0.5            |

## Характеристики входов аналоговых сигналов АЛАР-Ц-04

Таблица 4

| Наименование параметра   | Значение   |
|--|------------|
| Количество токовых входов  | 2          |
| Номинальный входной ток, А   | 5.0        |
| Рабочий диапазон входных токов, А  | 0.5 – 25.0 |
| Термическая стойкость токовых входов, А, не менее  |            |
| - длительно  | 15         |
| - в течение 1 с  | 50         |
| Количество входов по напряжению  | 2          |
| Номинальное входное напряжение, В  | 100        |
| Рабочий диапазон входных напряжений, В   | 1 – 130    |
| Устойчивость к длительной перегрузке цепей напряжения, В, не менее                             | 200        |
| Рабочий диапазон частот входных аналоговых сигналов, Гц  | 45 – 55    |
| Потребляемая мощность входных цепей тока и напряжения при номинальных значениях, В·А, не более | 0.5        |

1.2.5. Рабочий диапазон измерения трехфазных активной и реактивной мощностей в единицах входных токов и напряжений – от 20 до 1000 В·А, что в первичных единицах составляет от  $0.1\sqrt{3}\cdot I_n \cdot U_n$  до  $5\sqrt{3}\cdot I_n \cdot U_n$ , где  $I_n$  – номинальный ток обмотки ВН измерительного трансформатора тока,  $U_n$  – номинальное линейное напряжение обмотки ВН измерительного трансформатора напряжения.

## 1.2.6. Дискретные сигналы

1.2.6.1. Характеристики входных дискретных сигналов приведены в таблице 5. Состав входных дискретных сигналов приведен в таблице 6.

Таблица 5

| Наименование параметра  | Значение  |
|---|-----------|
| Количество входов   | 2         |
| Входной ток, мА   | 4 – 10    |
| Длительность сигнала, мс, не менее  | 50        |
| Род тока и номинальное напряжение, В                                      | = 220     |
| Рабочий диапазон входных напряжений, В                                    | 0 – 300   |
| Диапазон напряжений, в котором фиксируется наличие входного сигнала, В    | 160 – 300 |
| Диапазон напряжений, в котором фиксируется отсутствие входного сигнала, В | 0 – 140   |

Таблица 6

| Обозначение | Назначение                         |
|-------------|------------------------------------|
| Блок        | Вывод АЛАР-Ц из работы             |
| 2-Уст       | Переход на второй комплект уставок |



1.2.6.2. Характеристики выходных дискретных сигналов приведены в табл. 7.  
Состав выходных дискретных сигналов приведен в таблице 8

Таблица 7

| Наименование параметра   | Значение |
|--|----------|
| Количество выходных сигналов   | 6        |
| Диапазон коммутируемых напряжений переменного или постоянного тока, В                                  | 24 – 264 |
| Коммутируемый ток замыкания/размыкания при активно - индуктивной нагрузке с $L/R = 50$ мс, А, не более | 0.15     |

Контакты выходных реле устройства предназначены для управления выключателями только через промежуточные реле.

Таблица 8

| Обозначение                         | Включение  | Возврат  |
|-------------------------------------|--|--|
| Вызов<br>(1 пара контактов)         | При неисправности или срабатывании устройства  | По сигналу квитирования после устранения неисправности   |
| Неисправность<br>(1 пара контактов) | При обнаружении неисправности устройства средствами самодиагностики или появлении длительной (более 1 с) несимметрии входных напряжений или входных токов устройства | По сигналу квитирования после устранения неисправности или пропадания несимметрии                        |
| Выведен<br>(1 пара контактов)       | При выводе АЛАР-Ц из работы входным дискретным сигналом, при введении уставок вне границ разрешенного диапазона.   | При снятии входного дискретного сигнала БЛОК, при вводе уставок в пределах границ разрешенного диапазона |
| Срабатывание<br>(1 пара контактов)  | При срабатывании устройства  | Длительность сигнала 0.5 с   |
| Срабатывание 1                      | При срабатывании устройства в том случае, если ПС, на которой установлено устройство, находится в тормозящейся части энергосистемы                                   | Длительность сигнала 0.5 с.  |
| Срабатывание 2                      | При срабатывании устройства в том случае, если ПС, на которой установлено устройство, находится в ускоряющейся части энергосистемы                                   | Длительность сигнала 0.5 с.  |

- 1.2.7. АЛАР-Ц не срабатывает ложно и не повреждается при:
- снятии и подаче оперативного тока, а также перерывах питания любой длительности с последующим восстановлением;
  - при замыкании на землю в цепях оперативного тока;
  - при обрывах в цепях контролируемого напряжения.
- 1.2.8. АЛАР-Ц обеспечивает функцию календаря и часов времени (год, месяц, день месяца, часы, минуты, секунды). Погрешность хода часов не превышает  $\pm 3$  с/сутки (без коррекции по последовательному каналу).
- 1.2.9. АЛАР-Ц обеспечивает хранение программной настройки (значения уставок и программных ключей, определяющих конфигурацию ВО), а также параметров аварий. Время хранения параметров аварий и программной настройки неограниченно.
- 1.2.10. Время готовности АЛАР-Ц к срабатыванию защиты после подачи оперативного тока не превышает 20 с.
- 1.2.11. Устройство по устойчивости к внешним и внутренним помехам соответствует требованиям ГОСТ 29280-92 и ОТТ РД.34.35.310-97. Устройство при поданном напряжении оперативного тока не должно ложно срабатывать в условиях воздействия высокочастотного испытательного напряжения и пачек импульсов положительной и отрицательной полярности, имеющих следующие параметры:
- а) Высокочастотное напряжение
- форма затухающих колебаний частоты 1 МГц с допустимым отклонением  $\pm 20\%$ ;
  - модуль огибающей, уменьшающийся после 3 - 6 периодов на 50%;
  - частота повторения импульсов 400 Гц с допустимым отклонением  $\pm 10\%$ ;
  - внутреннее сопротивление источника высокочастотного сигнала - 200 Ом с допустимым отклонением  $\pm 10\%$ ;
  - амплитуда первого импульса при продольной схеме подключения источника сигнала к испытываемому устройству - 2.5 кВ, при поперечной схеме подключения - 1 кВ с допустимыми отклонениями  $\pm 10\%$ .
- б) Пачки импульсов:
- амплитуда - 4 кВ  $\pm 20\%$ ;
  - длительность переднего фронта - 5 нс  $\pm 30\%$ ;
  - длительность спада - 50 нс  $\pm 30\%$ ;
  - частота следования импульсов в пачке - 2.5 кГц  $\pm 20\%$ ;
  - длительность пачки - 15 мс  $\pm 20\%$ .
- 1.2.12. Устройство правильно функционирует при напряженности электрического поля до 10 В/м в диапазоне 27 - 500 МГц при закрытом кожухе (МЭК 801-3).
- 1.2.13. В устройстве обеспечено подавление радиопомех по классу А (VDE 871/6.78).
- 1.2.14. Устройство при поданном напряжении оперативного тока не повреждается, и ложно не срабатывает при воздействии электростатических разрядов с параметрами:
- напряжение разряда - 8 кВ  $\pm 20\%$ ;
  - частота следования - однократно и не менее 20 Гц.
- 1.2.15. Устройство ложно не срабатывает при замыкании на землю и коммутациях в сети оперативного постоянного (выпрямленного) тока, а также сохраняет работоспособность после перерывов питания оперативного тока любой длительности.
- 1.2.16. Микропроцессорная часть гальванически отделена от источника оперативного тока и от трансформаторов тока и напряжения.
- 1.2.17. Сопротивление изоляции всех гальванически не связанных цепей относительно корпуса и между собой в обесточенном состоянии при температуре окружающей среды

20  $\pm$ 5 $^{\circ}$ C и относительной влажности до 80% не менее 10 МОм (1 класс сопротивления изоляции по ГОСТ 12434-73).

1.2.18. Электрическая изоляция разных фаз цепей тока, напряжения, цепей питания 220 В, других входов и выходов выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 минуты, приложенное между этими цепями или между любой из них и корпусом.

1.2.19. Электрическая изоляция независимых цепей между собой и относительно корпуса выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения, имеющих (при работе источника на холостом ходу) следующие параметры:

- амплитуду 5 кВ с допустимым отклонением -10%;
- длительность переднего фронта 1.2 мкс с допустимым отклонением  $\pm$ 30%;
- длительность спада 50 мкс с допустимым отклонением  $\pm$ 20%;
- длительность интервала между импульсами - не менее 5 с.

### 1.3. Описание работы выявительных органов. Уставки

#### 1.3.1. Общие положения

1.3.1.1. Основная функция АЛАР-Ц – выявление асинхронного режима и формирование команды на деление энергосистемы, реализуется четырьмя выявительными органами угловым (УВО), цикловым (ЦВО), выявительным органом, фиксирующим асинхронный режим синхронных генераторов, при коротких замыканиях во внешней сети (ВОКЗ) и токовым выявительным органом (ТВО). При этом УВО, ЦВО, ВОКЗ и ТВО могут вводиться в работу независимо при задании конфигурации устройства. ТВО, если он введен в конфигурации устройства, резервирует УВО и ЦВО и вводится в работу только в том случае, когда устройство фиксирует неисправность в измерительных цепях напряжения.

ВОКЗ вводится в работу при конфигурации устройства, только в тех случаях, когда АЛАР-Ц используется для защиты от асинхронного режима синхронного генератора или группы синхронных генераторов, работающих на общие шины. Ввод в работу ВОКЗ не исключает возможности одновременного использования УВО, ЦВО и ТВО.

При использовании АЛАР-Ц в качестве простейшего устройства локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости при конфигурировании устройства вводится в работу функция АПНУ.

Одновременная работа функции АПНУ и любых выявительных органов АЛАР недопустима. Поэтому программа конфигурации устройства АЛАР-Ц предусматривает автоматическое выведение из работы всех выявительных органов АЛАР при введении в работу функции АПНУ и автоматическое выведение из работы функции АПНУ при введении в работу любого выявительного органа АЛАР.

1.3.1.2. Работа УВО блокируется при возникновении в энергосистеме коротких замыканий и несимметричных режимов. Исключение составляют несимметричные режимы, характеризующиеся отключением одной фазы контролируемой ВЛ (режим ОАПВ контролируемой ВЛ), при которых УВО не блокируется.

