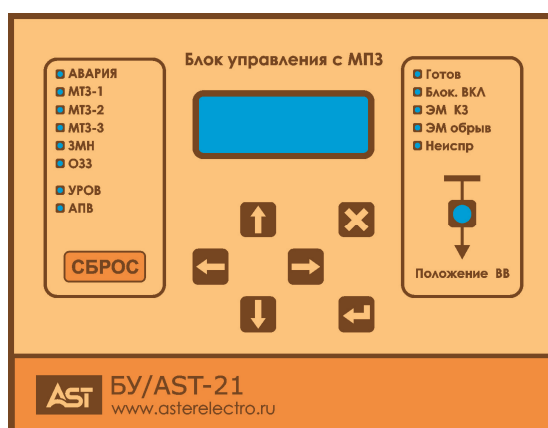


Общество с ограниченной ответственностью  
АСТЕР ЭЛЕКТРО

**БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ВАКУУМНЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ  
БУ/AST-21**

**Руководство по эксплуатации  
БУ.21.0.0.00.103 РЭ**



Новосибирск 2017

---

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ .....	5
1.1 Назначение изделия.....	5
1.2 Функции БУ.....	5
1.3 Условия эксплуатации.....	5
1.4 Условное обозначение .....	5
1.5 Внешний вид.....	6
2 ОПИСАНИЕ ВХОДОВ И ВЫХОДОВ.....	8
3 УСТРОЙСТВО БУ .....	10
3.1 Структурная схема .....	10
3.2 Подключение .....	11
3.3 Работа от цепей оперативного напряжения.....	11
3.4 Работа от источника резервного питания.....	11
4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	11
5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ.....	12
6 КОМПЛЕКТАЦИЯ .....	12
7 УПАКОВКА .....	13
8 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	13
8.1 Установка и монтаж .....	13
8.2 Заземление и проверка изоляции.....	13
8.3 Программа для работы с блоком через ПК .....	13
8.4 Проверка работоспособности совместно с ВВ.....	14
8.4.1 Схема испытания .....	14
8.4.2 Проверка функционирования защит.....	16
8.4.2.1 МТЗ без выдержки времени (токовая отсечка).....	16
8.4.2.2 Токовая отсечка с независимой от тока выдержкой времени .....	17
8.4.2.3 МТЗ с зависимой или независимой от тока выдержкой времени .....	17
8.4.2.4 МТЗ от замыкания на землю (ЗЗ) .....	17
<i>Токовая защита нулевой последовательности с пуском по напряжению нулевой последовательности .....</i>	<i>17</i>
<i>Направленная токовая защита нулевой последовательности .....</i>	<i>17</i>
<i>Защита по напряжению нулевой последовательности.....</i>	<i>18</i>
8.4.2.5 Проверка защиты от несимметрии фазных токов и от обрыва фаз (ЗНФ) .....	18
8.4.2.6 Проверка защиты от пульсирующего тока (ЗПТ) .....	18
8.4.2.7 Защита минимального тока (ЗМТ).....	19
8.4.2.8 Защита минимального напряжения (ЗМН) .....	19

---

8.4.2.9 Защита от повышения напряжения (ЗПН) .....	19
8.4.2.10 Контроль напряжения секции шин .....	19
8.4.2.11 Устройство резервирования при отказе выключателя .....	19
8.4.2.12 Автоматическое повторное включение .....	20
8.4.2.13 Проверка логики диагностики выключателя .....	20
8.4.2.14 Проверка логики отключения от внешних защит .....	20
9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ БЛОКА.....	21
9.1 Общие указания.....	21
9.2 Меры безопасности .....	21
9.3 Виды технического обслуживания устройств РЗА.....	21
9.4 Виды работ при техническом обслуживании устройства.....	23
9.4.1 Перечень проводимых работ.....	23
9.4.2 Проверка электрических характеристик.....	24
9.4.3 Проверка взаимодействия элементов устройств.....	24
9.4.4 Комплексная проверка устройства .....	25
9.5 Текущий ремонт .....	25
10 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	25
11 УТИЛИЗАЦИЯ.....	26
12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	27

Настоящее руководство предназначено для изучения блока управления БУ/AST-21 вакуумными выключателями типа ВВ/AST, его характеристик и правил эксплуатации.

При эксплуатации блока управления наряду с соблюдением требований данного руководства надлежит также руководствоваться следующими документами:

- «Руководство пользователя встроенной МПЗ» - БУ.21.9.0.00 РП;
- «Руководство пользователя по пульту управления и индикации» - БУ.21.9.1.00 РП;
- «Руководство пользователя ПО для работы с ПК - БУ.21.9.2.00 РП;
- «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП).

### Перечень сокращений:

РП	- руководство пользователя;
ПО	- программное обеспечение;
МПЗ	- модуль микропроцессорной защиты;
ПУ	- пульт управления и индикации;
ПК	- персональный компьютер;
РЗА	- релейная защита и автоматика;
ЖКИ	- жидкокристаллический индикатор;
ОН	- оперативное напряжение;
БУ	- блок управления;
ВВ	- вакуумный выключатель;
ИП	- источник питания
Н	- проверка (наладка) при новом включении;
К1	- первый профилактический контроль;
К	- профилактический контроль;
В	- профилактическое восстановление.

Перед тем, как начать работать с изделием пользователь должен ознакомиться с основной документацией на изделие, иметь чёткое представление о работе изделия, требованиях, предъявляемых к изделию при эксплуатации.

Руководство рассчитано на специалистов, работающих в области электроэнергетики с оборудованием класса 10 (6) кВ. При проектировании распределительных устройств класса 10 (6) кВ, выполнении монтажных и пуско-наладочных работ, последующей эксплуатации выключателей ВВ/AST-10 с блоком управления БУ/AST-21 соблюдение норм и требований данного руководства строго обязательно.

**ВНИМАНИЕ:** Предприятие «Астер Электро» постоянно работает над совершенствованием своих изделий с целью улучшения их технических характеристик, поэтому информация в данном руководстве может устареть. При проектировании и установке оборудования необходимо пользоваться руководствами по эксплуатации, поставляемыми с БУ и ВВ.

# 1 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

## 1.1 Назначение изделия

Блок управления (БУ) предназначен для выполнения функций защиты, автоматике, управления и сигнализации присоединений 6-10 кВ совместно с выключателями серии ВВ/AST-10 с магнитной защелкой. БУ разработан для эксплуатации в релейных шкафах комплектных распределительных устройствах внутренней и наружной установки (КРУ, КРУН), а также в камерах сборных одностороннего обслуживания (КСО) сети 10 (6) кВ.

БУ обеспечивает функции защиты, измерения, контроля, отображения информации, автоматике, местного и дистанционного управления вакуумным выключателем (ВВ).

## 1.2 Функции БУ

Блок управления серии БУ/AST-21 представляет собой устройство, объединяющее в одном корпусе блок управления ВВ, микропроцессорную защиту (МПЗ), основной и дополнительные источники питания.

