РЕКУПЕРАТИВНЫЕ БЛОКИ

СЕРИИ ЭПВ-Р

Техническое описание и инструкция по эксплуатации

Редакция 3 - 07.2007

Рекуперативные блоки серии ЭПВ-Р

Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
Обновление: июль 2007.

Последние редакции данного документа доступны на сайте разработчика: www.vectorgroup.ru

Содержание

1. Введение 5

2. Структура условного обозначения и комплектность 6

3. Технические характеристики 8

4. Устройство и принцип работы рекуперативных блоков 10

4.1. Принцип действия 10

4.2. Устройство 11

4.2.1. Функциональная схема 11

4.2.2. Структурная схема 14

4.2.3. Система защит 15

5. Подготовка к работе 18

5.1. Механический монтаж 19

5.2. Электрический монтаж 21

5.2.1. Подключение силовых цепей 24

5.2.2. Выбор предохранителей 26

5.2.3. Заземление 26

5.2.4. Выбор силовых кабелей 27

5.2.5. Прокладка кабелей 28

5.3. Подключение управляющих сигналов 30

5.3.1. Выбор кабелей управления 30

5.3.2. Подключение экранированных кабелей 31

5.3.3. Гальваническая развязка цепей 32

5.3.4. Интерфейсная плата 33

5.3.5. Клеммники и разъемы интерфейсной платы 34

6. Использование управляющих входов и выходов 37

6.1. Использование логических входов 37

6.2. Использование импульсных выходов 38

6.3. Использование аналоговых выходов 39

6.4. Использование транзисторных выходов 41

6.5. Подключение релейных выходов 41

6.6. Подключение коммуникационных портов RS-232, RS-485 42

7. Первое включение и рекомендации по настройке регуляторов системы управления 44

7.1. Проверка перед включением 44

7.2. Первое включение 44

7.3. Настройка регуляторов 45

8. Пульт управления 49

8.1. Структура информации, отображаемой на ЖК-дисплее 49

8.2. Режимы работы пульта управления 52

8.3. Назначение кнопок клавиатуры 52

9. Описание структуры и состава меню 54

9.1. Главное меню 56

9.2. Меню «Монитор» 56

9.3. Меню «История отключений» 59

9.4. Меню «Инициализация» 60

9.5. Меню «Автонастройка» 62

9.6. Меню «Настройка выходов» 63

9.7. Меню «Аналоговые выходы» 63

9.8. Меню «Импульсные выходы» *65*
9.9. Меню «Транзисторные выходы» *66*
9.10. Меню «Релейные выходы» *67*
9.11. Меню «Параметры функций» *68*
9.12. Меню «Функция 1 (2, 3, 4)» *68*
9.13. Меню «FIELDBUS» *70*
9.14. Меню «Параметры MODBUS» *70*
9.15. Меню «Перезапуск» *71*
9.16. Меню «Параметры задания» *72*
9.17. Меню «Задание напряжения» *72*
9.18. Меню «Задание угла» *73*
9.19. Меню «Регулятор напряжения» *74*
9.20. Меню «Регулятор тока» *75*
10. Техническое обслуживание *77*
11. Правила хранения и транспортировки *78*
12. Гарантийные обязательства *78*

1. Введение

Рекуперативные блоки серии ЭПВ-Р предназначены для подключения к одному или нескольким преобразователям частоты серии ЭПВ с целью обеспечения двунаправленного обмена энергией между питающей сетью и приводными двигателями механизмов, продолжительно работающих в генераторном режиме, и высокоинерционных механизмов с напряженными динамическими режимами (частые торможения или реверс с высокой интенсивностью). Область применения – крановый электропривод, привод главного движения станков средней и большой мощности, электропривод транспортных средств.

Рекуперативные блоки обеспечивают стабилизацию выходного постоянного напряжения при работе в режиме потребления и возврата энергии в питающую сеть. Высокое качество энергии обеспечивается благодаря синусоидальной форме входного напряжения и тока и возможности управлять реактивной мощностью, регулируя входной коэффициент сдвига (cos φ).

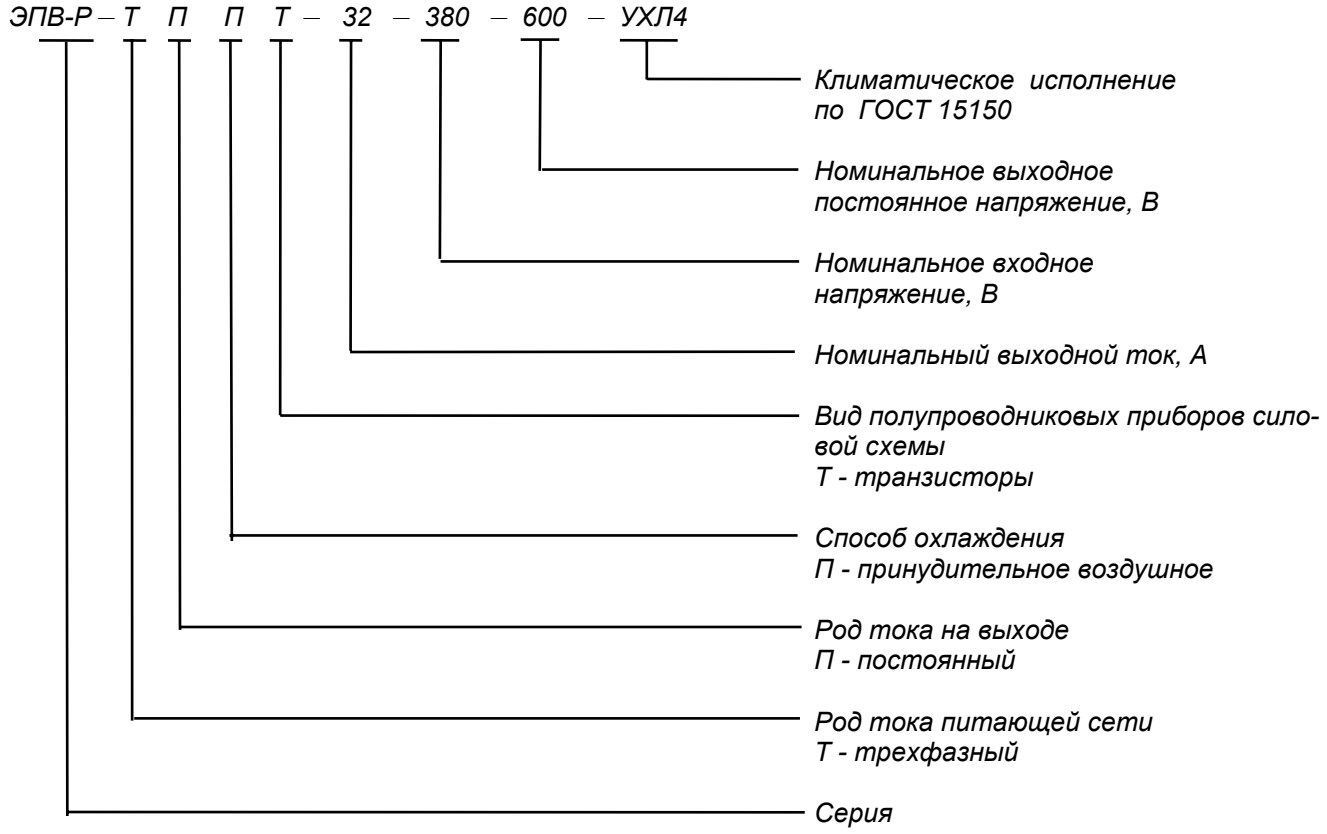
Рекуперативные блоки выпускаются в диапазоне мощностей от 15 до 55 кВт, конструктивно выполнены в виде навесных блоков одностороннего обслуживания.

Основное исполнение по климатическим условиям - УХЛ, по категории размещения - 4, по степени защиты – IP00 согласно ГОСТ 15150-69, ГОСТ 14254-80, при этом температура воздуха в шкафах комплектных устройств, в которые встраивается рекуперативные блоки, не должна превышать 40° С.*

** Возможна поставка рекуперативных блоков других исполнений в соответствии с требованиями заказчика.*

2. *Структура условного обозначения и комплектность*

2.1. *Структура условного обозначения рекуперативных блоков*



2.2. В комплект поставки рекуперативных блоков ЭПВ-Р–ТТПТ–32–380–600–УХЛ4 входят:

	кол-во
- навесной блок, шт.	*-1*
- блок предохранителей, шт.	*-1*
- реактор трехфазный, шт	*-1*
- фильтр ЭМС (по заказу), шт	*-1**
- пульт управления (по заказу), шт	*-1*
- блок задатчика технологического (по заказу), шт	*-1*
- запасные части согласно ведомости ЗИП, шт	*-1*
- ведомость ЗИП, шт	*-1*
- руководство по эксплуатации, экз	*-1*
- паспорт, экз	*-1*

2.3. В комплект поставки рекуперативных блоков
ЭПВ-Р–ТППТ–63–380–600–УХЛ4, ЭПВ-Р–ТППТ–100–380–600–УХЛ4 входят:

	кол-во
- навесной блок, шт.	*-1*
- блок ввода, шт.	*-1*
- реактор однофазный, шт	*-3*
- фильтр ЭМС (по заказу), шт	*-1**
- пульт управления (по заказу), шт	*-1*
- блок задатчика технологического (по заказу), шт	*-1*
- запасные части согласно ведомости ЗИП, шт	*-1*
- ведомость ЗИП, шт	*-1*
- руководство по эксплуатации, экз	*-1*
- паспорт, экз	*-1*

****** по заказу может поставляться сетевой фильтр электромагнитной совместимости класса А или класса В по **EN 55011**.*

3. Технические характеристики

3.1. *Номинальные значения климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70, при этом:*

высота над уровнем моря не более 4300 м;

при высотах свыше 1000 м до 4300 м максимальная температура окружающей среды должна быть снижена на 0.6^{O}С на каждые 100 м свыше 1000 м;

окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и паров, не насыщенная водяными парами, токопроводящей пылью;

в части коррозийной активности атмосферы рекуперативные блоки соответствуют группе условий эксплуатации "1" для металлических изделий.

3.2. *В части воздействия механических факторов внешней среды рекуперативные блоки соответствуют группе условий эксплуатации М1. Степень жесткости I по ГОСТ 17516-90.*

3.3. *Основные технические данные рекуперативных блоков.*

Таблица 3.1

	Типоисполнение рекуперативного блока		
	ЭПВ-Р–ТППТ–32– 380–600–УХЛ4	*ЭПВ-Р–ТППТ–63–380–600–УХЛ4*	*ЭПВ-Р–ТППТ–100–380–600–УХЛ4*
Номинальный выходной ток I_H, *А (DC)*	*32*	*63*	*100*
Максимальный выходной ток I_{max}, *А (DC), в теч. 30 сек*	*64*	*126*	*180*
Уровень срабатывания максимально-токовой защиты $I_{МТЗ}$, *А (DC)*	*80*	*160*	*195*
Суммарная мощность нагрузки, P_H, *кВт*	*15*	*30*	*55*
Напряжение питающей сети, $U_{сети}$, *В*	*380 +10/-15%*		
Частота питающей сети, $F_{сети}$, *Гц*	*48..63*		
Номинальное выходное постоянное напряжение, U_H, *В*	*600*		
Рабочий диапазон изменения выходного напряжения, В	*580 - 650*		
Точность стабилизации выходного напряжения при изменениях нагрузки и напряжения питающей сети, %	*Не хуже 5*		
Переходное отклонение выходного напряжения, В	*не более 50 (время восстановления не более 10 мс)*		
Диапазон изменения уставки $\cos\varphi$	*От 0,7 отстающего до 0,7 опережающего*		
Номинальная частота модуляции, $F_{мод}$, *Гц*	*5000*		
Диапазон изменения частоты модуляции, Гц	*3500 – 10000 с шагом 500*		
КПД в режиме потребления энергии при входном $\cos\varphi=1$ *и номинальном токе нагрузки* η	*не менее 0,94*		
Габаритные размеры силового блока, мм(W x H x D)	*230 x 400 x 230*	*410 x 500 x 250*	*410 x 500 x 250*
Тип охлаждения	*Воздушное принудительное*		

3.4. *Номинальный режим работы - продолжительный (S1). При работе в кратковременном (S2) и повторно-кратковременном режимах (S3) максимальный выходной ток рекуперативных блоков не должен превышать значений* I_{MAX} *, данных в табл. 3.1.*

При повышении частоты модуляции кратность рабочей перегрузки снижается согласно диаграмме рис.3.1. При необходимости большей перегрузочной способности выбирается рекуперативный блок следующего габарита.