Работа ЦВО блокируется только при возникновении в энергосистеме трехфазных коротких замыканий. Во всех остальных случаях ЦВО остается в работе.

Работа ТВО не блокируется.

ВОКЗ выявляет асинхронный проворот синхронного генератора во время близкого к шинам генератора трехфазного короткого замыкания. ВОКЗ автоматически вводится в работу при возникновении короткого замыкания и автоматически выводится из работы после его отключения.

Работа функции АПНУ блокируется при возникновении в энергосистеме коротких замыканий и несимметричных режимов.

Время восстановления работоспособности выявительных органов после пропадания причины, вызвавшей блокировку – не более 0.2 с.

1.3.1.3. В процессе работы АЛАР-Ц одновременно измеряет мгновенные значения входных токов и напряжений с периодичностью 0.001 с. По результатам этих измерений определяется частота и коэффициенты Фурье для всех входных аналоговых сигналов. Далее, каждые 0.02 с вычисляются составляющие токов и напряжений прямой и обратной последовательности, активная и реактивная мощности в точке измерений, относительный угол на контролируемом участке сети и просчитываются алгоритмы всех введенных в работу выявительных органов АЛАР-Ц. Фазировка входных сигналов осуществляется таким образом, чтобы значения активной и реактивной мощности были положительны, когда перетоки мощности направлены к шинам подстанции, на которой установлено устройство. При этом рассчитываемый относительный угол также оказывается положительным.

1.3.1.4. Для работы каждого из выявительных органов задаются свои, индивидуальные, наборы уставок. Однако в качестве общих уставок, необходимых для работы всех выявительных органов АЛАР-Ц задаются:

- номинальное линейное напряжение обмотки ВН измерительного трансформатора напряжения,  $U_n$ ;
- номинальный ток обмотки ВН измерительного трансформатора тока,  $I_n$ ;
- реактивное сопротивление первой части защищаемого участка сети, расположенного в направлении линии, по которой контролируется (измеряется) ток,  $X_1$ ;
- активное сопротивление первой части защищаемого участка сети,  $R_1$ ;
- реактивное сопротивление второй части защищаемого участка сети, располагающейся от точки измерений в направлении противоположном первой части,  $X_2$ ;
- активное сопротивление второй части защищаемого участка сети,  $R_2$ ;
- доля защищаемого участка сети, отводимая первой зоне защиты при возрастании угла на контролируемом участке сети  $Z_{1>}$ ;
- доля защищаемого участка сети, отводимая первой зоне защиты при убывании угла на контролируемом участке сети  $Z_{1<}$ .

Характеристики общих уставок представлены в таблице 9

Таблица 9

| Обозначение | Ед. измер | Диапазон изм.                                   | Дискретность |
|-------------|-----------|---|--------------|
| $U_n$       | кВ        | 100 ÷ 999 для мод. 02, 03<br>6 ÷ 25 для мод. 04 | 0.1          |
| $I_n$       | кА        | 0.1 ÷ 20  | 0.01         |
| $X_1$       | Ом        | $(0.04 ÷ 1.4) \cdot U_n / I_n$                  | 0.1*         |
| $R_1$       | Ом        | 0 ÷ $X_1$                                       | 0.1*         |
| $X_2$       | Ом        | 0 ÷ $1.4 \cdot U_n / I_n$                       | 0.1*         |
| $R_2$       | Ом        | 0 ÷ $X_2$                                       | 0.1*         |
| $Z_{1>}$    | %         | 5 – 100   | 1            |
| $Z_{1<}$    | %         | 5 – 100   | 1            |

\* для мод. 02,03 и 0.01 для мод.04

### 1.3.2. Угловой выявительный орган (УВО)

1.3.2.1. Угловой выявительный орган фиксирует возникновение асинхронного режима при одновременном выполнении следующих условий:

$$\text{Sign}(\delta) = \text{Sign}\left(\frac{d\delta}{dt}\right) = \text{Sign}\left(\frac{d^2\delta}{dt^2}\right) \neq \text{Sign}\left(\frac{dP}{dt}\right), \quad (1)$$

$$-X_2 \leq X_{eck} \leq X_1, \quad (2)$$

$$U_{eck} < 0.5 \cdot U_{nom}, \quad (3)$$

где:

$\delta$  – разность фаз (относительный угол) между напряжениями по концам защищаемого участка сети;

$P$  – переток активной мощности по защищаемому участку сети;

$X_{eck}$  – реактивное сопротивление участка сети от точки измерений (места установки АЛАР-Ц) до точки сети, где напряжение минимально (точка минимального напряжения), которая в процессе асинхронного проворота превращается в электрический цент качаний (ЭЦК);

$X_1, X_2$  – уставки, задающие величины реактивных сопротивлений от точки измерений до начала и конца защищаемого участка сети, соответственно

$U_{eck}$  – напряжение в точке минимального напряжения.

Все электрические режимные параметры, необходимые для проверки условий (1), (2), (3), рассчитываются в реальном времени на основе однофазной модели контролируемого участка электрической сети с использованием составляющих прямой последовательности измеряемых устройством токов и напряжений.

1.3.2.2. В качестве уставок, определяющих условия срабатывания углового выявительного органа АЛАР-Ц, задаются:

- выдержки времени на срабатывание углового пускового органа при нахождении точки минимального напряжения в 1-й зоне защиты при возрастании ( $Tz1>$ ) или убывании ( $Tz1<$ ) относительного угла  $\delta$ ;
- выдержки времени на срабатывание углового пускового органа при нахождении точки минимального напряжения во 2-й зоне защиты при возрастании ( $Tz2>$ ) или убывании ( $Tz2<$ ) относительного угла  $\delta$ .

Характеристики уставок срабатывания УВО представлены в таблице 10

Таблица 10

| Обозначение | Ед. Измер | Диапазон изм. | Дискретность |
|-------------|-----------|---------------|--------------|
| $Tz1>$      | с         | 0.0 – 0.98    | 0.02         |
| $Tz1<$      | с         | 0.0 – 0.98    | 0.02         |
| $Tz2>$      | с         | 0.0 – 0.98    | 0.02         |
| $Tz2<$      | с         | 0.0 – 0.98    | 0.02         |

Первая зона защиты при возрастании угла, определяемая уставкой  $Z1>$ , располагается по обе стороны от места установки устройства (точки измерений). Ее протяженность в направлении первой части защищаемого участка сети составляет  $\frac{Zon1 > \times X1}{100}$  по реактивной составляющей и  $\frac{Zon1 > \times R1}{100}$  по активной составляющей сопротивления участка сети. Протяженность первой зоны защиты в направ-

лении второй части защищаемого участка составляет  $\frac{Zon1 > \times X2}{100}$  и  $\frac{Zon1 > \times R2}{100}$  соответственно. протяженность первой зоны защиты при убывании угла, задаваемая уставкой  $Z1<$ , определяется аналогично:

для первой части защищаемого участка сети –  $\frac{Zon1 < \times X1}{100}$  и  $\frac{Zon1 < \times R1}{100}$ ,

для второй части защищаемого участка сети –  $\frac{Zon1 > \times X2}{100}$  и  $\frac{Zon1 > \times R2}{100}$ .

- 1.3.2.3. УВО вызывает срабатывание устройства при выполнении условий (1) ÷ (3) с выдержкой времени, определяемой одной из уставок  $Tz1>$ ,  $Tz1<$ ,  $Tz2>$  или  $Tz2<$ , которая автоматически выбирается в зависимости от места нахождения точки минимального напряжения и направления изменения угла  $\delta$ .
- 1.3.2.4. Имеющийся набор уставок срабатывания УВО позволяет организовать взаимодействие основного и резервного устройств АЛАР, исключающее возможность их одновременного срабатывания. Подробно методика выбора уставок представлена в [1].

### 1.3.3. Цикловой выявительный орган (ЦВО)

- 1.3.3.1. Цикловой выявительный орган в процессе своей работы считает количество циклов асинхронных проворотов между векторами напряжений прямой последовательности на концах защищаемого участка сети.

Асинхронные провороты фиксируются с учетом направления изменения угла по факту перехода значений относительного угла между векторами напряжений по концам защищаемого участка через значения  $+180^\circ$ эл. или  $-180^\circ$ эл. Знак проворота считается положительным при возрастании относительного угла. Знак проворота считается отрицательным при убывании относительного угла  $\delta$ .

- 1.3.3.2. В качестве уставок ЦВО задаются:

- $Nc>$  – уставка срабатывания циклового выявительного органа при возрастании относительного угла  $\delta$ , для положительных значений счетчика асинхронных проворотов,;
- $Nc<$  – уставка срабатывания циклового выявительного органа при убывании относительного угла  $\delta$ , для отрицательных значений счетчика асинхронных проворотов,;
- $NcZ>$  – номер очередного цикла асинхронных проворотов в асинхронном режиме, характеризующемся возрастанием угла по контролируемому участку сети, при достижении которого АЛАР-Ц сработает, если в этом асинхронном провороте электрический центр качаний (ЭЦК) находится в зоне, задаваемой уставкой  $ZNc>$ ;
- $ZNc>$  – номер зоны, определяемой в соответствии с уставкой  $Z1>$ , в которой должен находиться ЭЦК при фиксации асинхронного проворота с номером, задаваемым уставкой  $NcZ>$ ;
- $NcZ<$  – номер очередного цикла асинхронных проворотов в асинхронном режиме, характеризующимся убыванием угла по контролируемому участку сети, при достижении которого АЛАР-Ц сработает, если в этом асинхронном провороте ЭЦК находится в зоне, задаваемой уставкой  $ZNc<$ ;
- $ZNc<$  – номер зоны, определяемой в соответствии с уставкой  $Z1<$ , в которой должен находиться ЭЦК при фиксации асинхронного проворота с номером, задаваемым уставкой  $NcZ<$ ;

Характеристики уставок срабатывания ЦВО представлены в таблице 11

Таблица 11

| Обозначение | Ед. измер | Диапазон изм. | Дискретность |
|-------------|-----------|---------------|--------------|
| Nc>         | -         | 1 ÷ 10        | 1            |
| Nc<         | -         | 1 ÷ 10        | 1            |
| NcZ>, NcZ<  | -         | 0 – 9         | 1            |
| ZNc>, ZNc<  | -         | 1, 2          | 1            |

1.3.3.3. ЦВО фиксирует асинхронный режим и вызывает срабатывание устройства, если:

- значение счетчика проворотов больше или равно значения Nc>,
- значение счетчика проворотов меньше или равно значения -Nc<>,
- значение счетчика проворотов равно NcZ> и ЭЦК последнего асинхронного проворота располагался в зоне, заданной уставкой ZNc>,
- значение счетчика проворотов равно NcZ< и ЭЦК последнего асинхронного проворота располагался в зоне, заданной уставкой ZNc<,

Сброс накопленного значения счетчика асинхронных проворотов производится либо по факту срабатывания устройства, либо по истечении 30 с с момента фиксации последнего проворота.