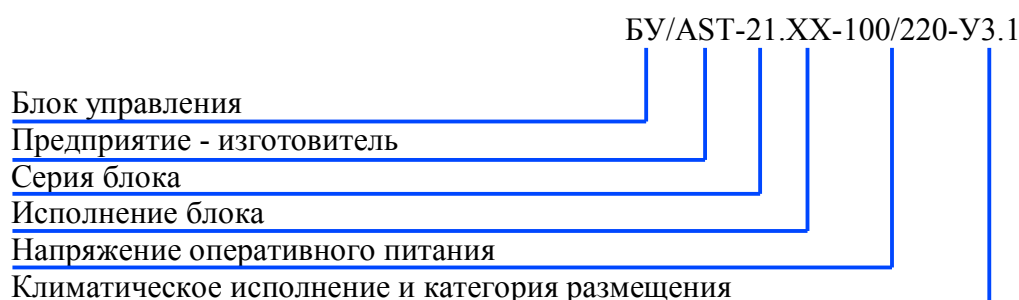
БУ в зависимости от выбранной сервисной уставки (ОТ / ВВ / СВ / ПС) может осуществлять функции защиты и управления вакуумным выключателем на отходящем присоединении, вводном, секционном выключателе и выключателя пункта секционирования. Перечень и описание защит приведен в руководстве пользователя встроенной МПЗ (БУ.21.0.0.00.103 РП).

## 1.3 Условия эксплуатации

БУ предназначен для эксплуатации в районах с умеренным климатом в условиях, предусмотренных для климатического исполнения У и категории размещения 3.1 по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1, в следующих условиях эксплуатации:

- верхнее рабочее значение температуры воздуха +55°C;
- нижнее рабочее значение температуры окружающей среды -20°C;
- нижнее предельное значение температуры окружающей среды -40°C (при снижении температуры ниже -20°C все функции защиты сохраняются, но информация, отображаемая на жидкокристаллическом индикаторе, становится нечитаемой);
- верхнее значение относительной влажности воздуха 100% при температуре +25°C;
- высота над уровнем моря, не более - 1000 м;
- БУ предназначен для эксплуатации во взрыво- и пожаробезопасной среде;
- рабочее пространственное положение БУ - любое;
- БУ рассчитан на круглосуточный непрерывный режим работы.

## 1.4 Условное обозначение



Исполнение блока:

- «00» - МПЗ без осциллографирования, разъемы на задней стенке корпуса;
- «01» - МПЗ без осциллографирования, разъемы на нижней стенке корпуса;
- «02» - МПЗ с осциллографированием, разъемы на задней стенке корпуса;
- «03» - МПЗ с осциллографированием, разъемы на нижней стенке корпуса.

## 1.5 Внешний вид

БУ выполнен в металлическом корпусе с полимерным лакокрасочным покрытием. На лицевой панели установлена пленочная мембранная клавиатура. Внешний вид передней панели приведен на рисунке 1.

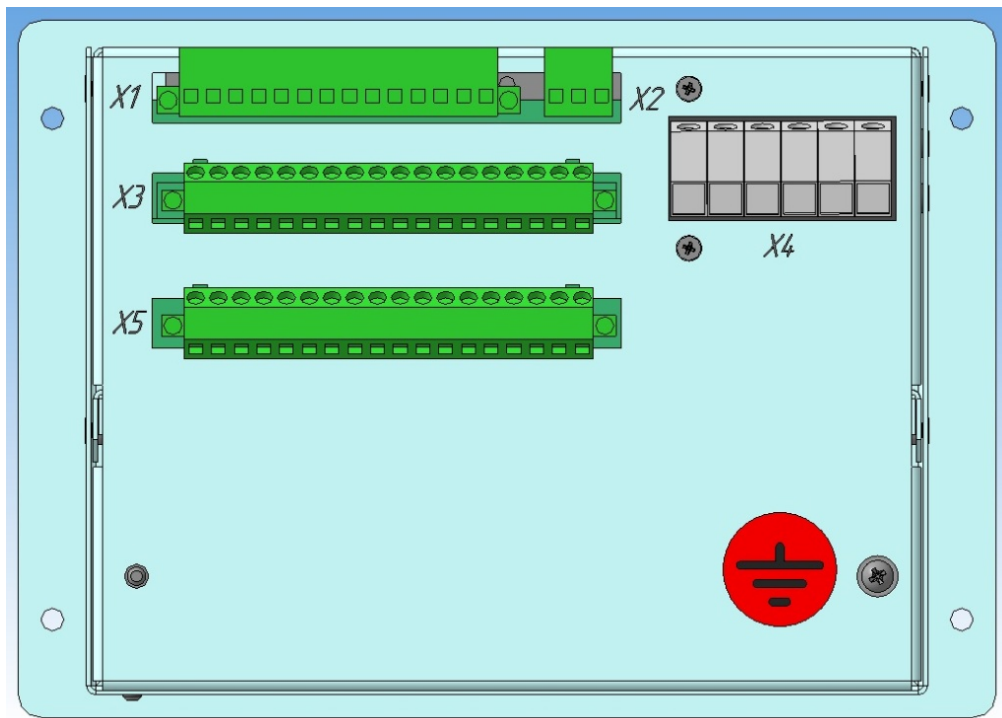


Рисунок 1. Вид передней панели

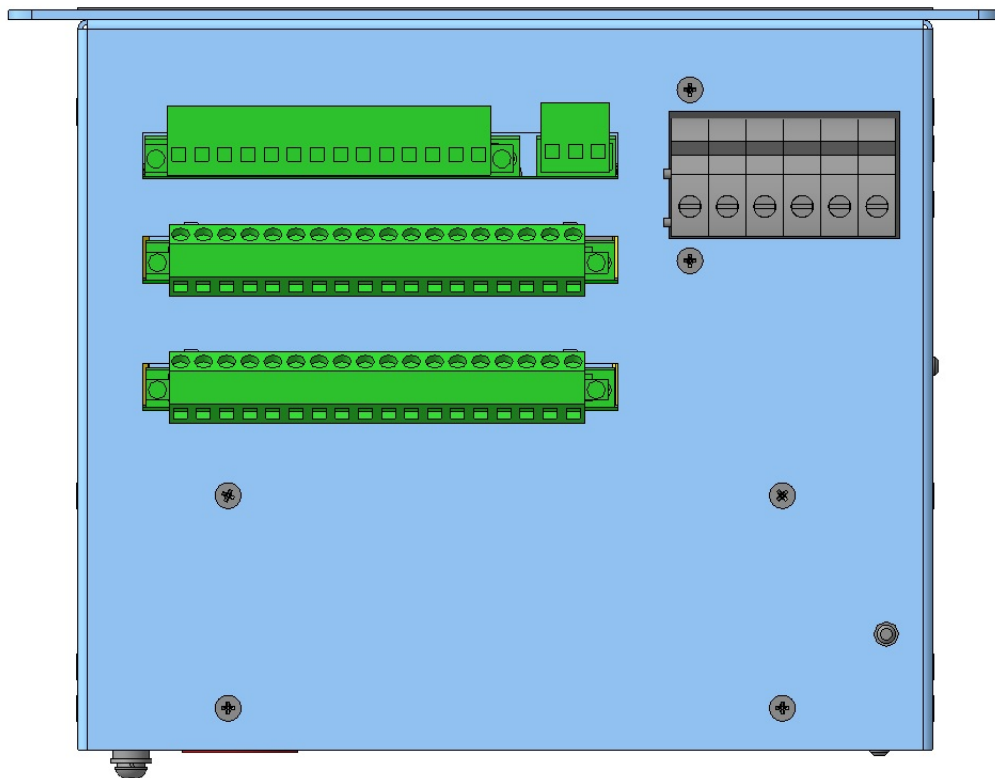
На лицевой панели расположены:

- светодиодные индикаторы состояния защит;
- светодиодные индикаторы состояния и положения ВВ;
- четырехстрочный жидкокристаллический индикатор;
- мембранная клавиатура.