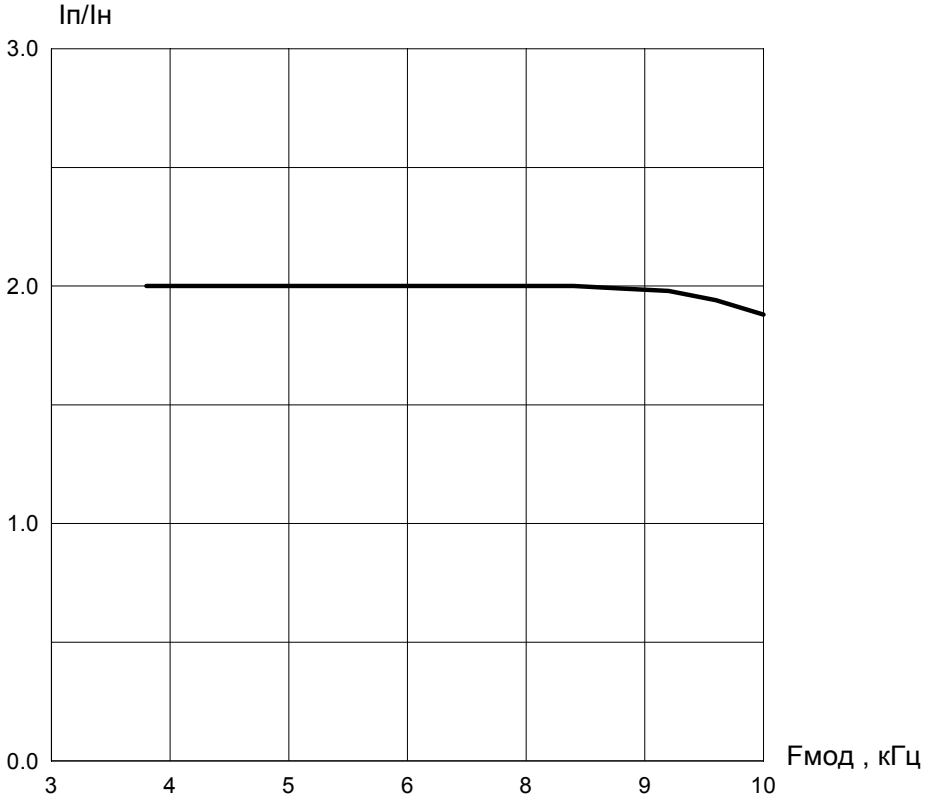


Рис 3.1. Диаграмма снижения кратности рабочей перегрузки

3.5. *Рекуперативные блоки обеспечивают следующие виды защит:*

- от коротких замыканий и замыканий на землю;

- максимально-токовая защита;

- от перенапряжений;

- от исчезновения и недопустимого понижения напряжения сети;

- от сбоя синхронизации с сетью;

- от недопустимых отклонений напряжений питания цепей управления;

- от перегрева силового блока;

- от сбоев системы управления.

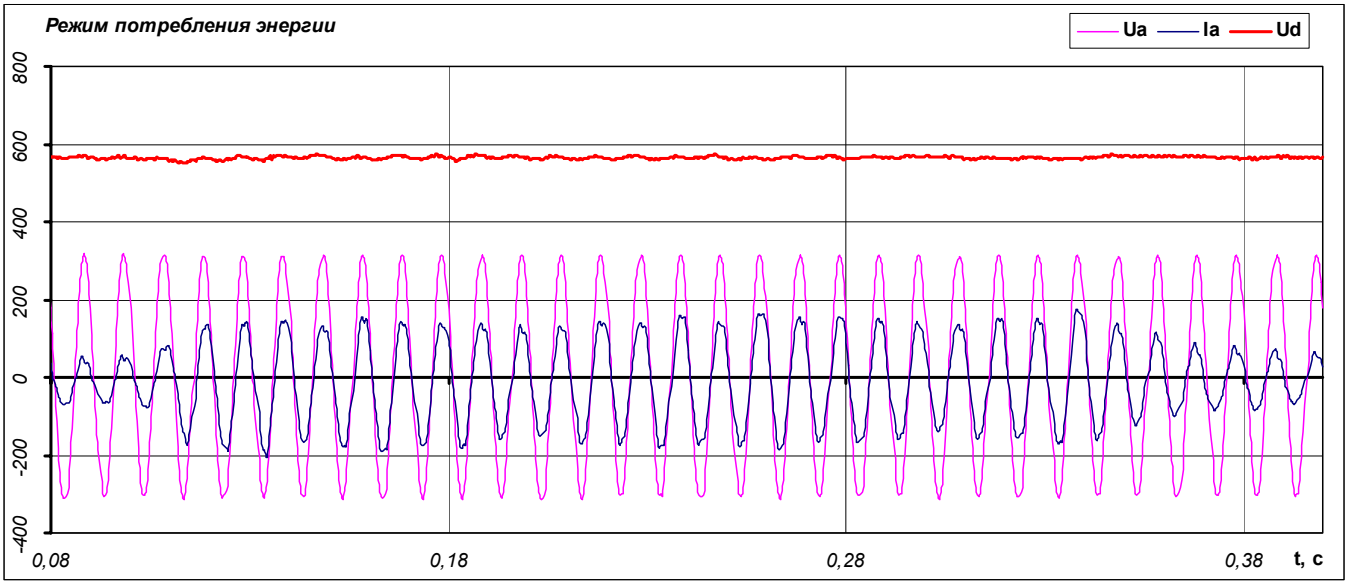
3.6. *Показатели надежности:*

- *средняя наработка на отказ - не менее 8000 ч;*
- *среднее время восстановления – не более 8 ч, при использовании резервных плат – 0,5 ч;*
- *средний срок службы – не менее 12 лет;*
- *гарантийный срок службы – 2 года.*

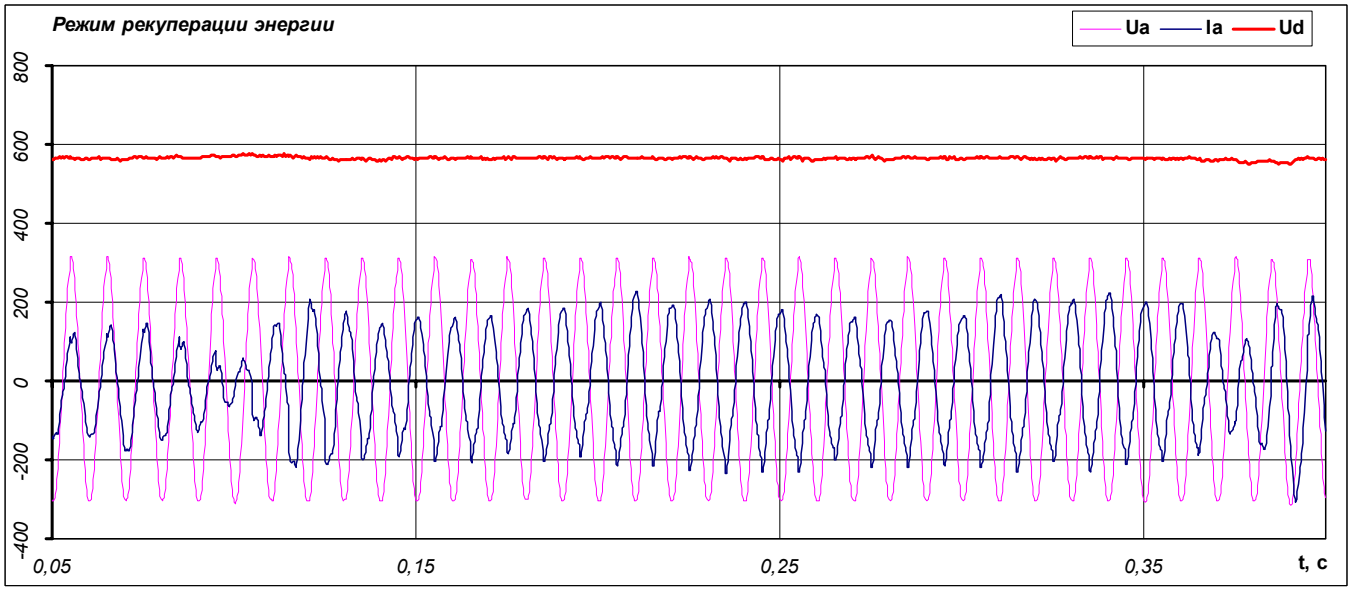
4. Устройство и принцип работы рекуперативных блоков

4.1. Принцип действия

Рекуперативные блоки выполняются на базе шестиключевого IGBT-модуля, три входные фазы которого через реактор подключаются к питающей сети, а выход - к шинам постоянного напряжения нагрузки, которой являются инверторы преобразователей частоты, питающие двигатели переменного тока. Выходное напряжение стабилизируется системой управления на заданном уровне при отклонениях напряжения сети и изменениях величины и направления тока нагрузки. При этом формируется синусоидальная форма сетевого тока с поддержанием заданного значения коэффициента сдвига (cos φ) основной гармоники тока относительно сетевого напряжения.



а)



б)

Рис. 4.1. Временные диаграммы работы рекуперативного блока.

*На рис. 4.1 показаны диаграммы тока **Ia** и напряжения **Ua** одной из фаз сети, выходного напряжения **Ud:***

а) наброс / сброс нагрузки в двигательном режиме (потребление энергии);

б) переход нагрузки из двигательного в генераторный режим (потребление / рекуперация энергии).

4.2. Устройство

4.2.1. Функциональная схема

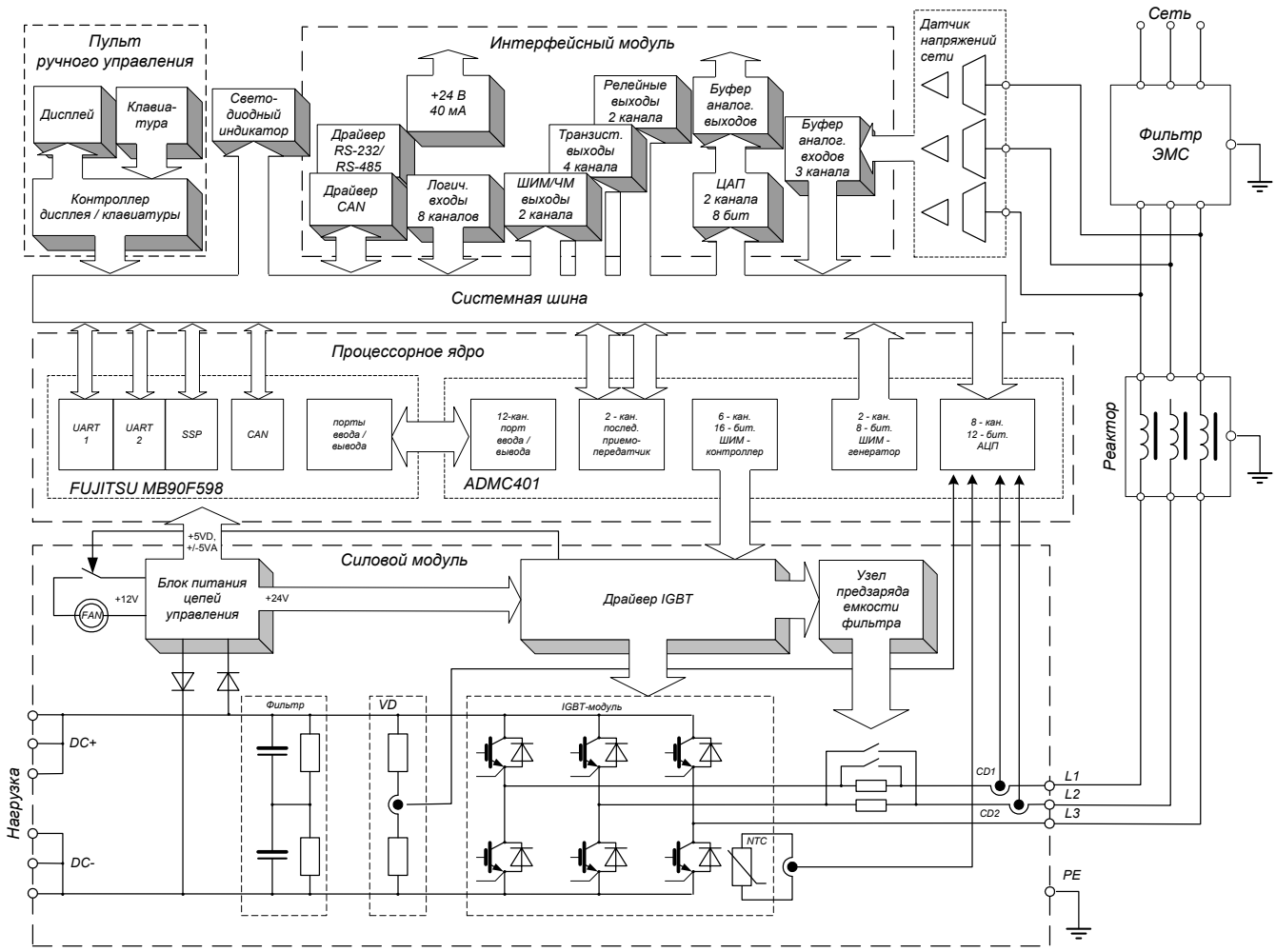


Рис. 4.2. Функциональная схема рекуперативного блока

Силовой модуль *предназначен для преобразования трехфазного сетевого напряжения в стабилизированное постоянное напряжение и обеспечения двунаправленного потока энергии между сетью и нагрузкой. Силовой модуль включает следующие основные элементы:*