Наличие уставок NcZ>, ZNc> и NcZ<, ZNc< дает возможность настроить срабатывание устройства при заданном направлении изменения угла на заданном цикле проворота (NcZ>, NcZ<), но только в том случае, если в этом цикле проворота ЭЦК находился в заданной зоне. Так, например, можно задать, чтобы устройство сработало после 1-го проворота только в том случае, если ЭЦК находится в первой зоне (NcZ> = 1, ZNc> = 1). При этом, если при первом асинхронном провороте ЭЦК не будет находиться в первой зоне защиты, то устройство не сработает. Величина сопротивления от места установки устройства до ЭЦК определяется по величине сопротивления до точки минимального напряжения (Хеск) в момент асинхронного проворота. При задании NcZ> = 0 и/или NcZ< = 0, срабатывание АЛАР-Ц по этим условиям запрещается.

Подробно методика выбора уставок представлена в [1].

1.3.4. Токовый выявительный орган (ТВО)

1.3.4.1. ТВО вводится в работу автоматически по факту длительного (более 0.6 с) пропадания или несимметрии входных напряжений.

В качестве режимного параметра, по изменению которого производится выявление асинхронного режима, используется действующее значение тока прямой последовательности.

1.3.4.2. В качестве уставок ТВО задаются:

- минимальный ток, I<sub>min</sub>;
- максимальный ток, I<sub>max</sub>;
- максимальная длительность периода колебаний, T<sub>I</sub>;
- число фиксируемых циклов колебаний N<sub>I</sub>.

Характеристики уставок ТВО представлены в таблице 12

Таблица 12

| Обозначение      | Ед. измер | Диапазон изм.          | Дискретность |
|------------------|-----------|------------------------|--------------|
| I <sub>min</sub> | кА        | 0.01 – 2I <sub>н</sub> | 0.01         |
| I <sub>max</sub> | кА        | 0.01 – 5I <sub>н</sub> | 0.01         |
| T <sub>I</sub>   | с         | 0.5 – 20               | 0.1          |
| N <sub>I</sub>   | -         | 3 – 20                 | 1            |

1.3.4.3. В процессе своей работы ТВО считает количество колебаний тока прямой последовательности, максимальные значения которого превышают уставку  $I_{max}$ , а минимальные – меньше уставки  $I_{min}$ , при этом длительность периода колебаний тока не превышает значение  $T_I$ .

ТВО приводит к срабатыванию АЛАР-Ц, когда количество зафиксированных колебаний станет равным уставке  $NI$ . Счетчик колебаний ТВО сбрасывается после срабатывания устройства и в том случае, когда промежуток времени до фиксации очередного колебания превышает уставку  $T_I$ .

1.3.5. Выявительный орган, фиксирующий переход генератора в асинхронный режим во время короткого замыкания (ВО КЗ).

1.3.5.1. ВО КЗ вступает в работу при фиксации близкого к шинам генератора трехфазного короткого замыкания в сети.

1.3.5.2. В процессе работы этот выявительный орган вычисляет приращение угла ротора генератора,  $\Delta\delta_g$  во время короткого замыкания и формирует команду на срабатывание устройства при выполнении условия:

$$\Delta\delta_g \geq \pi - \delta_{gd},$$

где  $\delta_{gd}$  – внутренний угол защищаемого генератора в доаварийном режиме.

1.3.5.3. В качестве уставок ВО КЗ задаются:

$P_{gn}$  – номинальная активная мощность защищаемого генератора в МВт,

$T_j$  – постоянная инерции генераторного агрегата в с,

$X_q$  – синхронное реактивное сопротивление генератора в Ом.

Характеристики уставок ВО КЗ представлены в таблице 13

Таблица 13

| Обозначение | Ед. измер | Диапазон изм.  | Дискретность | Примечание                      |
|-------------|-----------|--|--------------|---------------------------------|
| $P_{gn}$    | МВт       | 2.5 – 1500,<br>0.2· $U_n \cdot I_n$ – 4.0· $U_n \cdot I_n$ | 0.1          |                                 |
| $T_j$       | с         | 3.0 – 15   | 0.1          |                                 |
| $X_q$       | Ом        | 0.5 – 40<br>0.03 $U_n \cdot I_n$ – 3.7 $U_n \cdot I_n$     | 0.1          | Для мод. 04<br>Для мод. 02 и 03 |

1.3.6. При срабатывании УВО, ЦВО ТВО и ВО КЗ на выходе устройства АЛАР-Ц формируется сигнал «Срабатывание» и один из сигналов «Срабатывание 1» или «Срабатывание 2».

При срабатывании УВО и ЦВО сигнал «Срабатывание 1» формируется в том случае, если подстанция, на которой установлено устройство, находится в тормозящейся части энергосистемы (то есть, при увеличении угла  $\delta$ ). Сигнал «Срабатывание 2» формируется в том случае, когда при срабатывании устройства подстанция, на которой оно установлено, находится в ускоряющейся части энергосистемы (то есть, при уменьшении угла  $\delta$ ).

При срабатывании ТВО и ВОКЗ всегда вместе с сигналом «Срабатывание» формируется сигнал «Срабатывание 1»



### 1.3.7. Функция автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ)

1.3.7.1. Работа функции АПНУ возможна только при выведенных из работы УВО, ЦВО ТВО и ВО КЗ. Ее срабатывание происходит при выполнении условий:

$$\delta \cdot Kd1 > SP1\_Del\_AND \ d\delta/dt \cdot Kdd1 > 0 \ AND \ P \cdot Kp1 > SP1\_P \ AND \ dP/dt \cdot Kdp1 > 0,$$

$$\delta \cdot Kd2 > SP2\_Del\_AND \ d\delta/dt \cdot Kdd2 > 0 \ AND \ P \cdot Kp2 > SP2\_P \ AND \ dP/dt \cdot Kdp2 > 0$$

где  $\delta$ ,  $d\delta/dt$  – вычисляемые относительный угол и его производная,  $P$ ,  $dP/dt$  – измеряемая активная мощность и ее производная, величины  $Kd1$ ,  $Kd2$ ,  $SP1\_Del$ ,  $SP2\_Del$ ,  $Kdd1$ ,  $Kdd2$ ,  $Kp1$ ,  $Kp2$ ,  $SP1\_P$ ,  $SP2\_P$ ,  $Kdp1$ ,  $Kdp2$  задаются в качестве уставок.

При выполнении 1-го условия на выходе устройства формируются сигналы «Срабатывание» и «Срабатывание 1», а при выполнении второго условия – сигналы «Срабатывание» и «Срабатывание 2».

Работа функции АПНУ блокируется при несимметрии токов и напряжений и при трехфазных КЗ, также как блокируются угловой и цикловой вывешивательные органы.

1.3.7.2. Характеристики уставок функции АПНУ представлены в таблице 14

Таблица 14

| Обозначение            | Ед. измер | Диапазон изм.  | Дискретность |
|------------------------|-----------|--|--------------|
| Kd1, Kd2, Kp1, Kp2     | -         | -1 ÷ 1   | 1            |
| Kdd1, Kdd2, Kdp1, Kdp2 | -         | -1 ÷ 1   | 1            |
| SP1_Del, SP2_Del       | град. эл. | -170 ÷ +170  | 1            |
| SP1_P, SP2_P           | МВт       | -5·U <sub>н</sub> ·I <sub>н</sub> ÷ 5·U <sub>н</sub> ·I <sub>н</sub> | 1            |

Задание нулевого значения коэффициентов  $Kd1$ ,  $Kp1$ ,  $Kd2$ ,  $Kp2$ ,  $Kdd1$ ,  $Kdp1$ ,  $Kdd2$ ,  $Kdp2$  исключает соответствующее неравенство из условия срабатывания.

## 1.4. Устройство и работа АЛАР-Ц

### 1.4.1. Структурная схема

Конструктивно АЛАР-Ц выполнен в виде моноблока, имеющего лицевую панель (пульт оператора - ПО) и корпус, в который с тыльной стороны по направляющим вставляются модули. Корпус АЛАР-Ц стальной с покрытием из цинка и устойчивых синтетических красителей. В состав блока АЛАР-Ц входят:

- модуль генмонтажный (МГ);
- модуль центрального процессора (МЦП);
- модуль аналоговой информации (МАИ);
- модуль дискретных входов/выходов (МДВВ);
- модуль датчиков тока и напряжения (МДТН);
- модуль ввода-вывода информации (МВВИ);
- модуль управления и индикации (МУИ);
- блок питания (БП).

Взаимосвязи между модулями, входящими в состав устройства, показаны на структурной схеме АЛАР-Ц, представленной на рис. 1. Модули АЛАР-Ц (МДТН, МВВИ) имеют размеры плат 144.5×160 мм. Крепление модулей к корпусу осуществляется невыпадающими винтами М4. В модуль МГ устанавливаются модули МЦП, МАИ, МДВВ. Связь между модулями осуществляется с помощью кабелей. На лицевой панели изнутри жестко закреплена плата модуля управления и индикации - МУИ, на которой установлены элементы управления и индикации АЛАР-Ц.