На задней стенке корпуса для исполнения блока 00 и 02 или на нижней для исполнения 01 и 03 - расположены разъемы цепей питания и управления ВВ, аналоговых и дискретных входов и выходов измерения, управления и сигнализации, клеммы аналоговых токовых входов, винт для подключения заземления. Виды на разъемы показаны на рисунке 2.



Исполнение 00, 02



Исполнение 01, 03

Рисунок 2. Вид задней и нижней стенки БУ

## 2 ОПИСАНИЕ ВХОДОВ И ВЫХОДОВ

Имеющиеся в БУ входы и выходы подразделяются на 4 группы:

- Аналоговые входы, включающие в себя токовые входы (клеммы X4) и цепи напряжения (разъем X3:14-18).
- Дискретные входы (разъем X1) и выходы (разъем X3:1-13).
- Цепи последовательного интерфейса (разъем X1:16-18).
- Цепи питания БУ и управления ВВ (разъем X5).

БУ имеет 6 аналоговых входов, 10 дискретных входов и 6 дискретных выходов.

### 1) Аналоговые входы.

Назначение контактов разъема токовых/напряжения входных цепей:

X4:1	– ток фазы А (вход);
X4:2	– ток фазы А (выход);
X4:3	– ток фазы С (вход);
X4:4	– ток фазы С (выход);
X4:5	– ток нулевой последовательности (вход);
X4:6	– ток нулевой последовательности (выход).
X3:14	– напряжение фазы А;
X3:15	– общая точка;
X3:16	– напряжение фазы В;
X3:17	– напряжение нулевой последовательности (выход), объединяется с общей точкой и заземляется;
X3:18	– напряжение нулевой последовательности (вход).

### 2) Дискретные входы.

Назначение контактов разъемов дискретных входов:

X1:1	– общая точка дискретных входов In1 – In3;
X1:2	– дискретный вход РПВ (In1);
X1:3	– дискретный вход РПО (In2);
X1:4	– дискретный вход БКЛ (In3);
X1:5	– общая точка дискретных входов In4 – In5;
X1:6	– дискретный вход команды «ВКЛ» (In4);
X1:7	– дискретный вход команды «ОТКЛ» (In5);
X1:8	– общая точка дискретных входов In6 – In7;
X1:9	– дискретный вход команды «Разрешение АПВ» (In6);
X1:10	– дискретный вход команды «Разрешение АЧР» (In7);
X1:11 – X1:12	– дискретный вход «Внешнее отключение 1» (In8);
X1:13	– общая точка дискретных входов In9 – In10;
X1:14	– дискретный вход «Внешнее отключение 2» (In9);
X1:15	– дискретный вход «Резерв» (In10).



## 3) Дискретные выходы.

БУ имеет 6 выходных реле. Назначение реле, номера соответствующих клемм разъема и тип контактов приведены в таблице.

Назначение контактов разъема дискретных выходов

№ клемм	№ реле	Назначение реле	Тип контактов реле
X3:1 – X3:2	K1	Резерв	Замыкающий
X3:3 – X3:4	K2	Резерв	Замыкающий
X3:5 – X3:6	K3	Реле отключения от УРОВ	Замыкающий
X3:7 – X3:8	K4	Реле «Авария»	Замыкающий
X3:9 – X3:10	K5	Реле «Неисправность»	Размыкающий
X3:11 – X3:13	K6	Реле отключения от ЗЗ	Переключающий

## 4) Цепи последовательного интерфейса.

Назначение контактов разъема цепей интерфейса RS485:

X1:16 – G – экран;

X1:17 – A – линия А;

X1:18 – B – линия В.

Разъем X5 предназначен для подключения источников оперативного и резервного питания, цепей управления ВВ и цепей питания дискретных входов. Назначение контактов разъема приведено в таблице.

контакт	наименование	описание
X5:1	ЭМ2	Цепь управления электромагнитами ВВ
X5:2	ЭМ1	Цепь управления электромагнитами ВВ
X5:3-6	-	
X5:7	-15	Выход =15В для питания счетчика ВВ
X5:8	+15	Выход =15В для питания счетчика ВВ
X5:9	-	
X5:10	+180	Выход =180В для питания дискретных входов
X5:11	-180	Выход =180В для питания дискретных входов
X5:12	-	
X5:13	+300	Вход для подключения внешнего ИП
X5:14	-общ	Общий контакт для дополнительных ИП
X5:15	+12rez	Вход для подключения резервного ИП +12В
X5:16	-	
X5:17	~/+ШП	Вход для подключения питания БУ
X5:18	~/–ШП	Вход для подключения питания БУ

**Внимание! На незадействованных контактах разъема X5 может присутствовать высокое напряжение. Использовать их в схемах подключения БУ недопустимо.**

Описание разъемов X1-X4 продублировано в руководстве по эксплуатации встроенной защиты БУ.21.9.0.00 РП.

Примеры подключения БУ приведены в альбоме типовых схем, поставляемом в электронном виде на CD-диске.

## 3 УСТРОЙСТВО БУ

### 3.1 Структурная схема

Структурная схема блока управления приведена на рисунке 3. В состав БУ входит встроенный модуль микропроцессорной защиты (МПЗ), модуль управления ВВ, вторичный источник питания 180В постоянного тока, блок конденсаторных батарей и источник питания БУ.

Описание модуля МПЗ, работа и его подключение описано в руководстве пользователя БУ.21.9.0.00 РП.

Модуль управления и контроля состоит из моста управления электромагнитным приводом выключателя, схемы контроля электромагнитов ВВ и источника вторичного напряжения. Под управлением модуля МПЗ на плате формируются сигналы для контроля целостности цепи привода ВВ и при возникновении аварийной ситуации «обрыв» или «короткое замыкание» в цепи ЭМ на переднюю панель БУ выводится информация о неисправности блока. Формирует импульс включения и отключения ВВ, управляя силовым мостом подключает к приводу ВВ блок конденсаторных батарей.