- *трехфазный мостовой IGBT- модуль;*
- *драйвер силовых ключей, обеспечивающий управление затворами IGBT, формирование сигналов защит и гальваническую развязку силовых и управляющих цепей;*
- *емкостный фильтр звена постоянного напряжения (фильтр);*
- *узел предзаряда емкости фильтра, обеспечивающий ограничение тока заряда при включении, плавное нарастание напряжения на конденсаторах фильтра рекуперативного блока;*
- *вентилятор, управляемый в функции сигнала температуры силового модуля;*
- *реактор, предназначенный для сглаживания пульсации сетевого тока и накопления энергии при стабилизации выходного напряжения;*
- *фильтр электромагнитной совместимости, предназначенный для ограничения помехоэмиссии.*

Датчиковая система *формирует нормированные сигналы обратных связей с гальванической развязкой силовых и управляющих цепей. Она включает:*

- *Датчик напряжения VD, состоящий из резистивного делителя и изолирующего усилителя с оптронной развязкой, установленный в звене постоянного напряжения;*
- *Датчик напряжений сети, состоящий из трех изолирующих усилителей, подключаемых к входным фазам между фильтром и реактором;*
- *Датчики тока CD1, CD2, установленные в двух входных фазах;*
- *Датчик температуры силового блока, состоящий из NTC-резистора, установленного в IGBT- модуле и изолирующего усилителя.*

Блок питания цепей управления *преобразует выпрямленное сетевое напряжение в стабилизированное напряжение +5 В для питания цифровой части системы управления, +/-5 В для питания аналоговой части системы управления, +12 В для питания вентиляторов, изолированный источник +24 В для питания драйвера.*

Система управления *состоит из микропроцессорного ядра, интерфейсного модуля и пульта ручного управления.*

Процессорное ядро *образовано двумя 16-разрядными микроконтроллерами. Служебный контроллер (FUJITSU MB90F598) выполняет загрузку программ, обслуживание пульта ручного управления, коммуникационных портов, входных и выходных сигналов интерфейса, реализует «медленные» защиты, взаимодействует с DSP-контроллером (ADMC401). DSP-контроллер обрабатывает сигналы датчиковой системы, выполняет алгоритмы расчета регуляторов, управления силовым модулем и обслуживания «быстрых» защит.*

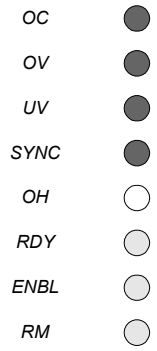
Интерфейсный модуль *включает набор средств для взаимодействия с внешними управляющими устройствами и подключенными к рекуперативному блоку инверторами. Конструктивно выполняется в виде интерфейсной платы, на которой установлены следующие устройства:*

- ***Логические входы*** *(8 каналов) для приема дискретных сигналов управления от устройств автоматики или программируемого контроллера. Функциональное назначение всех входов запрограммировано жестко.*
- ***Встроенный источник +24 В*** *для формирования входных логических сигналов. Нагрузочная способность – 40 мА.*
- ***Аналоговые выходы*** *для мониторинга как измеряемых, так и недоступных для непосредственного измерения переменных. Из них 6 сигналов – непосредственно из датчиковой системы рекуператора, а также 2 программируемых канала ЦАП. Разрешающая способность ЦАП – 8 бит, частота обновления – 1 кГц.*
- ***Импульсные выходы*** *(2 канала) для мониторинга переменных с помощью цифровых или стрелочных измерительных приборов. Каждый из каналов параметрируется индивидуально и может работать в режиме широтно-импульсной (ШИМ) или частотной модуляции (ЧМ). Разрешающая способность 10 бит, частота обновления - 50 Гц.*
- ***Транзисторные выходы*** *(4 канала) формирующие дискретные сигналы «Работа», используемые для разблокирования инверторов, подключенных к рекуперативному блоку при вхождении его в режим стабилизации и пассивном состоянии защит.*

- ***Релейные выходы*** *(2 канала) для управления внешними устройствами автоматики и мониторинга флагов состояния рекуперативного блока.*
- ***Драйвер CAN*** *предназначен для подключения к физической линии, выполненной в стандарте Controller Area Network. Поддержка протокола* ***CANopen*** *является основным средством обмена управляющей и статусной информацией между рекуперативным блоком и управляющим контроллером. Обеспечивает доступ ко всем переменным и флагам состояния рекуперативного блока. Скорость приема / передачи данных до 1 Мбод.*
- ***Драйвер RS-232 / 485*** *предназначен для подключения инструментальной ЭВМ при загрузке и модификации программного обеспечения, обеспечивает обмен диагностической и управляющей информацией с инструментальной ЭВМ или программируемым логическим контроллером (PLC). Поддерживается протокол* ***MODBUS****. Обеспечивает доступ ко всем переменным и флагам состояния рекуперативного блока. Скорость обмена данными 300 - 19200 бод.*

Пульт ручного управления *позволяет выполнять процедуры просмотра, редактирования параметров рекуперативного блока, контроля режимов его работы. Конструктивно выполняется в виде выносного блока. Имеет собственный контроллер для обслуживания жидкокристаллического дисплея и клавиатуры. Обмен информацией со служебным контроллером выполняется по шине* I^2C.

Светодиодный индикатор состояния *на лицевой панели блока предназначен для отображения флагов защит и флагов состояния рекуперативного блока.*



Красный светодиод «OC» (OverCurrent) – индикатор максимально-токовой защиты рекуперативного блока. Мигающий сигнал – срабатывание программной защиты, непрерывно горящий – срабатывание аппаратной защиты.

Красный светодиод «OV» (OverVoltage) – индикатор срабатывания защиты от превышения напряжения.

Красный светодиод «UV» (UnderVoltage) – индикатор срабатывания защиты от понижения напряжения или потери фазы.

Красный светодиод «SYNC» (Synchronization Error) – индикатор срабатывания защиты от сбоя синхронизации с сетью.

Желтый светодиод «OH» (OverHeating) – индикатор срабатывания защиты от перегрева силового блока. При достижении порога 80°С мигающий сигнал, 85°С – непрерывный сигнал.

Зеленый светодиод «RDY» (Ready) – индикатор флага «Готовность 1». Горит, когда флаги быстродействующих защит находятся в пассивном состоянии и рекуперативный блок полностью готов к работе.

Зеленый светодиод «ENBL» (Enable) - отображает состояние входного сигнала «Разрешение работы», которым подается команда на разблокирование рекуперативного блока и отработку задания по уровню выходного напряжения и входного cos φ.

Зеленый светодиод «RM» (Recuperation Mode) – индикатор рекуперативного режима работы (возврат энергии в питающую сеть).

4.2.2. Структурная схема

На упрощенной структурной схеме системы управления рекуперативного блока (рис.4.3) показаны основные программно реализованные модули с параметрами, доступными для просмотра и редактирования с помощью пульта ручного управления или по каналу связи с внешним управляющим устройством.

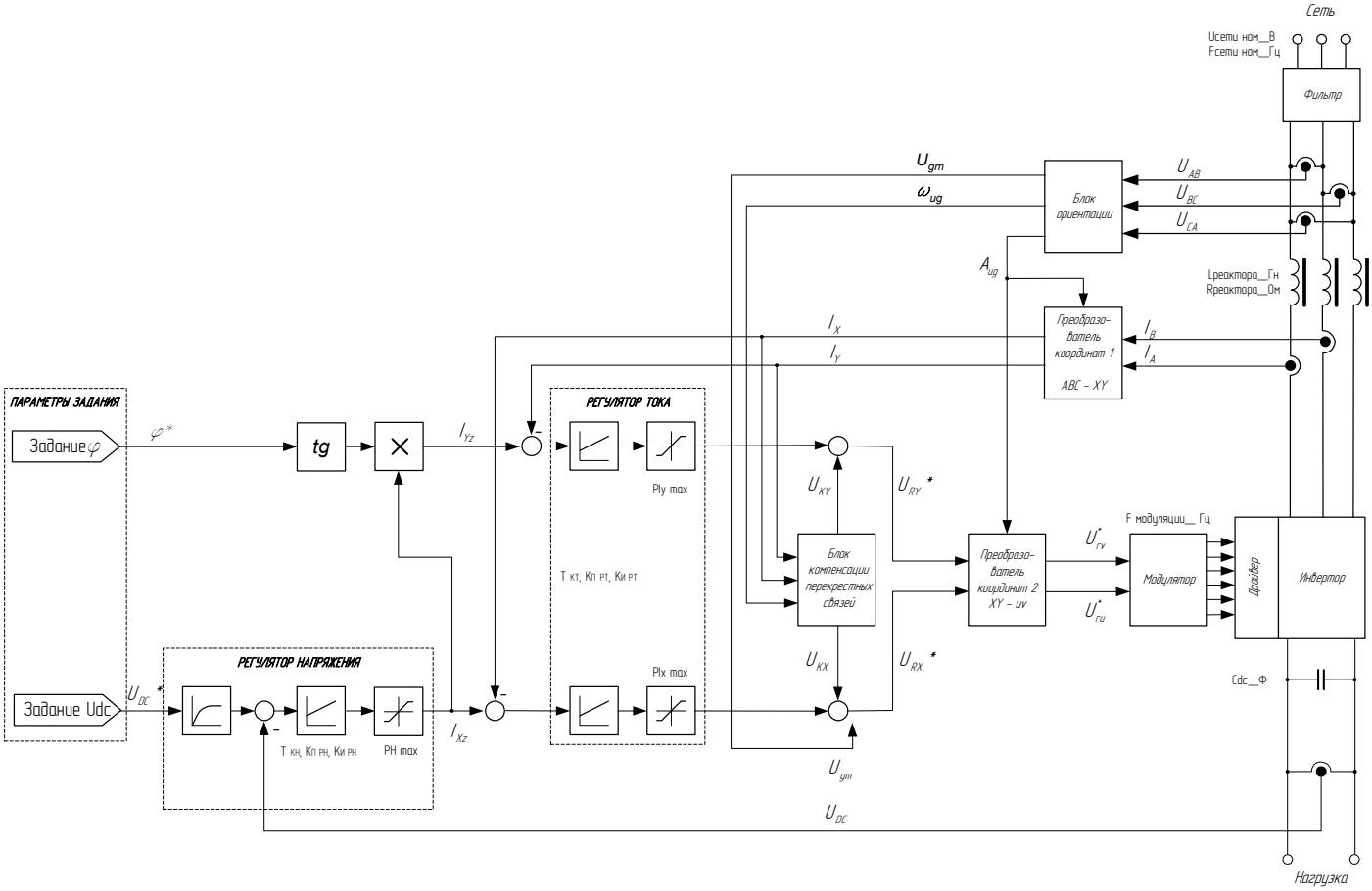
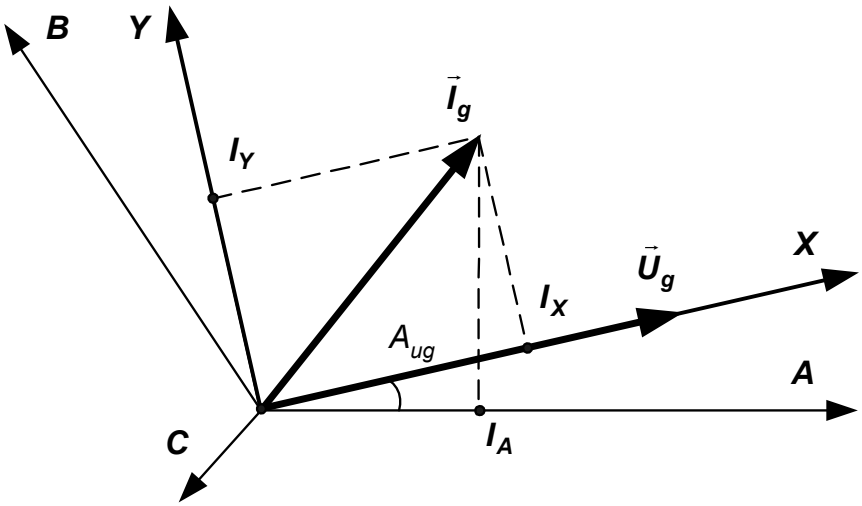