В процессе работы устройства в модуле датчиков тока и напряжения осуществляется гальваническая развязка входных аналоговых сигналов и их масштабирование к уровням, требуемым для работы АЦП. В модуле дискретных входов/выходов производится получение и гальваническая развязка входных дискретных сигналов и управление выходными реле устройства. Отмасштабированные аналоговые сигналы с выхода МДТН попадают на вход модуля аналоговой информации, где они преобразуются в цифровой вид и далее, попадают в МЦП. Дискретные входные сигналы попадают в МЦП через МВВ. Информация о нажатии кнопок, установленных на модуле МУИ, а также команды, поступающие по последовательным каналам от ПК попадает в МЦП из МУИ. МЦП производит цифровую и логическую обработку поступающей информации и формирует команды управления и сигнализации, которые передаются на выходные реле, установленные в МВВИ, и на МУИ.

### 1.4.2. Программное обеспечение

Программное обеспечение АЛАР-Ц может быть представлено в виде трех основных программных модулей: «Старт», «Фоновая программа», «Прерывающая программа».

1.4.2.1. Программный модуль «Старт» запускается при включении питания АЛАР-Ц и обеспечивает начальное тестирование и подготовку к работе модулей АЛАР-Ц, а также производит начальную установку дискретных выходов, индикаторов и дисплея. В этом же модуле производится контроль уставок, конфигурации и расчет внутренних констант, используемых в алгоритмах выявительных органов АЛАР-Ц.

1.4.2.2. Программный модуль «Фоновая программа» выполняет следующие функции:

- задание и сохранение в ПЗУ конфигурации и уставок;
- создание и сохранение файлов событий и аварий;
- установка даты и времени;
- связь с ПК и АСУ;

- передачу значений параметров сети, аварийных событий и другой информации по каналу связи RS-232 на ПК и АСУ;
- периодическое тестирование;

Фоновая программа работает по кольцевому принципу, т.е. все вышеперечисленные функции выполняются последовательно.

1.4.2.3. Программный модуль «Прерывающая программа» выполняет следующие функции:

- диспетчер всех режимов работы;
- прием сигналов с АЦП;
- расчет токов прямой и обратной последовательности, напряжения прямой и обратной последовательности, текущих значений активной и реактивной мощностей;
- выполнение алгоритма работы УВО, ЦВО,ТВО,ВОКЗ,АПНУ;
- учет количества пусков;
- заполнение памяти аварийных событий;
- управление выходами и индикаторами.

Структурная схема АЛАР - Ц

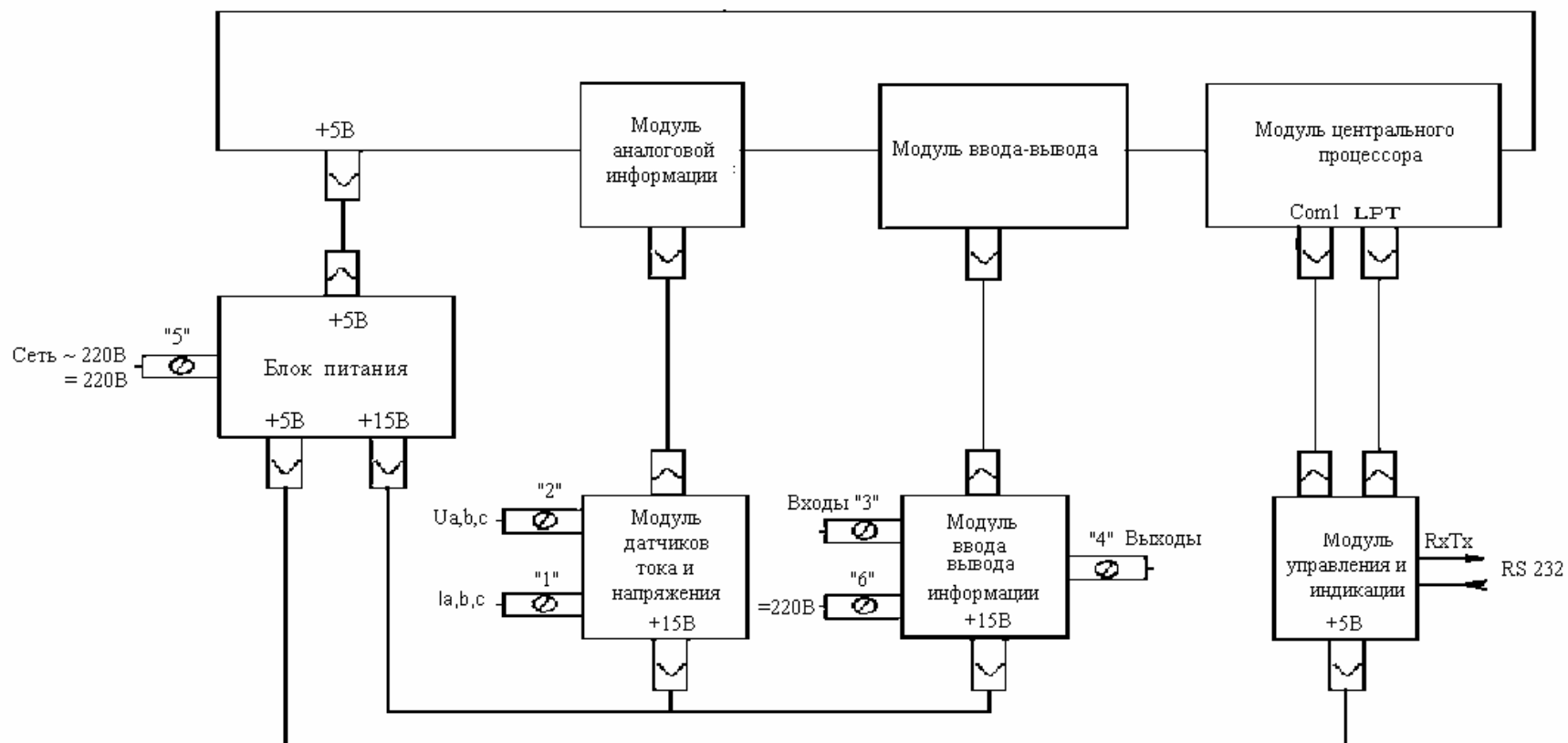


Рис. 1

1.4.2.4. АЛАР-Ц поддерживает протокол связи с ПК и АСУ, обеспечивающий выполнение следующих функций:

- передачу информации о текущих электрических параметрах сети;
- передачу информации о значениях выходных дискретных сигналов устройства;
- сброс элементов сигнализации, имеющих память;
- передачу информации о действующей программной конфигурации устройства и запись новой конфигурации;
- передачу информации о действующих значениях уставок и задание новых значений;
- передачу накопительной информации о пусках и срабатываниях защит;
- передачу информации о параметрах аварийных событий;
- синхронизацию часов и календаря;
- передачу файла событий;
- передачу осциллограммы токов и напряжений;
- дистанционное тестирование.

Скорость обмена (19200,9600,4800, бод ) и номер устройства (1.. 9) задаются с ПК (По умолчанию задан номер устройства - 1 и скорость обмена - 9600 бод).

1.4.3. Внешние подключения

1.4.3.1. Внешние подключения АЛАР-Ц осуществляются с помощью клеммных соединений, расположенных с тыльной стороны устройства, показанной на рис. 2. Электрические схемы подключения к АЛАР-Ц питающего напряжения, входных и выходных сигналов приведены на рис. 3 и 4.

1.4.3.2. Подключение АЛАР-Ц к ПК осуществляется по последовательному изолированному каналу RS-232 через соединитель «RxTx» на лицевой панели устройства. Со стороны компьютера подключение производится к соединителям «СОМ-1» или «СОМ-2». Для соединения используется кабель длиной не более 5 м, схема распайки которого для стандартных соединителей компьютера представлена на рис. 5.

1.4.3.3. Подключение АЛАР-Ц к АСУ осуществляется по каналу RS-232, клеммное соединение «7» которого расположено с тыльной стороны устройства. Для сетевого подключения требуется установка внешнего преобразователя RS-232-RS485 при соединении «витой парой» или преобразователя RS-232—«оптопара» при соединении волоконно-оптическим кабелем. Данные преобразователи могут быть поставлены при заказе устройства. **ВНИМАНИЕ !** Подключение допускается только при выключенном устройстве

1.4.4. Лицевая панель

1.4.4.1. Лицевая панель АЛАР-Ц представляет собой пульт оператора (ПО), функционально разделенный на три части. Размещение органов управления и индикации на ПО представлено на рис. 6. В верхней части ПО расположены семь сигнальных индикаторов. Назначение индикаторов и их маркировка представлены в таблице 15.

1.4.4.2. Под индикаторами расположены кнопки:

Левая - для сброса срабатывания (квитирование). Правая (управление)– тест светодиодов. Имеют следующие названия и обозначения:

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| СБРОС | — | ./. |
| ТЕСТ  | — | <→> |

Расположение клеммников на тыльной стороне АЛАР-Ц

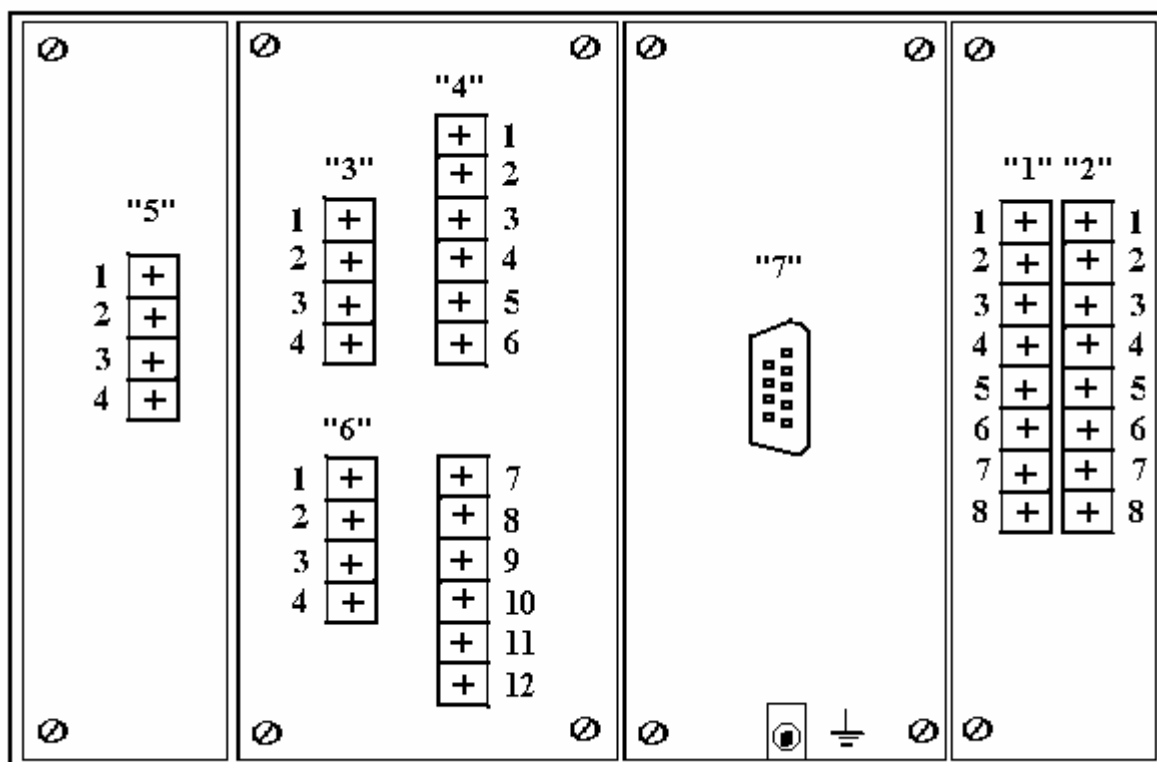


Рис.2

Схема подключения АЛАР-Ц для сети с заземленной нейтралью.