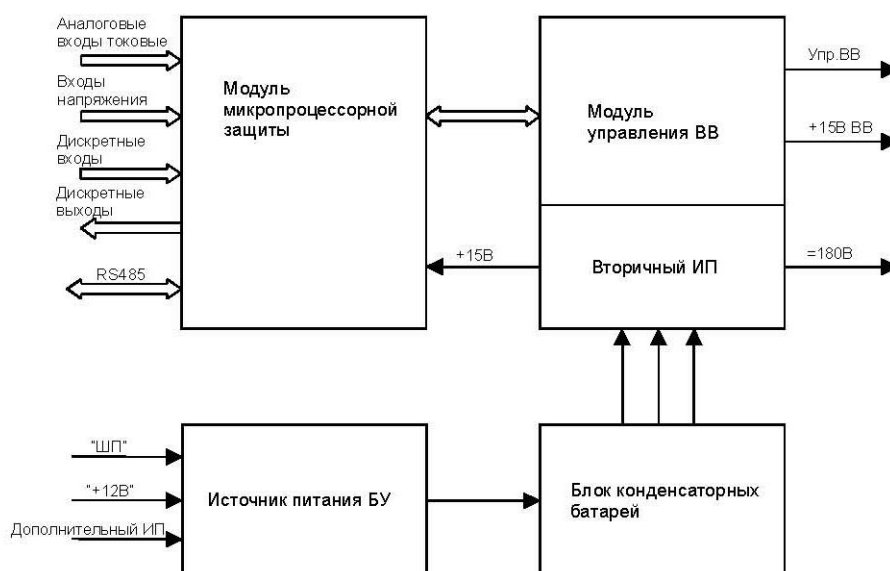


Рисунок 3. Структурная схема БУ

Вторичный источник питания 180В постоянного тока используется для питания дискретных входов и выходов блока управления, обеспечивая контроль при кратковременных провалах напряжения питания БУ.

Блок конденсаторных батарей обеспечивают накопление энергии, достаточной для выполнения операции включения и отключения ВВ, и полнофункциональную работу БУ при провале оперативного питания в течение 30 секунд.

Источник питания обеспечивает заряд блока конденсаторных батарей и работу вторичных ИП. Источник питания в зависимости от исполнения можно подключать к сети оперативного напряжения 100 - 220 В переменного или постоянного тока. ИП обеспечивает полнофункциональную работу БУ от источника резервного питания 12В постоянного тока, в том числе формирование напряжения питания дискретных входов =180В. Наличие входа +300В позволяет подключить дополнительный комбинированный источник питания, работающий от цепей ОН и токовых цепей. Дополнительный источник питания поставляется как опция.

### 3.2 Подключение

Подключение БУ осуществляется через съемные разъемы, а токовые цепи через встроенные клеммы. Аналоговые токовые цепи подключаются к вторичным обмоткам трансформаторов тока проводом сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup>, остальные цепи монтируются проводниками сечением не менее 0,5 мм<sup>2</sup>. Примеры подключения БУ приводятся в альбоме типовых схем, поставляемом на CD диске с комплектом документации.

### 3.3 Работа от цепей оперативного напряжения

При подаче оперативного питания и выхода БУ на готовность на дисплее отображается последнее текущее состояние защит и аварийных ситуаций, которое предшествовало выключению БУ. Данные неисправности сбрасываются квитированием с кнопки на передней панели блока или подачей сигнала на дискретный вход отключения ВВ.

Состояние готовности БУ показывают светодиодный индикатор «Готов» и индикатор «Положение ВВ» отображающий состояние ВВ: зеленый – ВВ отключен, красный – ВВ включен.

Для выполнения «Включения» и «Отключения» ВВ необходимо подать управляющее напряжение 220В постоянного или переменного тока на соответствующий дискретный вход разъема X1.

Для обеспечения надежности контроля за состоянием ВВ и управления дискретными входами, необходимо на дискретные входы подавать напряжение 180В постоянного тока от внутреннего источника питания БУ, который поддерживает напряжение на выходе в течении 30-40 секунд после снятия ОН. Цепи питания дискретных входов БУ исполнений БУ-21.00-220 и БУ-21.00-110 идентичны и не зависят от цепей оперативного питания блока.

Порядок настройки уставок и программирования защит изложен в руководствах пользователя МПЗ (БУ.21.9.0.00 РП) и пульта управления и индикации (БУ.21.9.1.00 РП).

### 3.4 Работа от источника резервного питания

Работа БУ от источника резервного питания аналогична работе от ОН за исключением времени выхода на готовность БУ. данные приведены в таблице технических характеристик.

## 4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технические характеристики БУ	
Диапазон рабочих напряжений, В	~/= 100 - 283
Потребляемая мощность в режиме ожидания при номинальном напряжении, Вт	не более 10
Потребляемая мощность в режиме коммутации в течение 1 секунды при номинальном напряжении, Вт	не более 300
Время готовности БУ с момента подачи напряжения питания, с	3
Время готовности БУ к отключению по защите с момента подачи напряжения питания, с	1
Время готовности БУ с момента отключения напряжения питания, с	30
Напряжение резервного источника питания (ИП), В	12
Потребляемая мощность в режиме ожидания при пита-	не более 8

нии от резервного ИП, Вт	
Потребляемая мощность в режиме коммутации при питании от резервного ИП, Вт	не более 30
Время готовности БУ с момента подачи питания на вход резервного ИП, с	не более 45
Напряжение питания дискретных входов, В	~/= 220
Потребляемая мощность дискретных входов при номинальном напряжении, Вт	не более 0,5
Выходное напряжение вторичного источника для питания дискретных входов, В	= 180
Проверка изоляции между электрически изолированными цепями, выведенными на разъемы БУ, и корпусом напряжением переменного тока, В	2000
Масса БУ, кг	4,45
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	230x185x145

## 5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Маркировка наносится на корпус БУ и содержит следующие сведения:

- наименование и обозначение изделия;
- товарный знак и наименование предприятия-изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя.

После проведения приёмо-сдаточных испытаний БУ пломбируется при помощи пломб-наклеек.

## 6 КОМПЛЕКТАЦИЯ

В комплект поставки БУ входят:

Наименование	Количество, шт
Блок управления	1
Паспорт БУ.21.0.0.00 ПС	1
CD диск с документацией	1
Руководство по эксплуатации БУ/AST-21 БУ.21.0.0.00 РЭ	
Руководство пользователя МПЗ БУ.21.9.0.00 РП	
Руководство пользователя по пульту управления и индикации БУ.21.9.1.00 РП	на CD диске
Руководство пользователя по работе ПО БУ.21.9.2.00 РП	
Программа для работы с БУ «Т-МКЗР-ASTER-v2»	
Альбом типовых схем БУ.21.9.5.00	
Комплект из 4 разъемов для подключения БУ	1
Комплект для установки БУ	1 пакет
Отвертка с плоским жалом 3 мм	1

## 7 УПАКОВКА

БУ упаковывается в картонную коробку с уплотнением воздушно-пузырьковой пленкой. На коробку наносится маркировка в виде наклеек на бумажной основе с указанием на них следующей информации:

- товарный знак и наименование предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- транспортная маркировка должна содержать следующие манипуляционные знаки:

№ 1 «Хрупкое. Осторожно», № 3 «Беречь от влаги», № 11 «Верх».

## 8 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 8.1 Установка и монтаж

БУ монтируется в шкафах релейной защиты на передней панели в прорезанное отверстие. Габаритные и установочные размеры показаны в приложении А. Шаблон для разметки отверстия под БУ вложен в РЭ и прилагается отдельным файлом в электронной версии документов. Длина соединительных проводов не должна превышать 3-х метров.