Рис.4.3. Схема структурная системы управления рекуперативного блока

Структура, параметры и алгоритмы работы регуляторов системы управления синтезированы на основе принципов подчиненного регулирования с учетом дискретного характера процессов, с компенсацией влияния перекрестных связей и возмущающих воздействий и структурной линеаризацией контуров регулирования. Система векторного управления построена на основе уравнений динамики, записанных относительно тока и напряжения питающей сети в синхронной ортогональной системе координат (x,y), ориентированной по вектору напряжения сети. Это позволяет раздельно управлять амплитудой и углом сдвига первой гармоники сетевого тока относительно сетевого напряжения в каналах регулирования активной (Ix) и реактивной (Iy) составляющих вектора тока.



В структуре системы управления предусмотрен ПИ-регулятор во внешнем контуре напряжения и два ПИ-регулятора во внутренних контурах регулирования активной и реактивной составляющих вектора тока. Регулятор напряжения получает задание по уровню выходного постоянного напряжения U_{dc}^**, которое проходит через фильтр и, оценивая информацию о реальном напряжении* U_{dc}*, формирует задание активной составляющей тока* I_{xz}*. Задание по реактивной составляющей тока* I_{yz} *вычисляется из* I_{xz} *и задания по углу сдвига* φ *сетевого тока относительно напряжения:*

$$I_{yz} = I_{xz}\, tg(\varphi).$$

При $\varphi = 0°$ *задание по реактивной составляющей тока* $I_{yz} = 0$ *и рекуперативный блок обменивается с питающей сетью только активной энергией. На выходе регулятора тока формируется задание по активной и реактивной составляющей вектора напряжения.*

Блок компенсации перекрестных связей формирует сигналы, компенсирующие влияние перекрестных связей на процессы в контурах регулирования составляющих вектора тока.

Блок ориентации, используя информацию о мгновенных значениях напряжений фаз сети, вычисляет текущее значение углового положения вектора напряжения A_{ug}*, его амплитуду* U_{gm} *и угловую частоту* ω_{ug}*.*

Преобразователь координат 1 (ABC → XY) выполняет преобразование фазных токов статора из естественной трехфазной системы координат (A,B,C) в ортогональную синхронную систему координат (X,Y), ориентированную по вектору напряжения сети.

Преобразователь координат 2 (XY→ UV) трансформирует вектор задания напряжения из ортогональной синхронной в неподвижную, относительно фазы A, систему координат (UV). Векторный модулятор преобразует полученное задание в импульсы управления ключами IGBT-инвертора, используя метод пространственно-векторного формирования напряжения.

4.2.3. Система защит

*Реализует две группы защит: быстродействующие, срабатывание которых мгновенно блокирует рекуперативный блок, сбрасывает флаг состояния «Готовность 1» (**READY1**=0), отключает силовое питание, и медленнодействующие, сбрасывающие флаг «Готовность 2» (**READY2**=0) после достижении порога перегрева с выдержкой времени в случае, если температура не снижается.*

К быстродействующим защитам относятся:

- *максимально-токовая защита рекуперативного блока;*
- *защита от недопустимых отклонений выходного постоянного напряжения;*
- *защита от недопустимых отклонений питающего напряжения и потери фазы;*
- *защиты от потери синхронизации с сетью;*
- *защита от ошибок системы управления.*

Защита от замыканий во входных и выходных цепях между собой, замыканий на корпус выполняется быстродействующими плавкими вставками.

*Максимально-токовая защита инвертора – двухуровневая. Первый уровень срабатывания защиты выполняется программно, путем сравнения мгновенных значений тока входных фаз с максимально допустимыми для установленного в преобразователе IGBT-модуля. Срабатывание первого уровня защиты диагностируется установкой флага **X** в строке состояния пульта ручного управления. Второй уровень защиты – контроль насыщения IGBT, выполняется аппаратными средствами драйвера при возникновении режима короткого замыкания. Диагностируется установкой флага **O** в позиции 1 строки состояния.*

*Защиты от недопустимого повышения и понижения выходного напряжения выполняются по сигналу датчика в звене постоянного напряжения. Порог срабатывания защиты от повышения напряжения составляет 700 В. Порог срабатывания защиты от понижения напряжения - 456 В. Срабатывание диагностируется соответственно флагами **H** и **L** в позиции 2 строки состояния.*

*Защиты от недопустимых отклонений питающего напряжения и потери фазы срабатывают по сигналам датчика сетевых напряжений. Порог защиты от понижения напряжения и обрыва фазы составляет –15% от номинального значения, от превышения - +10%. Срабатывание диагностируется соответственно флагами **H** и **L** в позиции 3 строки состояния пульта управления.*

*Защита от потери синхронизации с сетью выполняется путем контроля мгновенных значений фазных напряжений. Отображается флагом **W** в третьей позиции строки состояния.*

*Защита от недопустимого рассогласования заданного и реального выходного напряжения. Отображается флагом **D** в третьей позиции строки состояния.*

Защиты от ошибок системы управления диагностируются следующими флагами:

- *отклонение напряжений питания цепей управления сверх допустимых пределов - флагом **P**;*
- *отклонение напряжений питания драйвера сверх допустимых пределов - флагом **R**;*
- *сбой в процессорном ядре - флагом **C**;*
- *ошибка энергонезависимой памяти - флагом **M**;*
- *ошибка тестирования датчиков тока - флагом **S**;*
- *ошибка тестирования датчика выходного напряжения - флагом **U**;*
- *ошибка тестирования датчика сетевых напряжений - флагом **V**;*

*Защита от аварии узла предзаряда фильтра звена постоянного напряжения – флагом **K** в позиции 6 строки состояния (только для типоразмера 100 А). Выполняется путем контроля замыкания контактора, шунтирующего зарядные резисторы.*

К медленнодействующим защитам относится температурная защита силового блока. Защита реализуется путем контроля сигнала датчика температуры, установленного в модуле IGBT-инвертора. При достижении первого порога - температуры корпуса модуля 80ºС выдается сигнал пре-

*дупреждения – мигает желтый светодиод «ОН» на лицевой панели, в пятой позиции строки состояния пульта ручного управления отображается мигающий символ **Т**, сбрасывается флаг «Готовность 2» (**READY2**=0). При достижении второго порога - температуры 85ºС рекуперативный блок блокируется, сбрасывается флаг «Готовность 1» (**READY1**=0), в строке состояния отображается немигающий символ **Т**, желтый светодиод «ОН» на лицевой панели горит постоянно.*

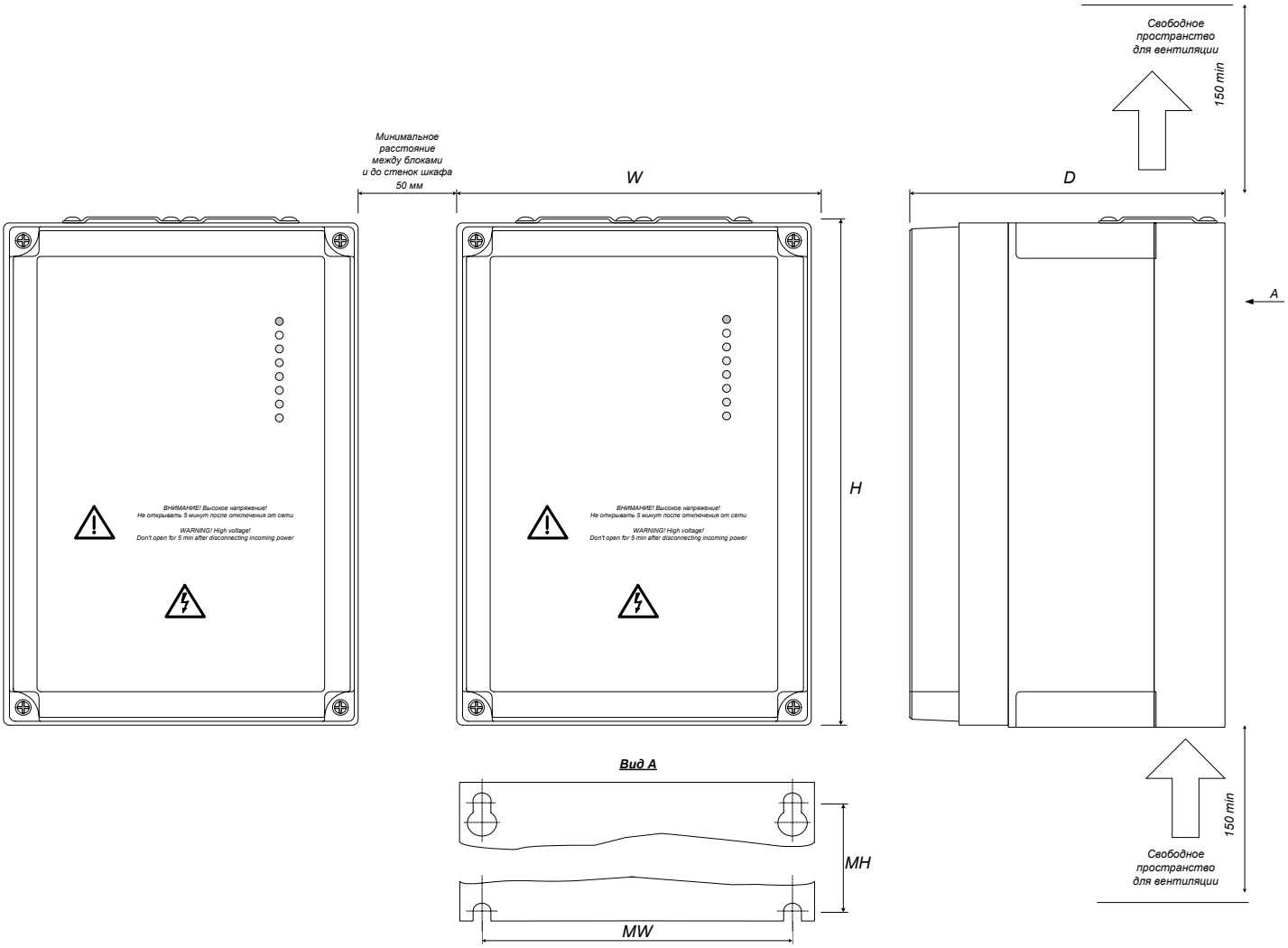
Состояние флагов защит для последних 4 отключений сохраняются в энергонезависимой памяти контроллера. Они отображаются в меню «ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ».