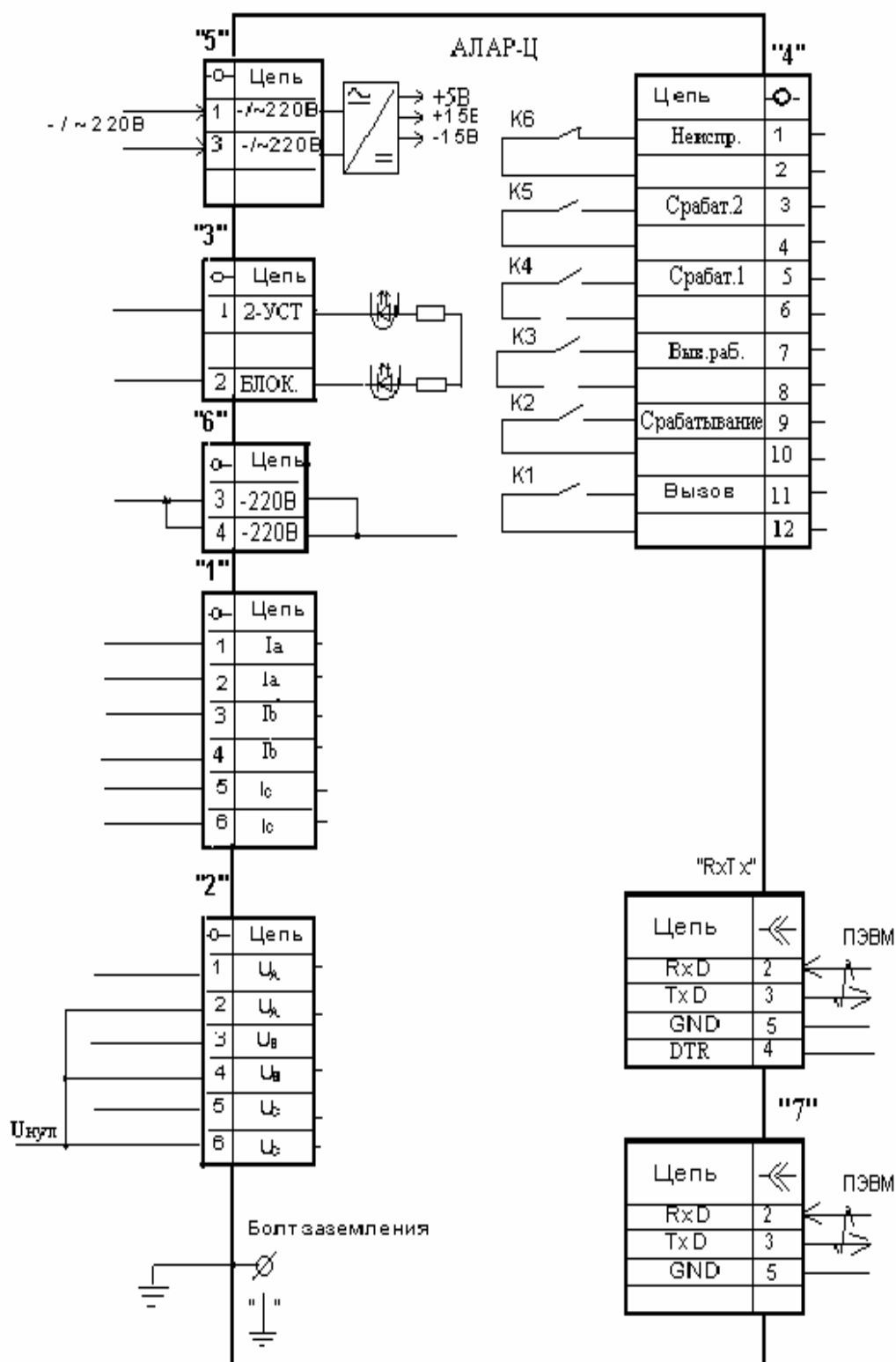


Рис. 3.

Схема подключения АЛАР-Ц для сети с изолированной нейтралью.

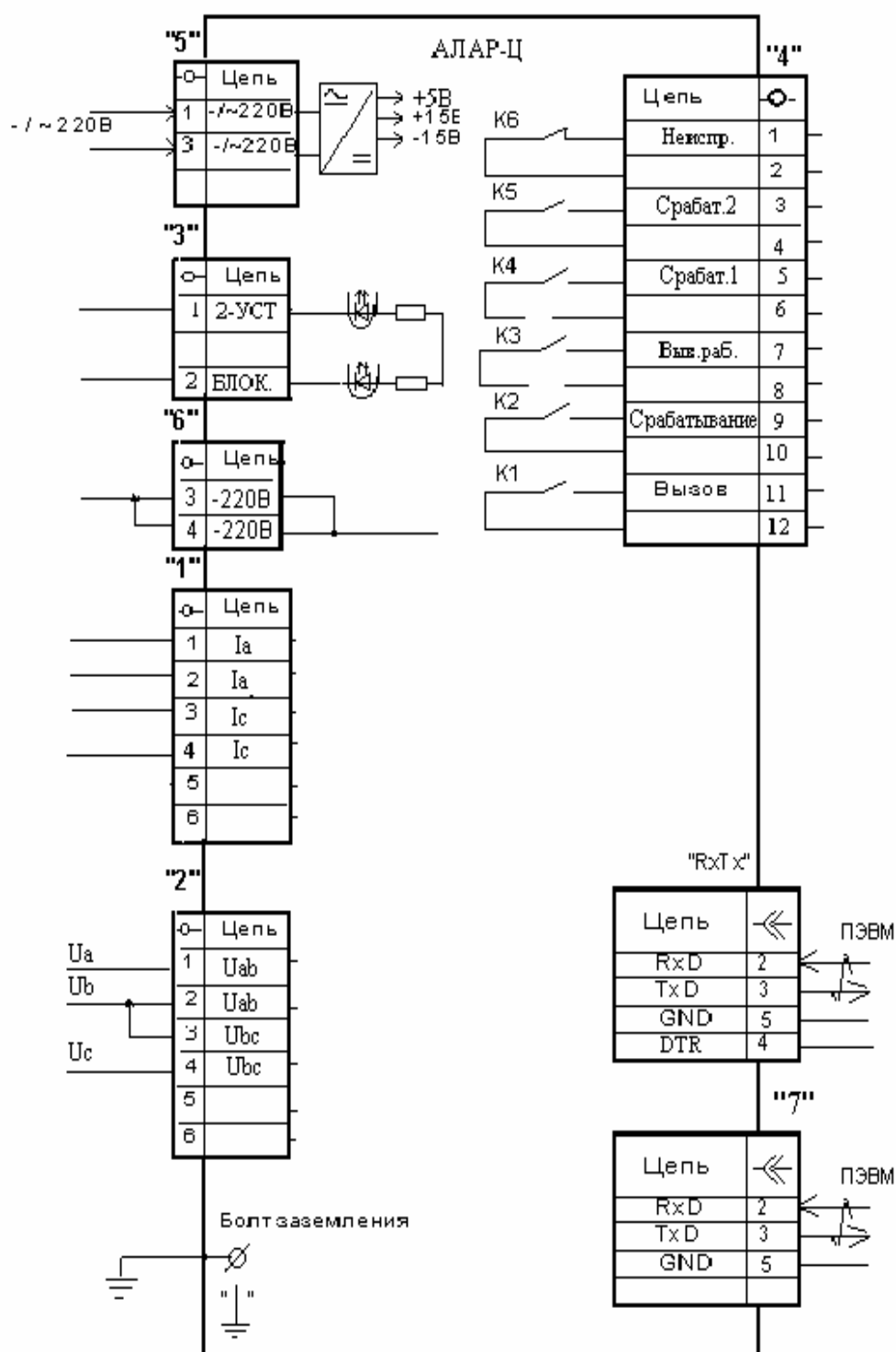


Рис. 4.



## Схемы распайки кабелей для связи АЛАР-Ц с ПЭВМ

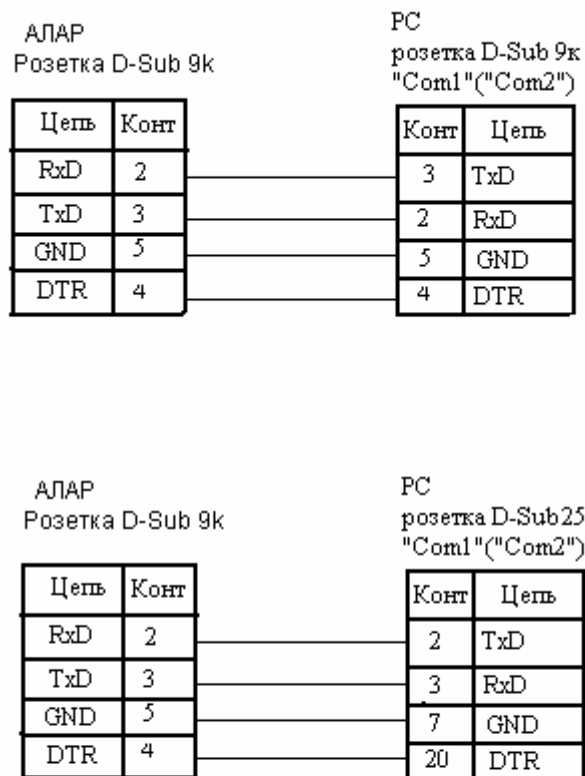


Рис. 5.