### 8.2 Заземление и проверка изоляции

Корпус БУ должен быть заземлен проводником сечения не менее 4 мм<sup>2</sup>. На задней стенке БУ расположено отверстие под болт заземления, имеющее соответствующую маркировку. Экранированный кабель или жгут соединительных проводов заземляют в одной точке как можно ближе к корпусу БУ.

После монтажа необходимо провести проверку электрической прочности изоляции БУ. Проверку прочности изоляции проводят переменным (50Гц) синусоидальным напряжением 2 кВ в течение 1 минуты, при обесточенном БУ.

Испытательное напряжение прикладывается к различным независимым группам цепей относительно корпуса и между собой.

Группы цепей	Объединяемые контакты
Цепи оперативного питания	X5:17, X5:18
Цепи дискретных входов	X1:1 - X1:15
Цепи дискретных выходов	X3:1 - X3:13
Цепи токовых входов	X4:1 - X4:6
Цепи входов напряжения	X3:14 - X3:18
Цепи интерфейса RS485	X1:16 – X1:18
<b>ВНИМАНИЕ, смотри примечание</b>	
Цепи управления приводом ВВ	X5:1 - X5:16 *

*\* Группа контактов разъема X5:1 - X5:16 электрически соединена с заземлением корпуса блока. Поэтому прикладывать испытательное напряжение к этой группе относительно корпуса категорически запрещено.*

### 8.3 Программа для работы с блоком через ПК

Программа для работы с блоком (программа «Терминал») предназначена для организации интерфейса между блоком и пользователем через персональный компьютер. Связь между блоком и ПК осуществляется через интерфейс RS485 по Modbus протоколу. Программа одно-

временно может работать только с одним блоком, выбранным указанием адреса блока в сети MODBUS.

С выбранным блоком пользователь может осуществлять следующие действия:

- вести мониторинг текущих параметров в реальном времени;
- изменять уставки блока и просматривать протоколы;
- считывать журналы аварийных событий и протоколы на персональный компьютер;
- осуществлять функции управления защищаемым объектом.

Программа и руководство пользователя (БУ.21.9.2.00 РП) поставляется на CD диске вместе с документацией на БУ. Наименование файла ПО «Т\_МКЗР\_ASTER\_v2».

## **8.4 Проверка работоспособности совместно с ВВ**

### **8.4.1 Схема испытания**

Перед установкой блока на объект проводятся испытания защиты в лабораторных условиях совместно с ВВ. Схема испытания блока приведена на рисунке 4.

К разъему X2 подключается преобразователь RS-485/232, к порту RS232 подключается компьютер (notebook), имеющий программное обеспечение для считывания информации, управления и настройки блока.

Переключателями Т1-Т7 на дискретные входы подаются управляющие команды блокировка (БЛК), («Включить», «Отключить»), сигналы с ключей управления («Разрешение АПВ» и «Разрешение АЧР»), сигналы отключения от внешних защит («Внешнее ОТКЛ1», «Внешнее ОТКЛ2»). При проведении проверок переключатель Т1 должен быть включен, кроме случаев где это прописано в методике проверки.

Подается напряжение питания на блок, при этом осуществляется контроль работоспособности блока по зеленому светодиоду «ГОТОВ» на панели управления и индикации.

Уровни фазных токов и напряжений задаются приборами для проверки защит.

Для испытания БУ можно применять приборы для проверки РЗА («Уран», «Нептун», «Ретом») с соответствующими схемами подключения к БУ.







### 8.4.2.2 Токовая отсечка с независимой от тока выдержкой времени

Проверке подлежат измерение тока срабатывания и тока возврата защиты, времени срабатывания. Порядок проверки аналогичен изложенному в п.п 8.4.2.1. При измерении времени срабатывания необходимо свободно программируемое реле Кх подключить к выходу МТЗ-2.

### 8.4.2.3 МТЗ с зависимой или независимой от тока выдержкой времени

Если третья ступень выполнена с независимой от тока выдержкой времени, то порядок проверки аналогичен предыдущему. При выполнении защиты с интегрально-зависимой выдержкой времени необходимо выполнить следующие проверки.

Предварительно задается ток срабатывания защиты, выраженный в [А]. Рекомендуется ток срабатывания принимать равным  $I_{CP} = (1,05 - 1,1)I_{НОМ}$ . Задается постоянная времени нагрева ( $T_H$ ) электродвигателя, которая принимается равной постоянной времени охлаждения при работающем двигателе. Заводская уставка  $T_H = 900$  с. Отдельно задается постоянная времени охлаждения остановленного электродвигателя ( $T_O$ ), заводская уставка – 1500 с.

### 8.4.2.4 МТЗ от замыкания на землю (ЗЗ)

#### *Токовая защита нулевой последовательности с пуском по напряжению нулевой последовательности*

Перед выполнением проверки необходимо:

- проверить соответствие схемы испытаний, рисунок 4;
- включить программный переключатель земляной защиты В17, переключателем В19 установить действие защиты на отключение;
- задать уставки по току и напряжению, причем уставка по напряжению должна быть меньше измеряемого по каналу  $3U_0$  фазного напряжения.

Включить ВВ и, увеличивая ток по каналу  $3I_0$  до заданного уставкой значения, убедиться в срабатывании защиты.

Задать уставку по напряжению выше измеряемого фазного напряжения. Повторить опыт. Защита не должна срабатывать.

#### **Направленная токовая защита нулевой последовательности**

Программным переключателем выводится из действия токовая защита с пуском по напряжению. Задается исходная уставка пускового органа по напряжению. Переключателем В21 вводится направленная токовая защита. Задаются две уставки по углу, в диапазоне которых должна действовать защита, рисунок 6:

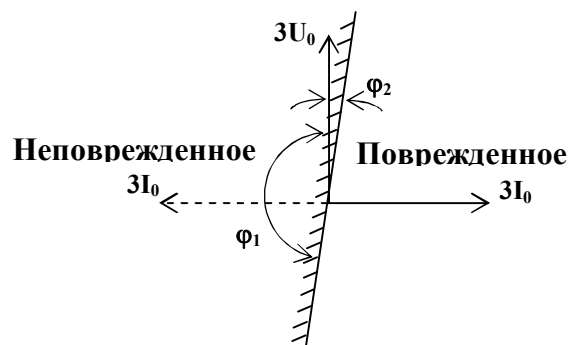


Рисунок 6 – Диаграмма области срабатывания

Областью срабатывания является диапазон углов от  $\varphi_1$  до  $\varphi_2$  в направлении против часовой стрелки. Углы задаются относительно напряжения, опережающий напряжение вектор имеет знак минус (до  $180^\circ$ ), отстающий – знак плюс.

Например, для диаграммы по рисунку 6  $\varphi_1 = -170^\circ$ ,  $\varphi_2 = +10^\circ$ , область срабатывания защиты будет охватывать 4-й и частично 1-й и 3-й квадрант и составит  $180^\circ$ .

Включается ВВ. При заданных уставках по углу защита не должна сработать, поскольку подаваемый на вход защиты ток фазы А и напряжение фазы А совпадают по углу.

Подключить к токовому входу ток фазы С и повторить опыт, защита должна сработать. Точнее область срабатывания может быть проверена при плавном изменении угла между током и напряжением, используя схему с фазовращателем.