5. Подготовка к работе

Последовательность действий	Ссылка
Проверка и подготовка монтажной площадки	п.5.1. Механический монтаж
Монтаж силового блока на стене или в шкафу	п.5.1. Механический монтаж
Выбор силовых кабелей и кабелей управления Выбор предохранителей	п.5.2.1. Подключение силовых цепей п.5.2.2. Выбор предохранителей п.5.2.4. Выбор силовых кабелей
Прокладка кабелей	п.5.2.5. Прокладка кабелей
Подключение силовых цепей	п.5.2.1. Подключение силовых цепей п.5.2.3. Заземление
Подключение цепей управления	п.5.3. Подключение управляющих сигналов
Проверка электрического монтажа	п.5.2.1. Подключение силовых цепей п.5.2.3. Заземление
Настройка управляющих входов и выходов	п.6. Использование управляющих входов и выходов
Проверка номинального напряжения и частоты питающей сети, частоты модуляции	п.9.2. Меню «МОНИТОР» п.9.4. Меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»
Ввод параметров реактора и емкости звена постоянного напряжения	п.9.4. Меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»
Ввод уставок задания выходного напряжения Udc и требуемого угла сдвига φ	п.9.16. Меню «ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ»
Проверка работы рекуперативного блока в различных режимах	

5.1. Механический монтаж

Силовые блоки монтируются в вертикальном положении с обеспечением свободного пространства между соседними блоками и до стенок шкафа, необходимого для открытия крышек, а также сверху и снизу блоков для обеспечения вентиляции (см. рис. 5.1).



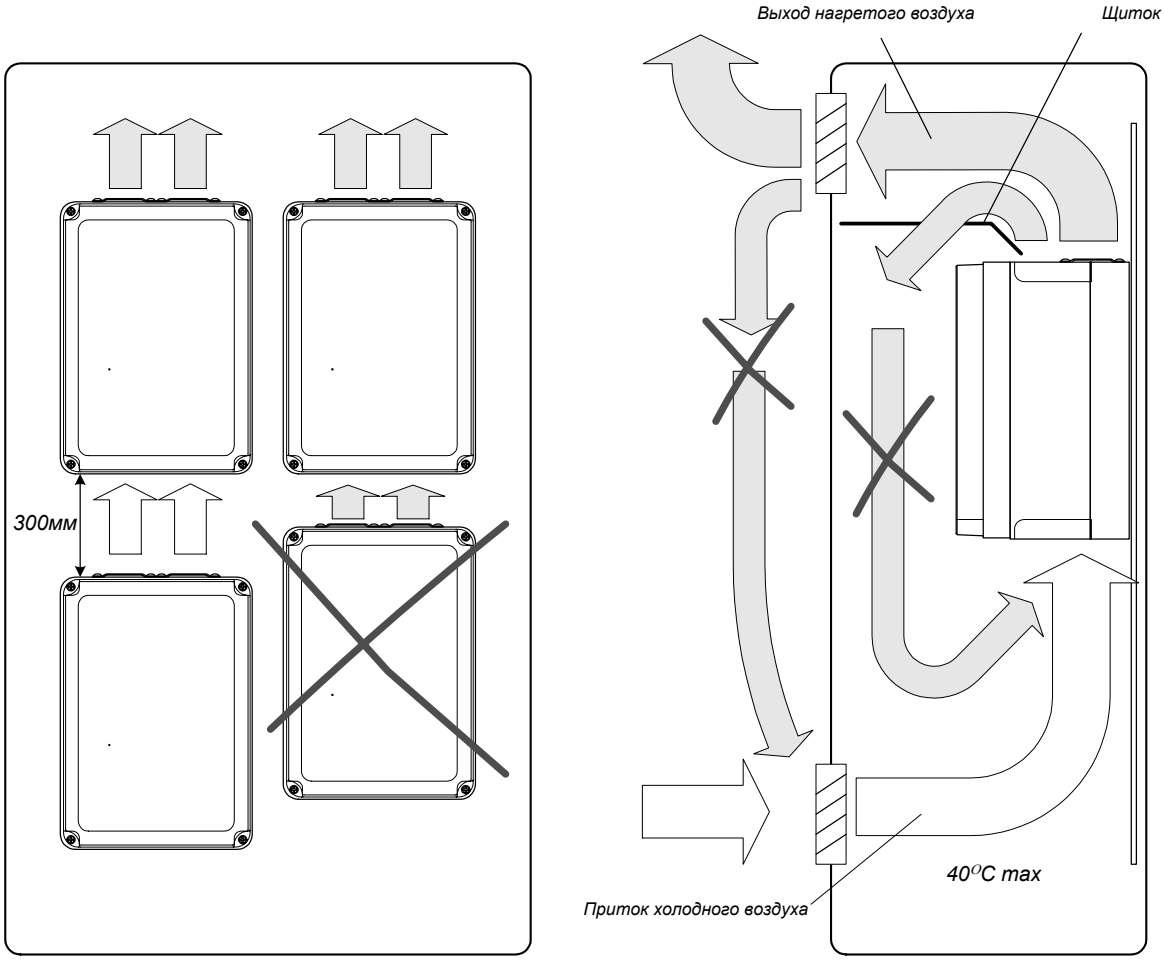
	W	H	D	MW	MH	R1	R2
ЭПВ-Р–ТППТ–32– 380–600	230	400	230	200	210	3	6
ЭПВ-Р–ТППТ–63–380–600	440	520	270	395	500	4	8
ЭПВ-Р–ТППТ–100–380–600	440	520	270	395	500	4	8

Рис.5.1. Габаритные и установочные размеры блоков.

Монтажная площадка должна быть выполнена из негорючего материала и иметь достаточную механическую прочность, чтобы выдержать вес силового блока. Крепежные отверстия размечаются с помощью шаблона.

Направление основного потока охлаждающего воздуха - снизу вверх через радиатор блока. При монтаже в шкафу силовой блок должен быть установлен так, чтобы не попадать в поток воздуха от других преобразователей и тепловыделяющих элементов другого оборудования (рис.5.2, а). Желательно избегать размещения одного блока над другим или выдерживать при этом минимальное расстояние 300 мм.

Температура воздуха на входе силового блока не должна превышать 40°С. Вентилятор принудительного охлаждения шкафа должен быть установлен так, чтобы получить максимальный обдув. При необходимости установить отражательные щитки, чтобы исключить рециркуляцию нагретого воздуха снаружи и внутри шкафа (рис. 5.2, б).



а) *б)*

Рис.5.2. Установка силовых блоков в шкафу.

Расчет необходимого размера шкафа выполняется по формуле:

$$A_Ш = \frac{P_П}{\Delta T \cdot K_t}, \ м^2,$$

где $A_Ш$ *– площадь теплоотводящей поверхности шкафа;*

$P_П$ *– суммарная мощность потерь;*

K_t *– коэффициент теплопередачи (для окрашенных стальных шкафов* K_t *= 5,5 Вт / м²·К);*

ΔT *– разница между максимальной температурой снаружи шкафа*

и максимально допустимой температурой внутри шкафа (обычно принимается ΔT *= 20 К).*

Для расчета суммарной мощности потерь от оборудования, установленного в шкафу использовать данные для номинальных режимов работы каждого из рекуперативных блоков и подключенных к нему инверторов.

Частота модуляции	**Мощность потерь в номинальном режиме**		
	ЭПВ-Р–ТППТ–32– 380–600	ЭПВ-Р–ТППТ–63– 380–600	ЭПВ-Р–ТППТ–100– 380–600
	навесной блок		
5 кГц	230 Вт	420 Вт	680 Вт
10 кГц	300 Вт	560 Вт	900 Вт
	реактор		
5 кГц	240 Вт	400 Вт	520 Вт
10 кГц	280 Вт	460 Вт	600 Вт

По расчетному значению $A_Ш$ *определяют требуемые геометрические размеры шкафа.*

Следует иметь в виду, что $A_Ш$ *- это площадь только тех частей, которые соприкасаются со свободно циркулирующим воздухом (не контактируют со стенами и полом).*

Минимальный объем вентилирующего воздуха определяется по формуле:

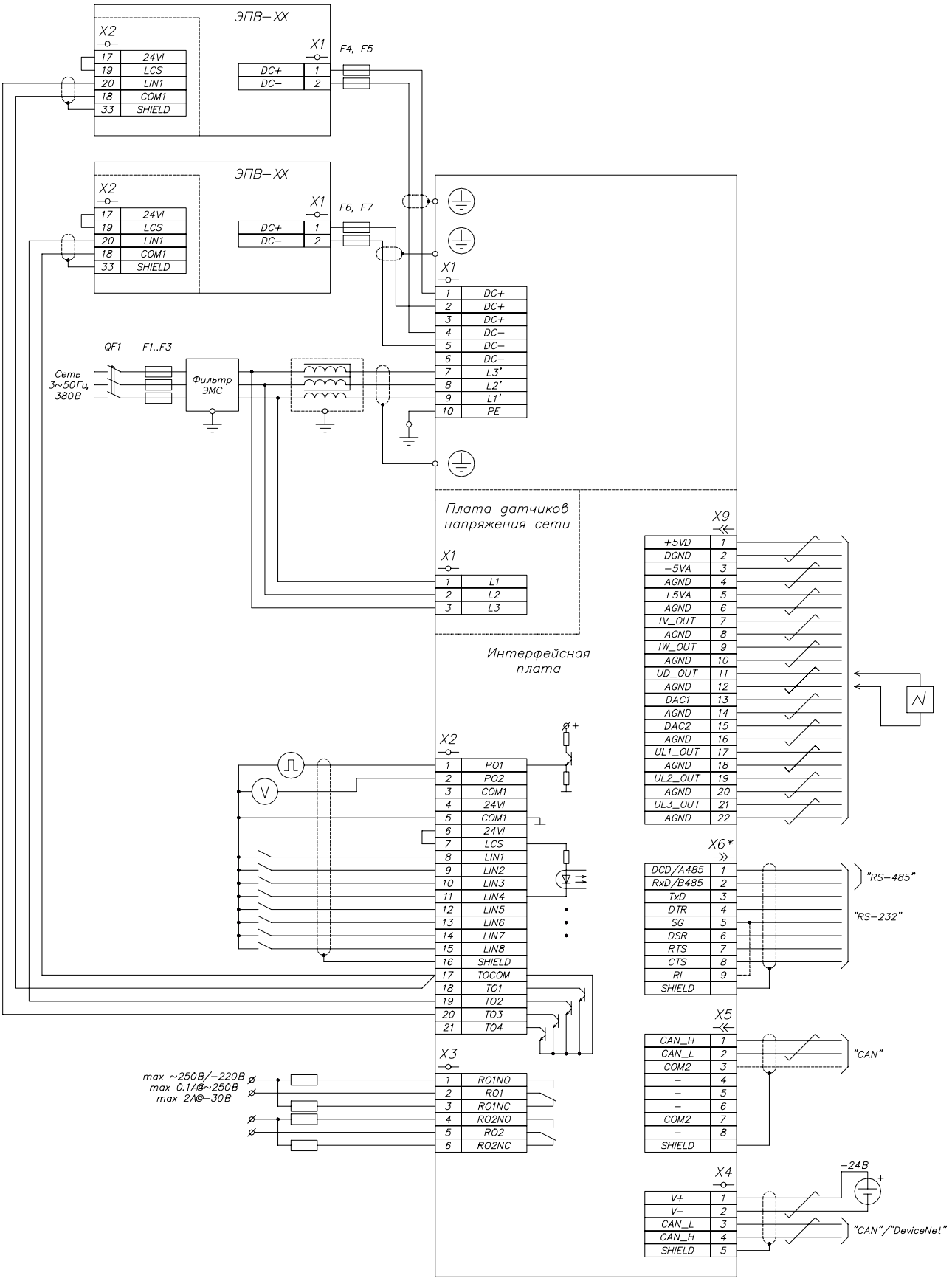
$$V_{ВЕНТ} = \frac{3{,}1 \cdot P_П}{\Delta T}, \ м^3/ч.$$

Полученное значение используется для выбора производительности вентиляторов.