## Лицевая панель (пульт оператора)

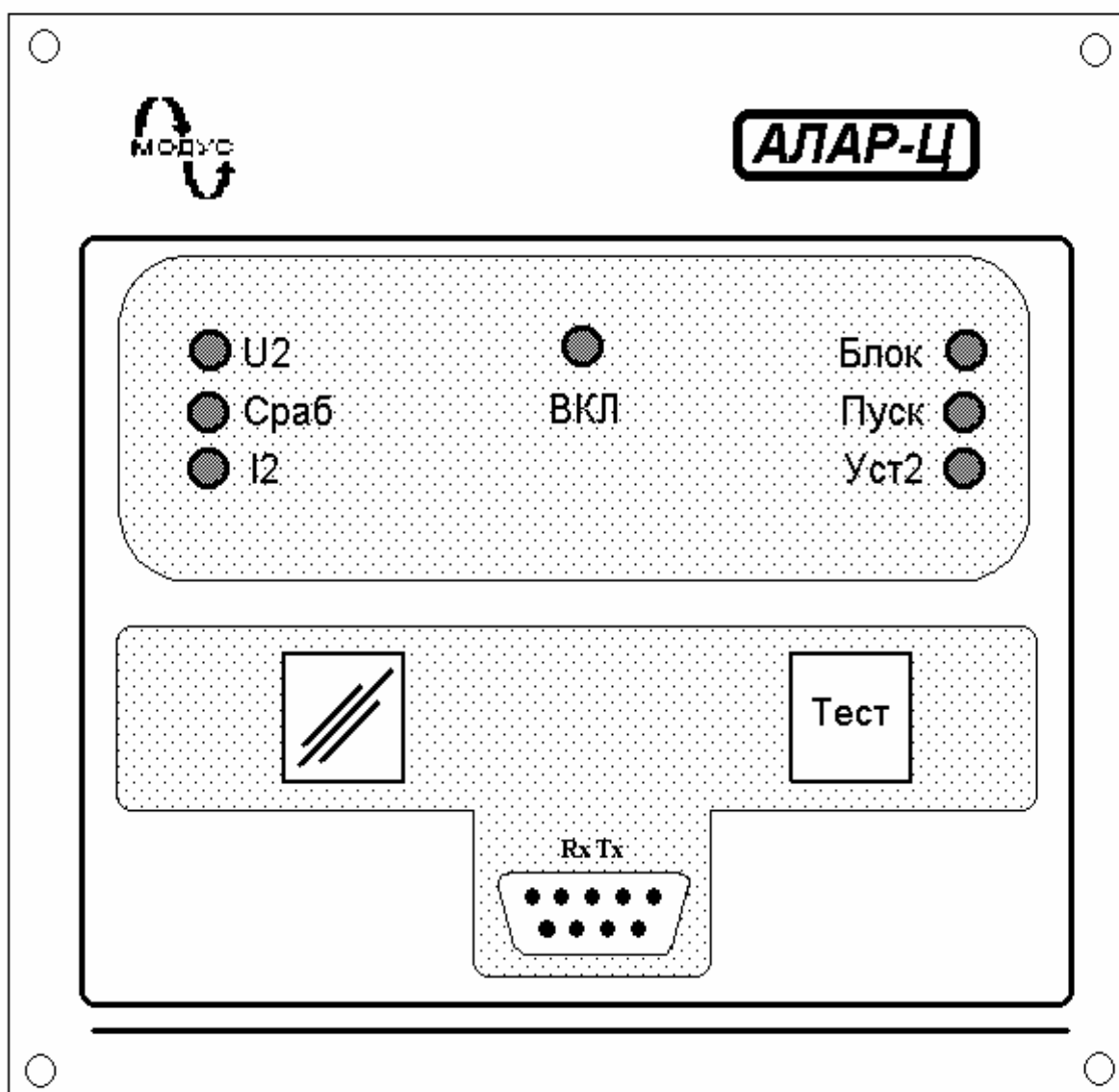


Рис. 6

Таблица 15

| Обозначение | Цвет    | Состояние светодиода | Состояние устройства  |
|-------------|---------|----------------------|---|
| Вкл         | Зеленый | Горит                | На устройство подано питание и оно исправно   |
|             |         | Мигает               | Выявлена неисправность АЛАР-Ц   |
|             |         | Погашен              | Отключено питание устройства или неисправен блок питания  |
| U2          | Желтый  | Горит                | Появление длительной несимметрии (более 10 с) входных напряжений или напряжение значительно меньше номинального |
|             |         | Погашен              | Входные напряжения симметричны  |
| Сраб.       | Красный | Горит                | Срабатывание устройства   |
|             |         | Погашен              | Срабатывание устройства сквитировано  |
| I2          | Желтый  | Горит                | Появление длительной несимметрии (более 10 с) входных токов   |
|             |         | Погашен              | Входные токи симметричны  |
| Блок        | Красный | Горит                | Вывод устройства из работы входным дискретным сигналом  |
|             |         | Мигает               | Значения уставок ВО находятся вне диапазона   |
|             |         | Погашен              | Устройство введено в работу   |
| Пуск        | Зеленый | Горит                | Пуск любого выявительного органа устройства   |
|             |         | Погашен              | Выявительные органы в ждущем режиме   |
| Уст2        | Желтый  | Горит                | Устройство переведено на второй комплект уставок  |
|             |         | Погашен              | Устройство работает на первом комплекте уставок   |

## 1.5. Маркировка

1.5.1. Маркировка наносится на АЛАР-Ц методом, указанным в конструкторской документации и обеспечивает четкость изображения в течение всего срока службы.

На лицевой панели АЛАР-Ц указаны следующие данные:

- товарный знак предприятия- изготовителя;
- условное наименование блока АЛАР-Ц;
- надписи, отображающие функциональное назначение органов управления и индикации.

На панелях модулей (с тыльной стороны АЛАР-Ц) нанесены маркировки, обозначения соединителей, номера контактов клеммных соединителей, а также знак «заземление» у болта заземления АЛАР-Ц.

На боковой стенке корпуса АЛАР-Ц закреплена табличка, на которой указаны следующие данные:

- товарный знак предприятия - изготовителя;
- условное наименование блока;
- заводской номер блока;
- год изготовления.

1.5.2. Маркировка транспортной тары содержит следующую информацию:

- манипуляционные знаки: «Хрупкое. Осторожно!», «Беречь от влаги», «Верх», «Ограничение температуры»;
- основные надписи: грузополучатель, пункт назначения;
- дополнительные надписи: грузоотправитель, пункт отправления.
- информационные надписи: массы брутто и нетто грузового места, габаритные размеры грузового места.

1.5.3. АЛАР-Ц пломбировке не подлежит.

## 1.6. Упаковка

1.6.1. Упаковка АЛАР-Ц производится по ГОСТ 23216-78 для условий хранения, транспортирования в части воздействия механических факторов по условиям С, а в части воздействия климатических факторов: диапазон температур от минус 45 до плюс 60 °С, относительная влажность воздуха 98 % без конденсации влаги.

АЛАР-Ц не подлежит консервации маслами и ингибиторами.

1.6.2. По конструктивным признакам, определяющим выбор средств временной противокоррозионной защиты по ГОСТ 9.014-78, АЛАР-Ц относится к группе III -1, временная противокоррозионная защита - по варианту В3-10.

1.6.3. Подготовка к консервации, консервация и расконсервация должны соответствовать ГОСТ 9.014-78.

1.6.4. Сочетания вида транспортной тары с типом внутренней упаковки по ГОСТ 23216-78:

- для поставок в районы с умеренным и холодным климатом при категории упаковки - КУ-2  
 ТК  
 ----- ;  
 ВУ-IIIА-1
- для поставок в районы Крайнего Севера при категории упаковки - КУ-3А

1.6.5. Упаковывание комплектов эксплуатационной документации и монтажных частей производится с применением отдельной упаковки по варианту ВУ-IIIА-1 совместно с АЛАР-Ц

## 2. Использование по назначению

### 2.1. Эксплуатационные ограничения

Технические характеристики АЛАР-Ц, несоблюдение которых может привести к выходу АЛАР-Ц из строя, указаны в таблице 16.

Таблица 16

| Наименование  | Значение   |
|---|--|
| Предельный диапазон напряжения питания, В                               | В соответствии с п. 1.2.1  |
| Коммутируемый ток замыкания/размыкания, постоянная времени нагрузки L/R | В соответствии с п. 1.2.6.2  |
| Диапазон температуры окружающего воздуха, °С                            | В соответствии с п. 1.2.3  |
| Уровень электрических магнитных помех                                   | Не должен превышать значений, указанных в п. 1.2.11 - 1.2.14   |
| Атмосфера   | Тип 1 (промышленная), среда не взрывоопасная, без токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров, концентрация сернистого газа в соответствии с ГОСТ 15150-69. |
| Солнечное излучение и атмосферные осадки                                | Без воздействия прямого солнечного излучения и попадания атмосферных осадков, конденсации влаги, без воздействия соляного тумана и озона.                      |

### 2.2. Работа с пультом оператора

- 2.2.1. Функциями пульта оператора являются: индикация состояния устройства, квитирование срабатывания устройства и обеспечение возможности подключения АЛАР-Ц к ПК.
- 2.2.2. Индикация состояния устройства обеспечивается с помощью 7 индикаторов, расположенных в верхней части ПО. Они заменяют указательные реле, давая возможность получить оперативную информацию о состоянии устройства. Расшифровка информации, получаемой от индикаторов представлена в таблице 15. Состояние индикаторов запоминается в ПЗУ АЛАР-Ц. Поэтому, несмотря на то, что при снятии оперативного питания с АЛАР-Ц индикаторы гаснут, их состояние восстанавливается после подачи питания на устройство.
- 2.2.3. Возврат индикаторов в исходное состояние осуществляется после нажатия кнопки «Сброс», расположенной ниже индикаторов, слева. При нажатии кнопки «ТЕСТ» происходит тест светодиодов. В нижней части ПО расположен разъем RxTx, с помощью которого АЛАР-Ц подключается к ПК. С помощью ПК производятся все основные функции управления устройством и получение детальной информации о состоянии и работе АЛАР-Ц. Порядок выпол-

нения этих операций рассмотрен в руководстве по эксплуатации «Программное обеспечение связи устройства АЛАР-Ц и ПК».