Произвести проверку защиты в условиях отсутствия запуска по току или по напряжению. Для этого необходимо снизить ток в защите менее уставки или задать уставку по напряжению, которая будет больше входного напряжения. В обоих случаях защита не должна сработать.

### **Защита по напряжению нулевой последовательности**

Программным переключателем В20 ввести защиту по напряжению нулевой последовательности. При включенном автоматическом выключателе SF защита должна подействовать на сигнал с заданной выдержкой времени. По окончании проверки защита выводится из действия.

#### **8.4.2.5 Проверка защиты от несимметрии фазных токов и от обрыва фаз (ЗНФ)**

Ввести в действие защиту программным переключателем В13. Задать уставку по току обратной последовательности (например, 10%) и выдержку времени.

Включить ВВ, установить симметричный ток в фазах и проверить правильность вычисления тока обратной последовательности и чередования фаз: ток обратной последовательности ( $I_2$ ) близок к нулю, ток прямой последовательности ( $I_1$ ) равен фазному току (все токи вычисляются в первичных значениях).

Увеличивая ток в одной фазе реостатом R, убедиться в срабатывании пускового органа защиты при достижении уровня несимметрии ( $N_I$ ) заданной уставки и с выдержкой времени – в срабатывании выходного или сигнального органа (в зависимости от положения ключа В14).

Вновь задать симметричный ток в фазах, вывести защиту из действия.

Поменять чередование фаз. Убедиться, что ток прямой последовательности близок к нулю, ток обратной последовательности равен фазному току (первичные значения), измеренному устройством. Восстановить исходную схему.

Произвести обрыв фазы. Уровень несимметрии ( $N_I$ ) должен составить около 58%. Собрать исходную схему и вывести защиту из действия.

#### **8.4.2.6 Проверка защиты от пульсирующего тока (ЗПТ)**

Ввести в действие защиту программным переключателем В15. Задать уставку по уровню пульсации (например, 10%), период определения пульсирующей нагрузки ( $T_{\text{МЕХ}}$ ) и выдержку времени на срабатывание. При выполнении данной проверки рекомендуется задать  $T_{\text{МЕХ}} = (1500-2000)$  мс.

Задать ток на уровне номинального значения. Имитация пульсирующей нагрузки задается автотрансформатором периодическим увеличением и уменьшением тока с частотой 1 Гц. Если при этом уровень пульсации превышает уставку на срабатывание, то по истечении выдержки времени должно сработать выходное или сигнальное реле (в зависимости от положения программного переключателя В16). Вывести защиту из действия.

#### 8.4.2.7 Защита минимального тока (ЗМТ)

Ввести в действие защиту программным переключателем В11. Задать уставку по току и по времени срабатывания. Включить ВВ и, снижая ток до значения уставки, убедиться в срабатывании пускового органа защиты и с выдержкой времени - срабатывании выходного или сигнального реле (в зависимости от положения программного переключателя В12). Вывести защиту из действия.

#### 8.4.2.8 Защита минимального напряжения (ЗМН)

Ввести в действие первую ступень защиты программным переключателем В23. Задать значение уставки по времени срабатывания и по напряжению, превышающему измеряемое линейное напряжение. При поданном на вход устройства напряжении защита не срабатывает. При снятии напряжения срабатывает защита, ВВ отключится. Повторить вышеописанные действия для двух других ступеней.

#### 8.4.2.9 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

Ввести в действие защиту программным переключателем В24. Задать значение уставки по времени срабатывания. Уставку по напряжению срабатывания задать менее измеряемого линейного напряжения. При этом срабатывает блокировка включения выключателя. Убедиться в невозможности включения ВВ.

Вывести переключателем В24 защиту из действия и включить выключатель. Вновь ввести защиту в действие. Убедиться в срабатывании защиты на отключение или сигнал (в зависимости от положения программного переключателя В25). Восстановить исходную конфигурацию защиты.

#### 8.4.2.10 Контроль напряжения секции шин

Проверка выполняется при отключенном магнитном пускателе. Порядок выполнения проверки:

1. Задать уставку пусковым органам по напряжению выше реально измеряемого линейного напряжения, убедиться в срабатывании блокировки включения выключателя, восстановить исходное значение уставки;
2. Задать уставку пусковому органу по напряжению обратной последовательности ниже реально вычисляемого устройством напряжения, убедиться в срабатывании блокировки включения выключателя, восстановить исходное значение уставки;
3. Задать уставку пусковому органу по частоте 50,1 Гц, убедиться в срабатывании блокировки включения выключателя, восстановить исходное значение уставки;

#### 8.4.2.11 Устройство резервирования при отказе выключателя

Для выполнения проверки необходимо:

- переключить токовые цепи помимо ВВ непосредственно на БУ;
- установить ток в защите, превышающий уставку первой ступени МТЗ;
- задать уставку пускового органа по току УРОВ (меньше уставки первой ступени);
- задать выдержку времени УРОВ (например, 200 мс);
- включить ВВ;
- включить программные переключатели В53 «Пуск по I» и В64
- контролируя выходные цепи защиты «УРОВ» подать испытательный ток на вход БУ и не снимать его для имитации не успешного отключения ВВ;
- срабатывает защита, произойдет отключение ВВ, контакты реле «УРОВ» замкнутся.

Повторить проверку при действии другой защиты, например, от замыкания на землю. Для этого необходимо снизить ток в защите до нуля. Ввести в действие ЗЗ, включить программный переключатель В58, отключить В53. Увеличивая ток в защите, добиться срабатывания ЗЗ. Убедиться в срабатывании УРОВ. Вернуть схему испытания в исходное состояние.

#### 8.4.2.12 Автоматическое повторное включение

Включить переключатель Т4 – «Ключ АПВ». Включить программный переключатель В46 – пуск АПВ от земляной защиты. Далее необходимо:

- задать уставку по времени срабатывания АПВ (около 2-х секунд, чтобы успеть задать режим успешного АПВ) и по времени готовности АПВ;
- включить ВВ.

По истечении времени готовности АПВ плавно увеличить ток до срабатывания ЗЗ. После отключения ВВ с помощью ЛАТРа снизить подаваемое на установку напряжение. Убедиться в успешном срабатывании АПВ.

Вывести из действия ЗЗ и ввести – МТЗ-2 с заданными уставками по току и по времени. Включить программный переключатель В43 и ВВ.

По истечении времени готовности АПВ плавно увеличить ток до срабатывания МТЗ-2. Убедиться в срабатывании АПВ и последующем отключении выключателя защитой без выдержки времени.

В этих же условиях проверить, что АПВ не срабатывает при отключении выключателя защитой до истечения выдержки времени готовности АПВ, при отключении переключателя Т4, при наличии сигнала «Блок ВКЛ».

#### 8.4.2.13 Проверка логики диагностики выключателя

Несоответствие цепей управления проверяется при отключенном положении выключателя путем отсоединения входной цепи от клеммы Х1:2. Сработает сигнальное реле К6 «Вызов» и произойдет блокировка включения выключателя.