5.2. Электрический монтаж

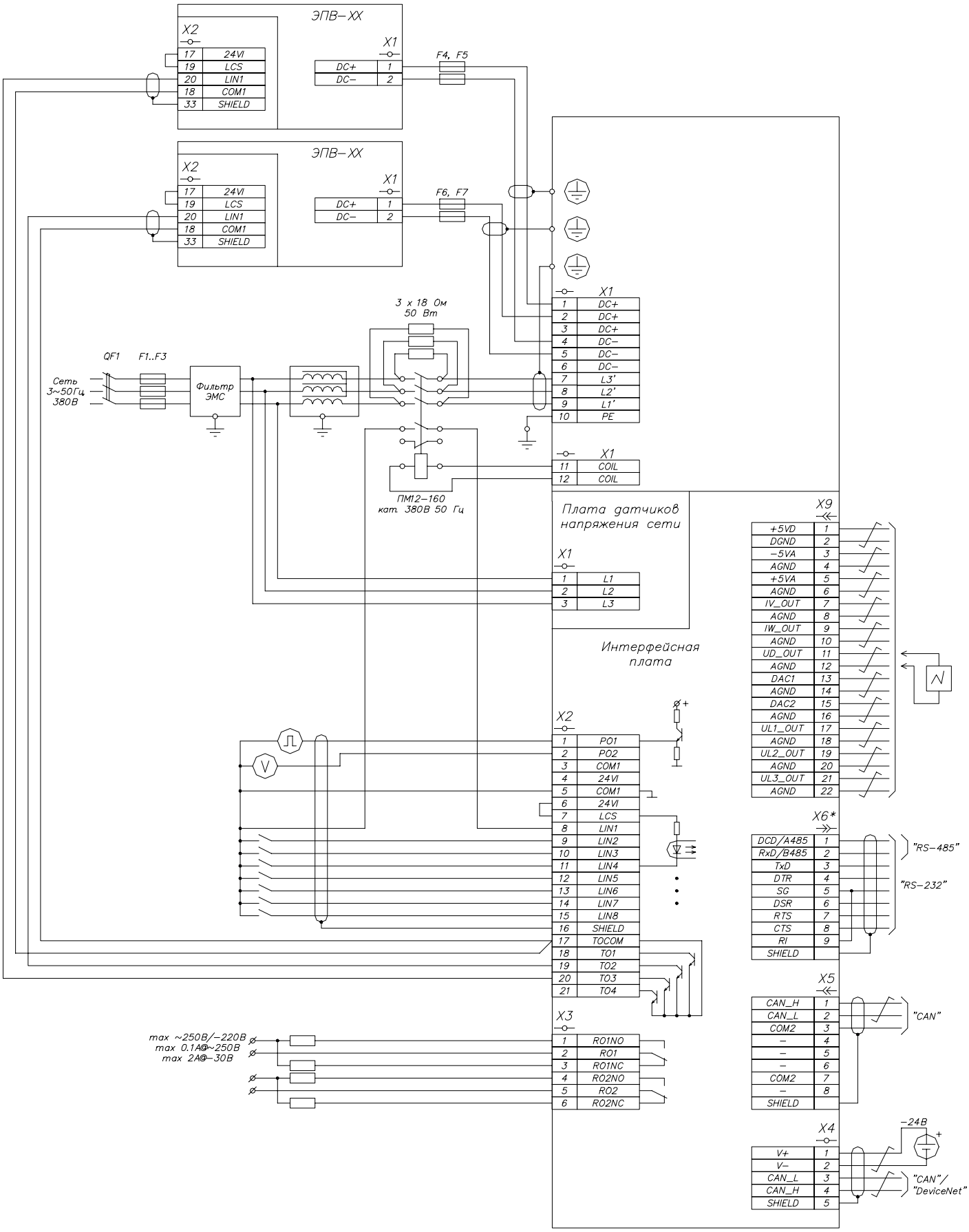
Внимание! Электрический монтаж и техническое обслуживание рекуперативных блоков может выполняться только квалифицированным персоналом с соблюдением действующих норм и правил, а также требований настоящего «Технического описания и инструкции по эксплуатации».

На рис. 5.3, 5.4 показаны схемы подключения рекуперативных блоков с использованием минимального набора сигналов управления и заводской настройкой входов и выходов.



1. При подключении устройств к интерфейсу RS–232 выводы 5 и 9 ответной части разъема X6 объединить.

Рис. 5.3. Схема подключения рекуперативных блоков ЭПВ-Р–ТППТ–32–380–600, ЭПВ-Р–ТППТ–63–380–600



1. При подключении устройств к интерфейсу RS–232 выводы 5 и 9 ответной части разъема X6 объединить.

Рис. 5.4. Схема подключения рекуперативного блока ЭПВ-Р–ТППТ–100– 380–600

5.2.1. Подключение силовых цепей

Подключение силовых цепей – питающей сети, инверторов выполняют с помощью клеммника, расположенного в нижней части силового блока (см. рис.5.5).

Запрещается выполнять работы по обслуживанию рекуперативных блоков, силовых кабелей при включенном напряжении питания.
Не допускается прикасаться к клеммнику подключения силовых цепей, пока горит красный сигнальный светодиод, индицирующий наличие заряда фильтра звена постоянного напряжения. Напряжение на клеммах может достигать 700 В постоянного тока.

Внимание! Ни в коем случае не допускать несоблюдения полярности подключения шин DC+ / DC- инверторов. Ошибочное подключение ведет к неустранимым повреждениям силового блока и угрозе обслуживающему персоналу.

Внимание! Не допускается эксплуатация рекуперативного блока без подключения входного реактора.

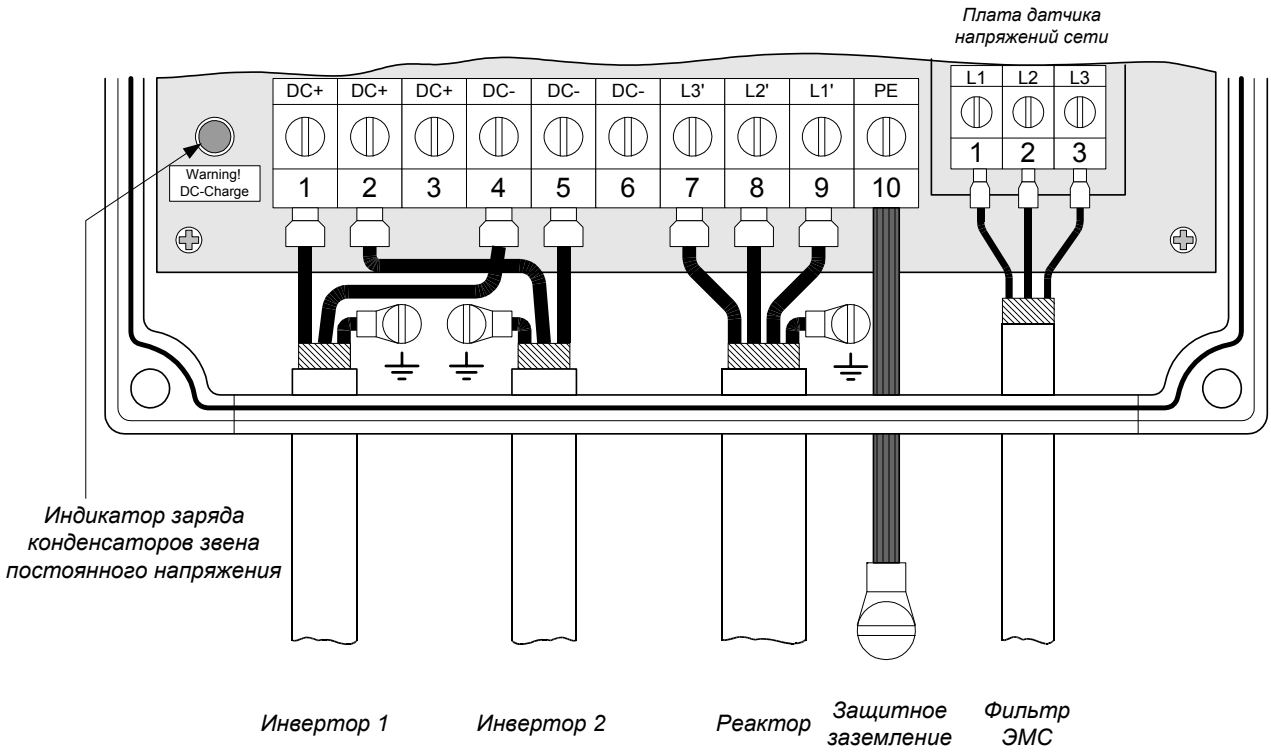


Рис.5.5. Подключение силовых цепей.

Подключение силовых цепей выполняется в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1

№ клеммы на разъёме X1	**Обозначение на схеме**	**Подключение**
1 2 3	DC+ DC+ DC+	Плюсовая шина выходного постоянного напряжения / инверторы
4 5 6	DC- DC- DC-	Минусовая шина выходного постоянного напряжения / инверторы
7 8 9	L3' L2' L1'	фаза L3 сети / выход реактора фаза L2 сети / выход реактора фаза L1 сети / выход реактора
10	PE	Защитное заземление

Параметры входных реакторов приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Типоразмер	Номинальный ток фазы реактора I_H, А	Индуктивность фазы реактора $L_Ф$, Гн	Активное сопротивление фазы $R_Ф$, не более Ом
ЭПВ-Р–ТППТ–32	32	0,0065	0,04
ЭПВ-Р–ТППТ–63	63	0,0032	0,02
ЭПВ-Р–ТППТ–100	100	0,002	0,01

Входные линии датчика напряжений сети подключаются к трем фазам L1, L2, L3 источника между фильтром ЭМС и реактором. Подключение выполняется с помощью отдельного клеммника на плате датчика (см. табл.5.3). Необходимо строгое соблюдение фазировки входных линий силовой цепи и датчика (см. рис.5.3, 5.4). Неправильная фазировка повлечет срабатывание защит от недопустимого отклонения напряжения питающей сети или от сбоя синхронизации.

Таблица 5.3

№ клеммы на разъёме платы датчика напряжений сети	**Обозначение на схеме**	**Подключение**	**Сечения проводников, мм^2**
1 2 3	L1 L2 L3	фаза L1 сети / вход реактора фаза L2 сети / вход реактора фаза L3 сети / вход реактора	0,5 – 2,5

5.2.2. Выбор предохранителей

*Выбор предохранителей для защиты рекуперативного блока выполнять согласно таблице 5.4. Для установки во входных цепях F1..F3 следует использовать только быстродействующие предохранители, предназначенные для защиты полупроводниковых приборов (класса **gR (aR)**, «Ultra Rapid»).*

Таблица 5.4

Типоразмер рекуперативного блока	*Характеристики плавких вставок F1..F3*		
	Uн, VAC не менее	*Iн, А*	*I^2t, А·с не более*
ЭПВ-Р–ТППТ–32	*380*	*80*	*4200*
ЭПВ-Р–ТППТ–63		*150*	*10000*
ЭПВ-Р–ТППТ–100		*225*	*28000*

Цепи нагрузки рекуперативного блока защищаются плавкими вставками на входе каждого из подключенных инверторов (F4 – F7 на рис.5.3, 5.4). Предохранители следует выбирать исходя из мощности подключенного к преобразователю частоты электродвигателя ($P_{НОМ}$) и установленному уровню стабилизированного напряжения на шинах DC+ DC- ($U_{DC\ НОМ}$):

$$I_{br} = 2 \cdot \frac{P_{ном}}{U_{DC\ ном}}.$$

Рекомендуется использовать быстродействующие плавкие вставки, предназначенные для защиты полупроводниковых приборов, рассчитанные на работу при постоянном напряжении не ниже 600 В.

5.2.3. Заземление

Заземление рекуперативного блока, подключенных к нему инверторов преобразователей частоты, двигателей выполняется для обеспечения безопасности персонала и снижения уровня электромагнитных помех.

Не допускается эксплуатация рекуперативного блока без подключения проводника защитного заземления!

В установках, требующих обеспечения минимального уровня электромагнитных помех необходимо выполнить 360° высокочастотное заземление кабельных вводов с подключением экранов кабелей к шине защитного заземления.

При совместной установке в шкафу комплектного устройства нескольких преобразователей каждый из них подключается к шине заземления отдельным проводником.

Сечение защитного проводника рекомендуется выбирать по таблице 5.5.