### 2.3. Установка на объекте и подключение внешних цепей

- 2.3.1. При установке АЛАР-Ц на объекте необходимо соблюдать условия его эксплуатации согласно разделу 2.1.
- 2.3.2. АЛАР-Ц устанавливается на вертикальной панели двери релейного отсека КРУ или на поворотной раме так, чтобы лицевая панель находилась в вертикальной плоскости, а остальная часть входила внутрь релейного отсека. При установке АЛАР-Ц необходимо обеспечить свободный доступ воздуха к вентиляционным отверстиям на боковых стенках корпуса. Крепление устройства производится с помощью четырех отверстий в лицевой панели. Габаритные, присоединительные и установочные размеры АЛАР-Ц указаны на рисунке 7.
- 2.3.3. Подключение входных и выходных цепей необходимо производить в соответствии с электрическими схемами, представленными на рис. 3 и 4.
  - 2.3.3.1. Подключение АЛАР к сети питающего напряжения (постоянного или переменного рабочим значением 220 В) производится через контакты 1 и 3 соединителя «5».
  - 2.3.3.2. При использовании дискретных входов для изменения уставок и блокирования работы устройства необходимо обеспечить питание модуля ввода дискретных сигналов. Для этого на клеммы 3и 4 соединителя «6» подается постоянное напряжение -220 В. При этом управляющие сигналы (+220 В) подаются на клеммы 1 и 2 соединителя «3».
  - 2.3.3.3. Цепи фаз А, В и С входных токов подключаются к соединителю «1».
  - 2.3.3.4. Цепи фаз А, В и С входных напряжений подключаются к соединителю «2».
  - 2.3.3.5. Контакты выходных реле устройства выведены на клеммы соединителя «4». При разработке схемы подключения АЛАР-Ц следует иметь ввиду, что контакт выходного реле АЛАР-Ц К6 – замкнут, когда на устройство не подано питание или оно неисправно. Если устройство включено и исправно, то контакт реле К6 – разомкнут.
- 2.3.4. Перед подключением устройства должны быть проверены:
  - правильность монтажа внешних соединений АЛАР-Ц, пользуясь проектной схемой подключения АЛАР-Ц на подстанции и схемой электрической подключения;
  - правильность фазировки токов и напряжений, подаваемых на входы АЛАР-Ц;
  - надежность затяжки винтовых соединений вторичных цепей.
  - надежность заземления АЛАР-Ц.

### Габаритные и установочные размеры АЛАР-Ц

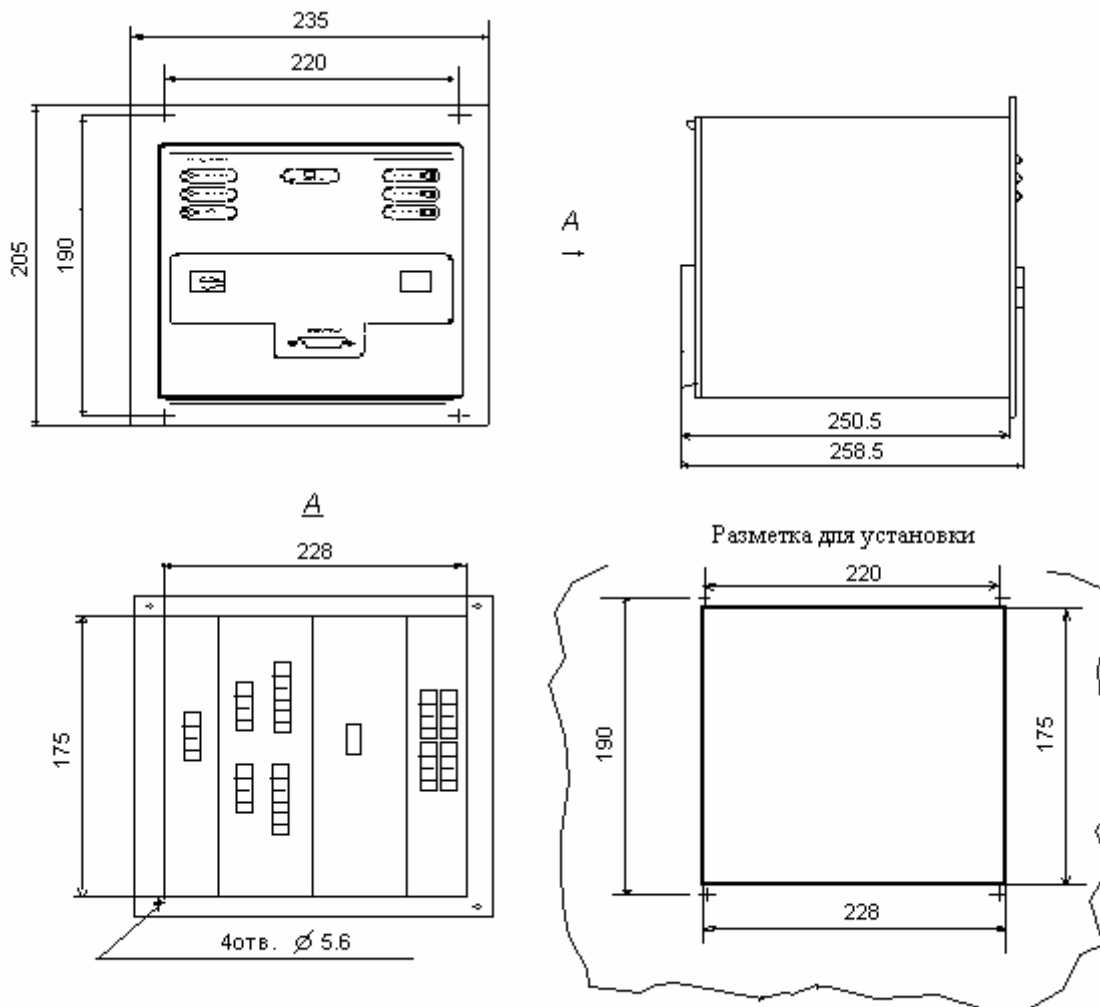


Рис.6

## 2.4. Подготовка к использованию

### 2.4.1. Меры безопасности при подготовке к использованию

**ВНИМАНИЕ:** К КЛЕММНЫМ СОЕДИНИТЕЛЯМ «ПОД ВИНТ» НА ЗАДНЕЙ СТОРОНЕ АЛАР-Ц ПОДВОДЯТСЯ ПОСТОЯННЫЕ И ПЕРЕМЕННЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ДО 300 В!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ОТКЛЮЧАТЬ ОТ КЛЕММНЫХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ «1», «2», «3», «5», «6», «7» НЕОБЕСТОЧЕННЫЕ ЦЕПИ.

Монтаж, обслуживание и эксплуатацию АЛАР-Ц может производить только персонал, имеющий соответствующую квалификацию в объеме производства данных работ и эксплуатационных документов АЛАР-Ц, прошедший инструктаж по технике безопасности, имеющий допуск не ниже третьей квалификационной группы электрической безопасности.

Перед подключением к источнику питания и во время работы АЛАР-Ц должен быть надежно заземлен с помощью болта заземления, расположенного на корпусе АЛАР-Ц. Сечение заземляющего проводника должно быть не менее 5 мм<sup>2</sup>.

Перед включением АЛАР-Ц необходимо проверить на отсутствие внешних дефектов: деформации и коррозии контактов, сколов и трещин колодок соединителей, которые могут повлиять на безопасность.

#### 2.4.2. Входной контроль

2.4.2.1. Перед установкой на объект необходимо произвести входной контроль АЛАР-Ц в следующем объеме:

- проверить комплектность поставки;
- провести внешний осмотр устройства.

2.4.2.2. Проверка комплектности поставки производится в соответствии с разделом «Комплектность» паспорта на АЛАР-Ц.

2.4.2.3. При внешнем осмотре проверяется:

- отсутствие механических повреждений;
- целостность лакокрасочных покрытий;
- отсутствие деформации и загрязнения контактов соединителей;
- надежность затяжки винтов крепления модулей с задней стороны АЛАР-Ц;
- отсутствие нарушения изоляции проводов и механических повреждений концевых разделок соединительного жгута из комплекта АЛАР-Ц;
- наличие и состояние надписей и маркировки на АЛАР-Ц .

#### 2.4.3. Проверка при новом включении

2.4.3.1. Подготовку АЛАР-Ц к работе рекомендуется проводить до установки его на объекте. Подготовка включает в себя:

- внешний осмотр;
- проверку схемы подключения входов и выходов;
- проверку сопротивления изоляции;
- проверку исправности цепей тока и напряжения АЛАР-Ц;
- тестовую проверку работоспособности АЛАР-Ц;
- задание конфигурации и уставок.

2.4.3.2. Внешний осмотр производится в объеме п. 2.4.2.3.

2.4.3.3. Проверку сопротивления изоляции всех независимых внешних цепей АЛАР-Ц относительно корпуса и между собой, за исключением цепей связи с АСУ и ПК (соединитель «RxTx»), проводят в холодном состоянии при нормальных климатических условиях (п. 1.2.3) мегомметром на 2500 В. Перед проверкой АЛАР-Ц необходимо выдержать при нормальных климатических условиях не менее 4 ч. При проведении проверки необходимо замкнуть между собой каждую пару контактов, относящихся к одному входу или выходу. Сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

**ВНИМАНИЕ:** КОНТАКТЫ СОЕДИНИТЕЛЯ «RxTx» НА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ АЛАР-Ц (КАНАЛ RS-232 ДЛЯ СВЯЗИ С ПК) И СОЕДИНИТЕЛЯ “7” ПРОВЕРКЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ НЕ ПОДЛЕЖАТ!