Проверка логики работы входа «БЛК». При отключенном ВВ разомкнуть переключатель Т1. Светодиодный индикатор красного цвета «Блок.ВКЛ» начнет мигать, сигнализируя о блокировке включения. Проверить блокировку, замыканием переключателя Т2, блок не должен включить ВВ. При включенном ВВ и введенной блокировкой команда отключения ВВ проходит, а последующее включение невозможно.

Проверка логики работы блокировки при введенном ключе В109 «Отключение от блокировки» производится при включенном ВВ путем разрыва цепи «БЛК». При этом БУ произведет отключение ВВ.

Проверка логики контроля целостности цепи привода ВВ производится путем имитации обрыва или короткого замыкания в цепи электромагнитов ВВ. При отключении от БУ контакта Х5:1 на передней панели БУ засветятся индикаторы «Неисправность», «ЭМ обрыв» и погаснет индикатор «Готовность». При моделировании КЗ в цепи ЭМ ВВ работают индикаторы «Неисправность», «ЭМ КЗ» и также погаснет «Готовность».

Механическое отключение ВВ проверяется воздействием на привод выключателя отключив его с помощью ручного отключения, либо смоделировав переключение сигналов «РПО» и РПВ» на входах Х1:2, Х1:3. При этом на индикаторе БУ высветится сообщение «Мех-е ОТКЛ».

#### 8.4.2.14 Проверка логики отключения от внешних защит

Для выполнения проверки прохождения команды «Внешнее отключение 1» необходимо включить программный переключатель В34, задать выдержку времени по этому каналу отключения, программный переключатель В38 установить в положение действия на отключение. Включить ВВ, затем переключатель Т6. При этом с установленной выдержкой времени про-

изойдет отключение выключателя. Программный переключатель установить в положение действия на сигнал и повторить опыт. Должно сработать сигнальное реле К6 «Вызов».

Аналогично выполняется проверка прохождения команды «Внешнее отключение 2».

## **9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ БЛОКА**

### **9.1 Общие указания**

Техническое обслуживание и эксплуатация БУ осуществляется в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей» и настоящим «Руководством по эксплуатации».

Техническое обслуживание устройства должно осуществляться в нормальных климатических условиях испытаний в соответствии с ГОСТ 15150-69:

- температура – плюс  $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха – от 45 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

К техническому обслуживанию устройства допускаются лица, изучившие настоящее РЭ, РП на встроенную МПЗ, РП панели управления и индикации, паспорт, прошедшие специальную подготовку в области микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.

### **9.2 Меры безопасности**

При техническом обслуживании и эксплуатации устройства следует руководствоваться «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок, электрических станций и подстанций», а также настоящим «Руководством по эксплуатации».

Все работы по монтажу, демонтажу и эксплуатации блока должны выполняться в соответствии с действующими «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок», а также действующими ведомственными инструкциями.

Заземление и защитные меры безопасности должны выполняться в соответствии с требованиями действующих «Правил устройства электроустановок». Для заземления устройства на корпусе блока защиты предусмотрен специальный заземляющий винт, который используется для подключения к заземляющему контуру.

В процессе технического обслуживания блока необходимо исключить возможность обтекания токовых цепей при выполнении профилактических работ. Все виды монтажных работ, работ на зажимах разъемов и контактных соединений должны проводиться при обесточенном состоянии устройства, при этом должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие возможность подачи оперативного питания и вторичного напряжения от измерительных трансформаторов напряжения.

### **9.3 Виды технического обслуживания устройств РЗА**

Виды, периодичность и программа работ при техническом обслуживании блока разработаны на основании «Правил технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ». Устанавливаются следующие виды технического обслуживания устройства:

- проверка при новом включении (наладка);

- первый профилактический контроль;
- профилактический контроль;
- профилактическое восстановление (ремонт);
- опробование (тестовый контроль);
- технический осмотр.

Кроме того, в процессе эксплуатации могут проводиться следующие виды непланового технического обслуживания:

- внеочередная проверка;
- послеаварийная проверка.

Проверку (наладку) устройства при новом включении следует проводить при вводе вновь смонтированного оборудования или реконструкции устройств релейной защиты и автоматики на действующем объекте. Это необходимо для оценки исправности аппаратуры и вторичных цепей, правильности схем соединений, проверки работоспособности устройств РЗА в целом. Проверка при новом включении блока должна выполняться персоналом, прошедшим специальную подготовку.

Профилактический контроль проводится в целях выявления и устранения возникающих в процессе эксплуатации внезапных отказов элементов защиты, способных вызвать излишние срабатывания или отказы срабатывания защиты.

Первый после включения устройства РЗА в эксплуатацию профилактический контроль проводится главным образом в целях выявления и устранения приработочных отказов, происходящих в начальный период эксплуатации.

Профилактическое восстановление проводится в целях проверки исправности аппаратуры и цепей, соответствия уставок и характеристик устройства заданным значениям, проверки устройства РЗА в целом.

Опробование проводится в целях проверки работоспособности устройства и приводов коммутационных аппаратов. Опробование может производиться с помощью встроенных элементов опробования либо имитацией срабатывания пусковых органов устройства. Допускается производить опробование средств РЗА присоединений, находящихся под нагрузкой, путем вызова срабатывания пусковых органов. Необходимость и периодичность проведения опробования определяется местными условиями и утверждается главным инженером предприятия. Правильное действие устройства РЗА в течение 6 месяцев до срока опробования приравнивается к опробованию.

Внеочередная проверка проводится при частичных изменениях схем или реконструкции устройств РЗА, при необходимости изменения уставок или характеристик устройства, а также для устранения недостатков, обнаруженных при проведении опробования.

Послеаварийная проверка проводится для выяснения причин отказов функционирования или неясных действий устройства.

Периодические технические осмотры проводятся в целях проверки состояния аппаратуры и цепей РЗА. Порядок и объемы испытаний блока приведены в разделе 8.

## 9.4 Виды работ при техническом обслуживании устройства

9.4.1 Перечень проводимых работ при различных видах технического обслуживания (ТО) устройства приведен в таблице.