Таблица 5.5

Номинальный ток рекуперативного блока	**Сечение защитного проводника S, не менее мм²**
32 А	*4*
63 А	*6*
100 А	*16*

5.2.4. Выбор силовых кабелей

Подключение силовых цепей следует выполнять кабелями с изоляцией, соответствующей напряжению питающей сети и нагревостойкостью до 70 ºС. Подключение к сети выполняется через защитный автоматический выключатель и предохранители. Сечение проводников кабелей рекомендуется выполнять согласно таблице 5.6

Таблица 5.6

Типоразмер рекуперативного блока	**Сечения проводов подключения сети S, мм^2**
	клеммы L1', L2', L3'
ЭПВ-Р–ТППТ–32–380–600 *ЭПВ-Р–ТППТ–63–380–600* *ЭПВ-Р–ТППТ–100– 380–600*	*10,0* *25,0* *70,0*

В зависимости от требований к электромагнитной совместимости (ЭМС) для различных условий применения (в соответствии с EN50081, 50082, 61800) рекомендуется использовать типы кабелей в соответствии с таблицей 5.7.

Таблица 5.7

Подключение	**Уровень излучений**		
	N *(без ограничений)*	*I* *(для промышленной среды)*	*C* *(для бытовой среды)*
	Тип кабеля		
Сеть	*Силовой кабель для неподвижного монтажа (экран не обязателен)*	*Силовой кабель с концентрическим экраном*	*Силовой кабель с экранирующей оболочкой с низким полным волновым сопротивлением*
DC+ / DC-	*Силовой кабель для неподвижного монтажа (экран не обязателен)*	*Силовой кабель с концентрическим экраном*	*Силовой кабель с концентрическим экраном*

Использование симметричного экранированного кабеля по сравнению с четырехпроводным обеспечивает меньший уровень электромагнитного излучения всей системы электропривода.

Для эффективного подавления индуктивных и кондуктивных помех проводимость экрана должна составлять не менее 1/10 проводимости фазного проводника.

При использовании экрана кабеля в качестве проводника защитного заземления его сечение должно соответствовать значениям, указанным в таблице 5.5. При невыполнении этого условия рекомендуется использовать кабель с симметричными проводниками защитного заземления (рис. 5.6) или отдельный проводник заземления.

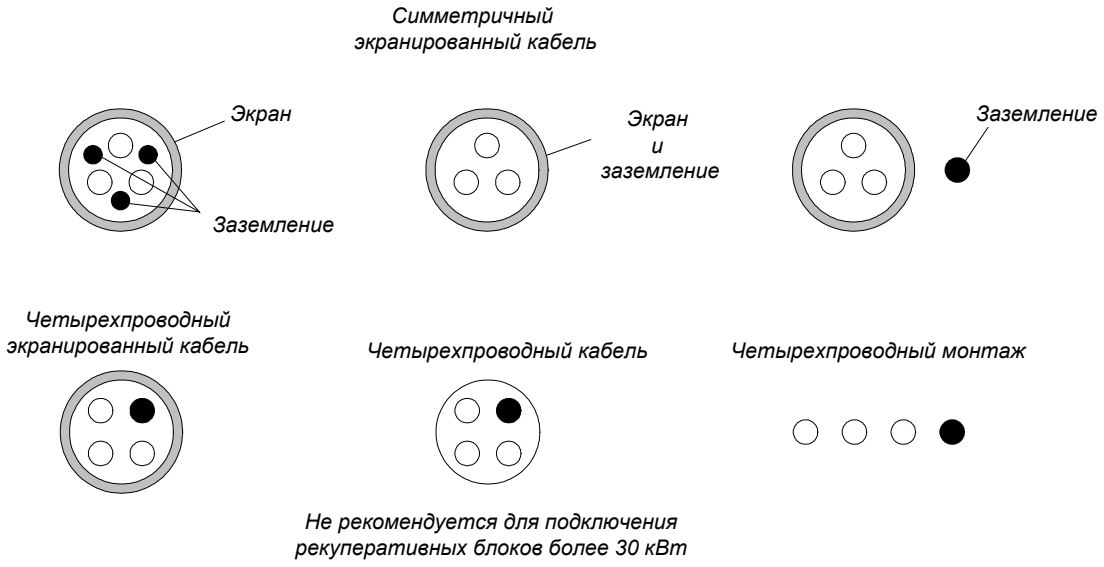
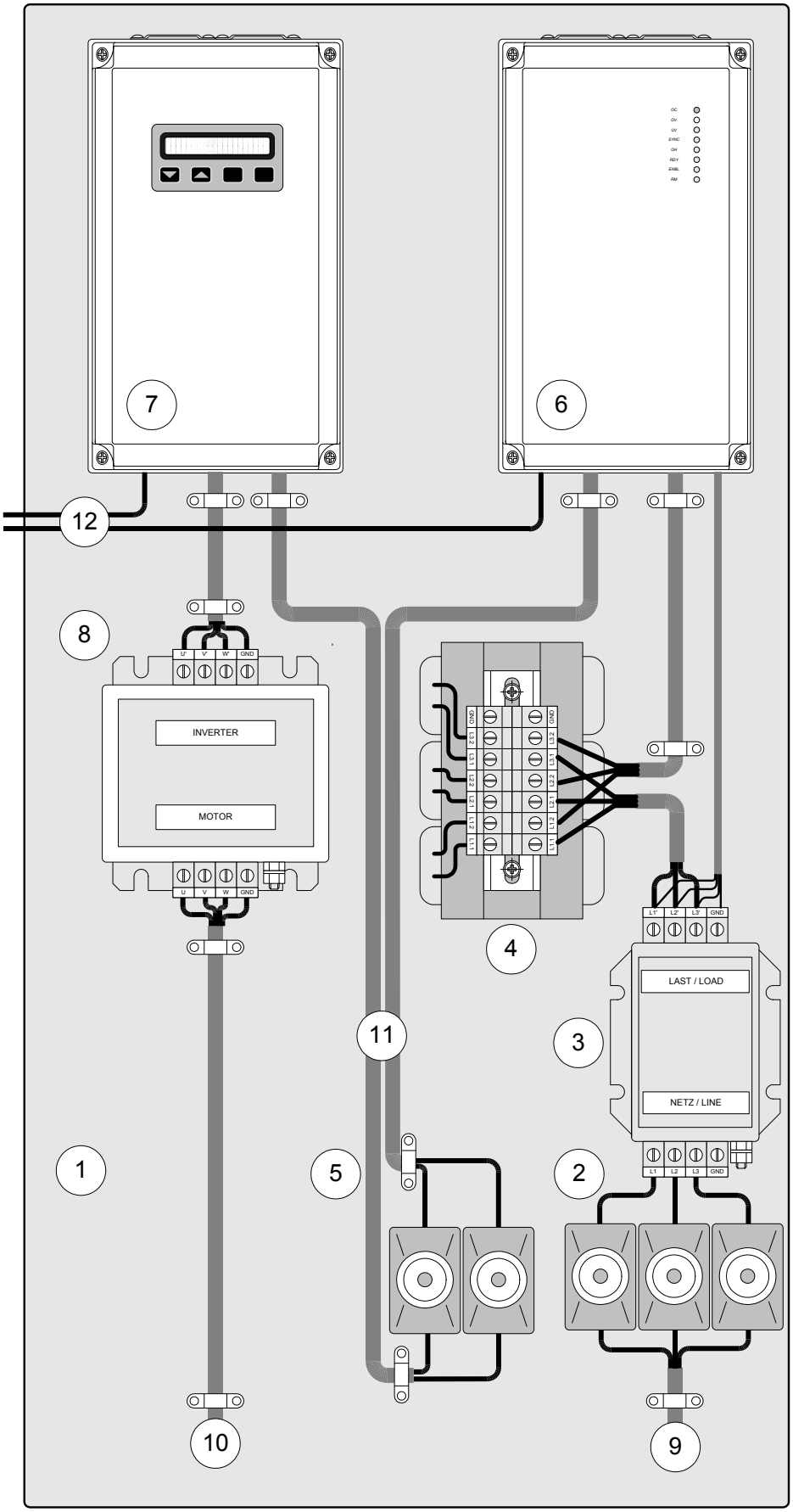


Рис. 5.6. Типы силовых кабелей.

5.2.5. Прокладка кабелей

При прокладке кабелей следует соблюдать ряд правил для обеспечения ***требований электромагнитной совместимости (ЭМС)****:*

- *Для монтажа элементов оборудования в шкафу рекомендуется использовать металлическую монтажную панель с покрытием, обеспечивающим надежный электрический контакт в точках крепления. Монтажная панель и металлические части шкафа должны иметь по возможности наибольшую площадь соединений. Для этого используются зубчатые шайбы и заземляющие накладки.*
- *Кабель подключения сети между навесным блоком и реактором размещать по возможности отдельно от других кабелей и избегать параллельной прокладки его с другими кабелями. Расположение навесного блока и реактора должно обеспечивать минимальную длину этого участка кабеля.*
- *Для подключения электродвигателя использовать экранированный кабель (с медной экранирующей оплеткой). Прокладывать кабель электродвигателя отдельно от других, избегая образования участков с параллельной прокладкой. При параллельной прокладке соблюдать минимальные расстояния между кабелями 0.3 м.*
- *Если для подключения электродвигателя необходимо использовать фильтр dU / dt или синус-фильтр, размещать его максимально близко к выходу преобразователя частоты.*
- *Кабели управления по возможности должны прокладываться отдельно от силовых.*
- *Силовые кабели должны пересекать кабели управления под углом 90°.*
- *Фильтры подавления помех должны размещаться близко к источнику помехи. Корпус фильтра должен быть связан с монтажной панелью максимально возможной площадью поверхности. Если монтажная панель окрашена, краска должна быть удалена в области монтажных площадок. Приходящие и выходящие кабели фильтра радиопомех должны быть пространственно отделены.*
- *Экранированные кабели на входе шкафа и около преобразователей соединяются с монтажной панелью с помощью зажимов 360° заземления. Со стороны электродвигателя экран кабеля подключается с помощью сальника, обеспечивающего высокочастотное 360° заземление.*



1- *Монтажная панель;*

2- *Предохранители F1-F3;*

3- *Фильтр ЭМС;*

4- *Реактор;*

5- *Предохранители F4, F5;*

6- *Навесной блок;*

7- *Преобразователь частоты;*

8- *Фильтр dU / dt;*

9- *Кабель подключения сети;*

10- *Экранированный кабель подключения двигателя;*

11- *Кабель подключения нагрузки;*

12- *Кабели управления.*

5.3. Подключение управляющих сигналов

5.3.1. Выбор кабелей управления

Сечение проводников следует выбирать по токовой нагрузке цепей с учетом рекомендуемых для различных типов разъемов и клеммников минимальных и максимальных значений, указанных в таблице 5.6.

Таблица 5.6

Клеммники, разъемы интерфейсной платы	**Сечение проводников (мм^2)**	
	MIN	MAX
X2	0,5	1,5
X3	0,1	2,5
X4	0,5	1,5
X5	0,08	0,14
X6	0,1	0,6
X7	0,08	0,14

Для подключения логических входов рекомендуется использовать гибкий экранированный кабель с многожильными проводниками.

Транзисторные и релейные выходы допускается подключать одним кабелем с логическими входами при условии, что напряжение сигнала не превышает 48 В.

Релейные сигналы рекомендуется подключать витыми парами.

Запрещается подключать сигналы с напряжением до 24 В постоянного тока и 110/220 В переменного тока с помощью одного кабеля.

Низковольтные цифровые сигналы коммуникационных портов рекомендуется подключать кабелем с двойным экраном, но можно использовать и кабель с несколькими витыми парами в одном экране (рис.5.8, а).

Подключение выносного пульта ручного управления следует выполнять кабелем, входящим в комплект поставки. Длина кабеля не должна превышать 1,5 м.

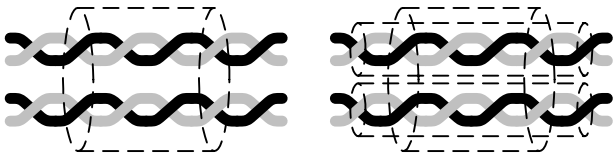


Рис. 5.8. Сигнальные кабели с одиночным (а) и двойным (б) экраном.

5.3.2. Подключение экранированных кабелей

Для кабелей, подключение которых выполняется через разъемы, помехозащищенность сигналов обеспечивается с помощью соединения экранов через отдельные выводы или корпуса разъемов с контуром интерфейсной платы, соединенным с заземленным шасси рекуперативного блока.