2.4.3.4. Проверка исправности цепей тока и напряжения АЛАР-Ц состоит в следующем:

- измеряется сопротивление постоянному току цепей тока на зажимах 1-2, 3-4 и 5-6 клеммного соединителя «1». Сопротивление должно быть не более 0,01 Ом;



- измеряется сопротивление постоянному току цепей напряжения на контактах 1-2, 3-4 и 5-6 клеммного соединителя «2». Сопротивление должно быть не менее 6.5 кОм.

2.4.3.5. Тестовая проверка работоспособности проводится в следующей последовательности:

- подключить АЛАР-Ц к ПК по каналу связи RS-232 (через соединитель «RxTx»);
- подать на АЛАР-Ц напряжение питания (остальные цепи предполагаются подсоединенными). При включении питания АЛАР-Ц автоматически запускается тест начального включения. При успешном прохождении теста через 20 с на лицевой панели включается индикатор «Вкл», сигнализирующий состояние АЛАР-Ц (см. таблицу 15);
- если система самодиагностики обнаруживает неисправность, то индикатор «Вкл» начинает мигать;
- провести тестовую проверку по методике изложенной в руководстве по эксплуатации «Программное обеспечение связи устройства АЛАР-Ц и ПК»;
- по окончании тестирования отключить оперативное питание и проверить, что реле К6 "Неисправн." замкнуло свои контакты. Включить оперативное питание – реле К6 должно разомкнуть свои контакты не позднее чем через 20 с.

2.4.3.6. Задание конфигурации и уставок производить следующим образом:

- подключить АЛАР-Ц к ПК по каналу связи RS-232 (через соединитель «RxTx»);
- включить оперативное питание;
- задать конфигурацию и уставки по методике изложенной в руководстве по эксплуатации «Программное обеспечение связи устройства АЛАР-Ц и ПК»;
- установить текущие дату и время по методике, указанной в руководстве по эксплуатации «Программное обеспечение связи устройства АЛАР-Ц и ПК».
- после окончания задания конфигурации и уставок снять оперативное питание с АЛАР-Ц. Через 1-2 мин вновь подать оперативное питание и убедиться, что заданная конфигурация и уставки сохранились в памяти устройства;

2.4.3.7. Проверка рабочим током, фазировка и ввод в работу АЛАР-Ц производятся в следующей последовательности:

- Контролируется, что все цепи собраны и АЛАР-Ц готов к включению в работу.
- АЛАР-Ц подключается к ПК по каналу связи RS-232 (через соединитель «RxTx»). На устройство подается питание, контролируется правильность введенных уставок.
- На устройство подаются входные напряжения. Контролируется равенство напряжения прямой последовательности ( $U_1$ ) напряжению, показываемому щитовыми приборами и близкое к 0 значение напряжения обратной последовательности ( $U_2$ ). Значения фазных напряжений должны быть одинаковы и в  $\sqrt{3}$  раз меньше линейного напряжения. В случае, если напряжения  $U_1$  и  $U_2$  не соответствуют указанным значениям, цепи напряжения обесточиваются, после чего выясняется и устраняется ошибка монтажа цепей напряжения.

- D. На устройство подаются входные токи. Контролируется примерное равенство тока прямой последовательности (I1) токам отдельных фаз и току, показываемому щитовыми приборами, и близкое к 0 значение тока обратной последовательности (I2). В случае, если токи I1 и I2 не соответствуют указанным значениям, токовые цепи обесточиваются, после чего выясняется и устраняется ошибка монтажа.
- E. Абсолютные величины, индицируемых активной и реактивной мощностей должны быть равны мощностям, показываемым щитовыми приборами. Не выполнение этого условия свидетельствует о взаимном несоответствии между собой трехфазных систем тока и напряжения. Для ликвидации несоответствия входные цепи АЛАР-Ц обесточиваются, после чего выясняется и устраняется ошибка монтажа.
- F. Контролируется, что знаки индицируемых значений активной и реактивной мощностей положительны, если перетоки этих мощностей направлены к шинам подстанции, или что знаки индицируемых значений активной и реактивной мощностей отрицательны, если перетоки этих мощностей направлены от шин подстанции. При несоответствии знаков мощностей этим требованиям следует изменить полярность подключения токовых цепей к входу устройства.

При выполнении всех перечисленных в пп. А ÷ F условий подключение токов и напряжений к входам АЛАР-Ц – завершено.

2.4.3.8. После подключения АЛАР-Ц в схему подстанции необходимо проверить его взаимодействие со всеми связанными с ним средствами сигнализации и управления в соответствии с инструкциями, действующими на подстанции. Проверить сохранность параметров настройки: введенных конфигурации и уставок. После этих операций АЛАР-Ц считается введенным в работу.

2.4.3.9. По результатам ввода в работу АЛАР-Ц оформляется протокол, в котором необходимо указать параметры настройки конфигурации и уставок АЛАР-Ц.

#### 2.4.4. Плановые проверки

Плановые проверки проводятся в том же порядке, что и при новом включении, но в сокращенном объеме:

- внешний осмотр (п. 2.4.2.3);
- прожимка винтовых соединений;
- проверка сопротивления изоляции (п. 2.4.3.3);
- проверка работоспособности (п. 2.4.3.5);
- проверка конфигурации, уставок, хранение их в памяти после перерывов питания (п. 2.4.3.6);
- проверка значений вторичных токов (п. 2.4.3.7).

#### 2.4.5. Техническое обслуживание и ремонт

АЛАР-Ц не требует специального технического обслуживания в течение всего срока эксплуатации. Проверка и опробование устройства может производиться в сроки, устанавливаемые местными инструкциями, в соответствии с разделом 2 «Использование по назначению».

Ремонтопригодность АЛАР-Ц обеспечивается:

- блочно-модульной конструкцией с съемными модулями;
- внутренней самодиагностикой, позволяющей выявлять неисправность;
- взаимозаменяемостью однотипных модулей.

Все модули, кроме МЦП, могут быть заменены однотипными без какой-либо настройки АЛАР-Ц.

При замене МЦП необходимо вновь ввести конфигурацию и уставки данного АЛАР-Ц. Это может быть сделано на месте установки устройства с помощью переносного ПК.

Вышедшие из строя модули или АЛАР-Ц в целом должны ремонтироваться на предприятии-изготовителе или в специализированных сервисных центрах.

#### 2.4.6. Перечень возможных неисправностей

Возможные неисправности АЛАР-Ц и способы их устранения приведены в таблице 17.

Таблица 17.

| Внешние проявления                    | Причина   | Действия по устранению  |
|---------------------------------------|---|---|
| Все индикаторы погашены.              | Отсутствует питание АЛАР-Ц (оперативный ток).<br>Неисправен МЦП.<br>Неисправен МУИ.<br>Неисправен БП. | Проверить наличие напряжения питания АЛАР-Ц.<br><br>Заменить МЦП.<br>Заменить АЛАР-Ц.<br>Заменить БП. |
| Мигает индикатор «Вкл».               | Неисправен МЦП.<br>Неисправен МУИ.  | Заменить МЦП.<br>Заменить АЛАР-Ц.   |
| Отсутствует обмен с ПК или АСУ.       | Неисправен МЦП.<br>Неправильно задан сетевой адрес устройства и/или скорость передачи информации.     | Заменить МЦП.<br>В ПК в программе связи с АЛАР-Ц произвести установку связи.                          |
| Потеряна информация о времени и дате. | Отсутствует (мало) напряжение литиевого элемента питания.   | Заменить литиевый элемент питания.  |

### 3. Карта заказа

АЛАР-Ц ТИЯК648229.001-02 - номинальный ток 1А, подключение по схеме с заземленной нейтралью (для линий 100 – 750 кВ)

АЛАР-Ц ТИЯК648229.001-03- номинальный ток 5А, подключение по схеме с заземленной нейтралью (для линий 100 – 750 кВ)

АЛАР-Ц ТИЯК648229.001-04 - номинальный ток 5А, подключение по схеме с изолированной нейтралью (для линий 6 – 25 кВ)

Пример заказа устройства:

Устройство АЛАР-Ц ТИЯК 648229.001-04 номинальный ток 5А, подключение по схеме с изолированной нейтралью.

## **Список использованных источников**

1. АЛАР-Ц модификации 02, 03, 04. Методика выбора уставок. СПб.: НИИПТ, 2008.

2.

## Приложение А

Перечень выходных дискретных сигналов АЛАР-Ц

Таблица А.1

| Обозначение реле (по рис. 3, 4) | Наименование команд | Условия формирования   | Длительность, чем снимается                            |
|---------------------------------|---------------------|--|--|
| К1                              | Вызов               | При неисправности или срабатывании устройства                        | По сигналу квитирования после устранения неисправности |
| К6                              | Неисправность       | При обнаружении неисправности устройства средствами самодиагностики  | По сигналу квитирования после устранения неисправности |
| К3                              | Выв.раб.            | При выводе устройства из работы входным дискретным сигналом "Блок"   | При снятии входного дискретного сигнала "Блок"         |
| К2                              | Срабатывание        | При срабатывании устройства  | Длительность сигнала 0.5 с.                            |
| К4                              | Срабатывание 1      | При срабатывании устройства (ЭЦК в тормозящейся части энергосистемы) | Длительность сигнала 0.5 с.                            |
| К5                              | Срабатывание 2      | При срабатывании устройства (ЭЦК в ускоряющейся части энергосистемы) | Длительность сигнала 0.5 с.                            |

## Приложение Б

Соответствие между выходными реле и их отображением на дисплее ПК.

Таблица Б.1

| Номер реле   | Наименование команд | Обозначение реле (рис. 3, 4) | Тип контакта |
|--|---------------------|------------------------------|--------------|
| 1  | Вызов               | K1                           | НР           |
| 6  | Неисправность       | K6                           | НЗ           |
| 3  | Выведен             | K3                           | НР           |
| 2  | Срабатывание        | K2                           | НР           |
| 4  | Срабатывание 1      | K4                           | НР           |
| 5  | Срабатывание 2      | K5                           | НР           |
| Примечание - НЗ - нормально замкнутый контакт;<br>НР - нормально разомкнутый |                     |                              |              |