Технические работы по обслуживанию блока

№	Перечень проводимых работ при техническом обслуживании	Вид ТО
1	Подготовительные работы. Подготовка необходимой документации (принятые к исполнению схемы подключения, заводская документация на устройство, уставки защит и автоматики, программное обеспечение для работы с устройством и т.д.). Подготовка испытательных устройств, средств измерения, соединительных проводов и инструментов, допуск к работе, отсоединение всех цепей связи на рядах зажимов проверяемого устройства (при новом включении), принятие мер против возможности воздействия проверяемого устройства на другие устройства.	Н, К1, В, К
2	Внешний осмотр. Проверяются: - выполнение требований ПУЭ, ПТЭ и других директивных документов, относящихся к налаживаемому устройству, а также соответствие устройства проекту и реальным условиям работы; - отсутствие механических повреждений аппаратуры, состояние изоляции выводов устройства; - состояние монтажа проводов и кабелей, соединений на рядах зажимов, разъемов интерфейса связи (состояние их контактов); - состояние уплотнений, кожухов, вторичных выводов трансформаторов напряжения и т.д.; - состояние и правильность выполнения заземлений цепей вторичных соединений; - наличие и правильность надписей на панелях и аппаратуре, наличие и правильность маркировки кабелей, жил кабелей, проводов.	Н, К1, В
3	Внутренний осмотр проводится только на заводе изготовителе или в авторизованном сервисном центре. Проверке подлежит: - целостность деталей реле и устройств, правильность их установки и надежности крепления; - отсутствие пыли и посторонних предметов; - надежность контактных соединений, затяжка винтовых соединений; - состояние элементов печатных плат, дорожек, отсутствие мест перегрева; - затяжка стяжных болтов, трансформаторов и т.д.	К1, В
4	Проверка сопротивления изоляции. Измеряется электрическое сопротивление изоляции независимых цепей устройства по отношению к корпусу и между собой (кроме порта(ов) последовательной передачи данных RS485). К независимым цепям устройства относятся: - входные цепи от измерительных трансформаторов тока; - входные цепи от измерительных трансформаторов напряжения; - входные цепи питания оперативным током; - выходные цепи дискретных сигналов от контактов выходных реле; - входные цепи дискретных сигналов от контактов реле других устройств.	Н, К1, В
5	Испытания электрической прочности изоляции независимых цепей устройства по отношению к корпусу и между собой (кроме порта последовательной передачи данных) проводятся испытательным напряжением 1000 В (эффективное значение) переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин. При последующих проверках изоляция цепей устройства должна быть испытана напряжением 1000 В переменного тока или мегаомметром на напряжение 2500 В.	Н, К1  К, В

6	Проверка задания требуемой конфигурации устройства с блока управления и индикации или с ПК по RS485. Проверка задания уставок устройства защиты с блока управления и индикации или с ПК по RS485.	Н, К1, В
7	Проверка отображения всех контролируемых параметров производится при поданных на устройство токов и напряжений в соответствии со схемой проверки электрических характеристик. Проверяется правильность подключения токовых цепей и цепей напряжения к устройству. Проверяется отображение на мониторе ПК по RS485 и на дисплее блока управления и индикации токов трех фаз, линейных напряжений, частоты, тока и напряжения нулевой последовательности. Проверяются вычисляемые параметры: токи и напряжения прямой и обратной последовательности, активная и реактивная мощность.	Н, К1, В
8	Проверка уставок срабатывания и коэффициентов возврата измерительных органов всех защит, проверка выдержек времени защит и автоматики – выполняется в соответствии с методикой проверки электрических характеристик.	Н, К1, В
9	Проверка взаимодействия измерительных органов и логических устройств в соответствии с заданным алгоритмом работы защиты и автоматики, контроль состояния дискретных входов, контактов выходных реле и светодиодов при срабатывании выполняется в соответствии с методикой проверки электрических характеристик.	Н, К1, В
10	Проверка функций управления выключателем (местное, дистанционное), проверка АПВ производится путем воздействия на коммутационный аппарат, моделирующий выключатель.	Н, К1, К, В
11	Проверка функций регистрации аварийных параметров.	Н, В
12	Проверка функции самодиагностики.	Н, К1, К, В
13	Комплексная проверка устройства производится при номинальном напряжении оперативного тока при подаче на устройство параметров аварийного режима от постороннего источника и полностью собранных цепях устройства при закрытых кожухах. Выходные цепи устройства должны быть надежно разомкнутыми.	Н, К1, В, К
14	Проверка взаимодействия проверяемого устройства с другими включенными в работу устройствами защиты, автоматики, управления и сигнализации и действия устройства на коммутационную аппаратуру.	Н, К1, В
15	Проверка устройства рабочим током и напряжением.	Н, К1, В

#### 9.4.2 Проверка электрических характеристик

Проверка производится в соответствии с п.п. 3.3 настоящего «Руководства по эксплуатации». Работы по проверке электрических характеристик должны завершаться выставлением и проверкой уставок и режимов, задаваемых МС РЗА, затем производится сборка всех цепей, связывающих проверяемое устройство с другими цепями, подключение жил кабелей к рядам зажимов панелей, шкафов.

#### 9.4.3 Проверка взаимодействия элементов устройств

Проверяется правильность взаимодействия измерительных органов и логических цепей защиты с контролем состояния всех контактов выходных реле и светодиодов. Проверка произ-



водится путем имитации условий для срабатывания измерительных органов. Проверку следует производить при номинальном напряжении оперативного тока.

#### 9.4.4 Комплексная проверка устройства

Производится при номинальном напряжении оперативного тока при подаче на устройство параметров аварийного режима от постороннего источника и полностью собранных цепях устройства при закрытых кожухах реле и разомкнутых выходных цепях. При комплексной проверке необходимо измерить время действия каждой из ступеней устройства и проверить правильность действия устройства сигнализации, правильность поведения устройства при имитации всех возможных видов КЗ в зоне и вне зоны действия устройства.

Проверка взаимодействия проверяемого устройства с другими включенными в работу устройствами РЗА проводится при номинальном напряжении оперативного тока. После окончания проверки следует подключить цепи связи к другим устройствам на рядах зажимов проверяемого устройства и проверить действие от выходного реле проверяемого устройства на коммутационную аппаратуру.

### 9.5 Текущий ремонт

Устройство является восстанавливаемым и ремонтпригодным. Ремонтпригодность устройства обеспечивается:

- модульной конструкцией с установленными разъемами, позволяющей быстро заменить неисправный блок без большого объема монтажных работ;
- внутренней самодиагностикой, позволяющей быстро выявлять факт неисправности и определять неисправный элемент;
- взаимозаменяемостью блоков.

При замене блока необходимо отсоединить съемные разъемы, отключить вторичные цепи токовых трансформаторов, открутить крепежные винты и демонтировать заменяемый блок. Установка нового блока осуществляется в обратной последовательности.

Ремонт устройства в период гарантийной эксплуатации производится заводом-изготовителем. В последующие годы эксплуатации ремонт производится по договору с заводом-изготовителем квалифицированными специалистами, аттестованными на право ремонта микропроцессорных устройств.

## 10 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование блоков управления должно осуществляться в закрытом транспорте любого вида при соблюдении следующих условий:

- механических факторов – С по ГОСТ 23216;
- климатических факторов 6 (ОЖ2) по ГОСТ 15150;
- максимальное число перегрузок не более трех.

Климатические факторы окружающей среды при транспортировании и хранении:

- верхнее значение температуры – плюс 50°C;
- нижнее значение температуры – минус 60°C;
- вернее значение относительной влажности 100% с конденсацией влаги при температуре плюс 25°C;
- среднегодовое значение относительной влажности воздуха 75% при температуре 15°C.

При хранении более одного года со дня приемки перед использованием блока управления необходимо произвести процедуру формовки электролитических конденсаторов. Процедура заключается в подключении блока управления к сети питания и выдержки в течение 48 часов.

Срок хранения блоков управления не более 2-х лет со дня приемки.

При снятии блока с хранения в условиях пониженной температуры необходимо выдержать его в упаковке не менее двух часов при комнатной температуре.

## **11 УТИЛИЗАЦИЯ**

Устройство не содержит веществ и компонентов, вредно влияющих на окружающую среду и здоровье человека, поэтому особых мер по защите при утилизации не требуется.

## **12 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА**

Гарантийные обязательства приведены в паспорте на изделие.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

## Габаритные и установочные размеры