Для максимальной помехозащищенности кабелей, подключаемых к клеммникам, следует обеспечить 360° высокочастотное заземление экрана, для этого:

- *аккуратно зачистить изоляцию кабеля, избегая повреждения проводников экрана;*
- *на проводящую поверхность экрана надеть хомут с проводящим покрытием, при необходимости обмотав экран проводящей фольгой;*
- *закрепить хомут в ближайшем к месту подключения жил кабеля специальном резьбовом отверстии панели-экрана.*

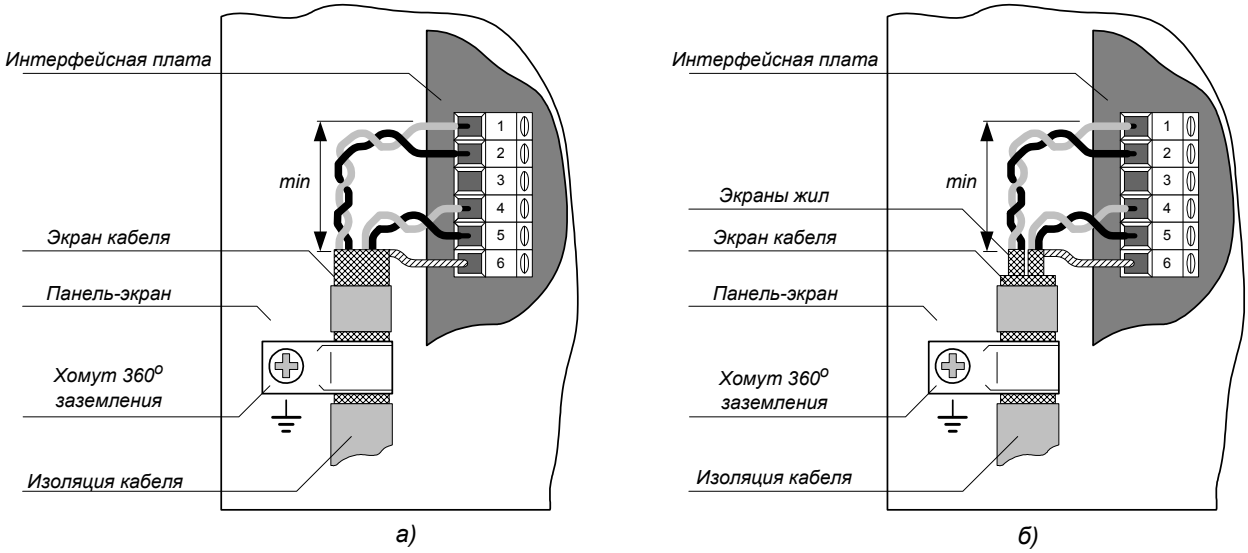


Рис 5.9. Подключение экранированных кабелей

<u>Для кабелей с одним экраном</u>:

Скрутить проводники оплетки экрана и подключить к ближайшей к группе сигналов клемме с обозначением «SHIELD».

<u>Для кабелей с двойным экраном</u>:

Соединить скрученные оплетки экранов от витых пар между собой и подключить к ближайшей клемме с обозначением «SHIELD».

Длина скрученного проводника экрана должна быть минимальной. Не рекомендуется подключать к одной клемме экраны разных кабелей.

Сигнальные пары кабеля должны быть скручены как можно ближе к клеммам подключения, а длина открытой от экрана части проводников кабеля – минимальной. Это позволяет снизить уровень индуктивных помех.

Свободный конец экрана кабеля оставить незаземленным или заземлить через высоковольтный высокочастотный конденсатор емкостью 1000 - 5000 пФ. Экран заземляется с обоих концов в случае, если контур заземления общий и между точками заземления отсутствует большая разность потенциалов.

5.3.3. Гальваническая развязка цепей

Все цепи системы управления имеют гальваническую развязку от силовых высоковольтных цепей, выполненную элементами драйвера, датчиковой системы и источника питания цепей управления. Напряжение изоляции – не менее 2,5 кВ.

Входные и выходные линии управляющих сигналов интерфейсной платы для удобства их использования и повышения помехозащищенности разделены на несколько функциональных групп, имеющих раздельные «общие» потенциалы.

Непосредственную связь с «общим» потенциалом микропроцессорного ядра контроллера имеют:

- *Контрольные сигналы, выведенные на разъем X9 интерфейсной платы;*
- *Линии светодиодного индикатора состояния (разъем X10);*
- *Цепи питания и линии связи пульта ручного управления (разъем X7).*

*Имеют оптронную развязку от микропроцессорного ядра с напряжением изоляции не менее 1 кВ и формируются относительно общего потенциала «**COM1**» следующие цепи ввода-вывода на клеммнике X2:*

- *Источник питания +24 В (**24VI**);*
- *Логические входы (**LIN1 – LIN8**);*
- *Импульсные выходы (**PO1, PO2**).*

*Транзисторные выходы (клеммы X 2.17 - 2.21) имеют оптронную развязку от микропроцессорного ядра контроллера и изолированы от других цепей ввода-вывода, формируются относительно объединенных выводов транзисторных ключей двухсторонней проводимости – клемма «**TOCOM**» (X2.17), потенциал которой может быть определен произвольно.*

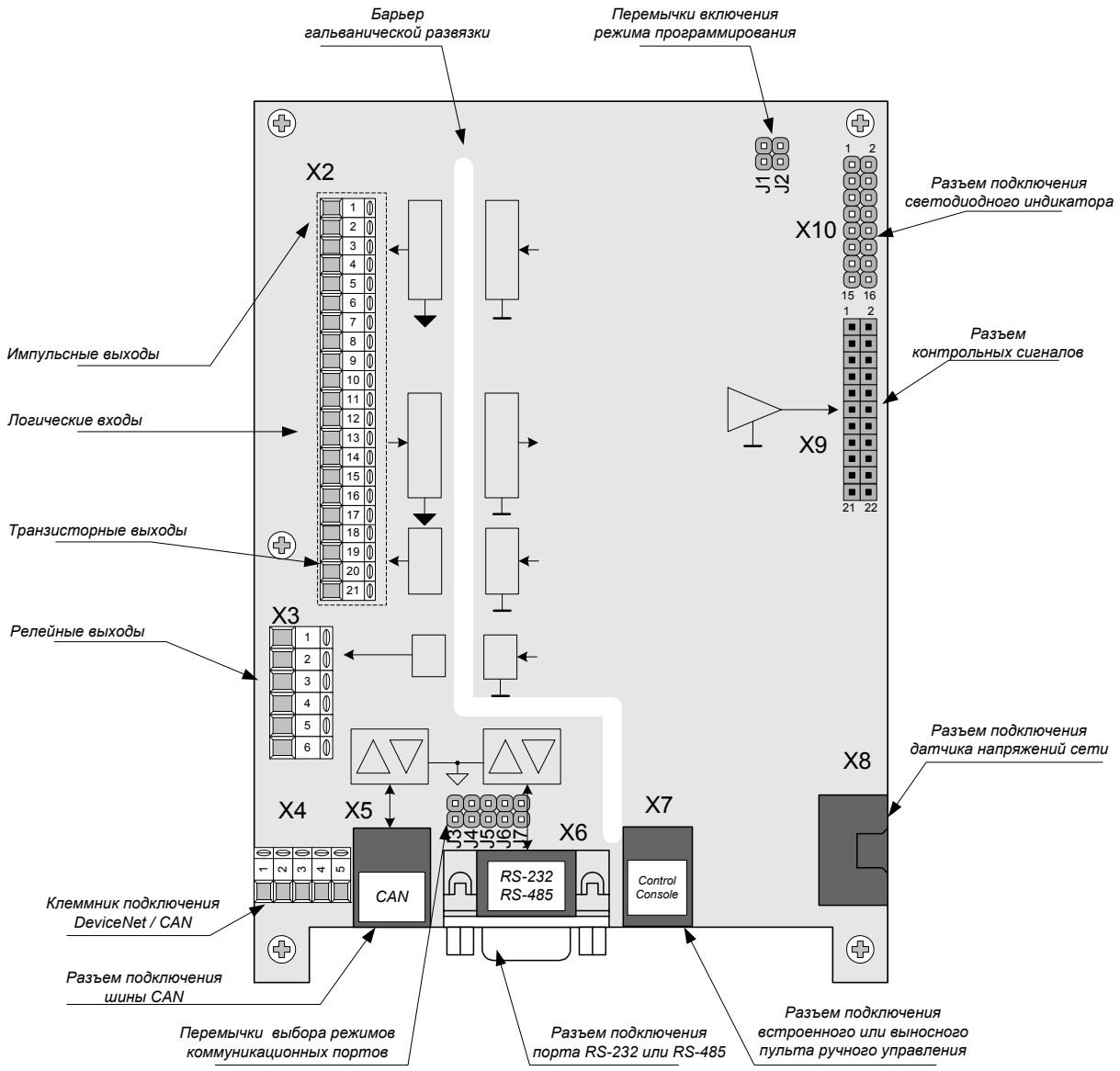
Релейные выходы (клеммник X3) имеют «сухие» контакты и также могут быть подключены к потенциалу любых цепей ввода-вывода или включены в схемы управления силовыми цепями. Напряжение изоляции между катушкой и контактами – 1,5 кВ.

*Коммуникационные порты RS-232/485 (разъем X6) и CAN (клеммник X4, разъем X5) имеют гальваническую развязку от микропроцессорного ядра контроллера и изолированы от других цепей ввода-вывода. Сигналы формируются относительно «общего» потенциала коммуникационных портов «**COM2**».*

*Клеммы с обозначением «**SHIELD**» и выводы (корпуса) разъемов, предназначенные для подключения экранов кабелей управляющих сигналов, связаны с «землями» соответствующих групп сигналов через резисторы 2 МОм и конденсаторы 4,7 нФ (рис. 5.10.)*

5.3.4. Интерфейсная плата

Подключение входных и выходных управляющих сигналов выполняется с помощью клеммников и разъемов интерфейсной платы (рис.5.12).



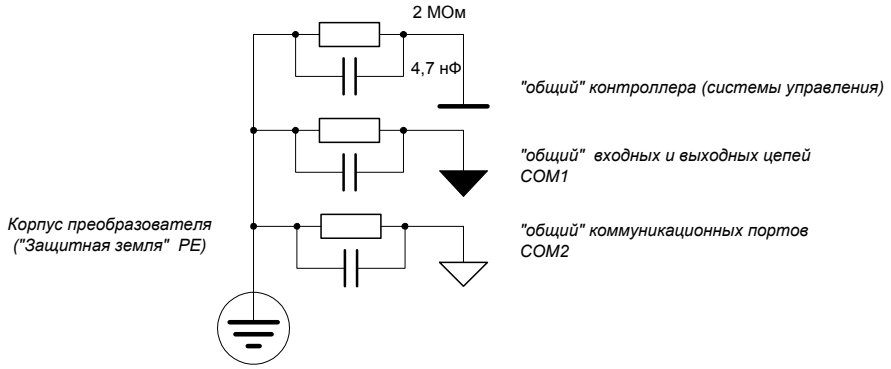


Рис.5.10. Интерфейсная плата

5.3.5. Клеммники и разъемы интерфейсной платы

Таблица 5.7

X2				
Номер	Обозначение	Назначение		Характеристики
1	PO1	Импульсный выход (канал 1)		$U_{ВЫХ}$=0..10 В
2	PO2	Импульсный выход (канал 2)		
3	COM1	Общий цепей ввода-вывода		То же, что X2.5
4	24VI	Встроенный источник +24 В		24 В ±5%, I_{MAX}=40 мА
5	COM1	Общий цепей ввода-вывода		То же, что X2.3
6	24VI	Встроенный источник +24 В		То же, что X2.4
7	LCS	Питание логических входов		Подключить к клемме 6 или внешнему источнику +24 В
8	LIN1	Логические входы	Сигнал «Завершение заряда»	R_{BX}=20 кОм
9	LIN2		Сигнал «Разрешение работы»	
10	LIN3		Сигнал «Сброс защит»	
11	LIN4		Бит 0 задания выходного напряжения	
12	LIN5		Бит 1 задания выходного напряжения	
13	LIN6		Бит 2 задания выходного напряжения	
14	LIN7		Бит 0 задания входного cos φ	
15	LIN8		Бит 1 задания входного cos φ	
16	SHIELD	Экран кабеля		Соединен с корпусом силового блока
17	TOCOM	Общий транзисторных выходов		Эмиттеры транзисторов. Подключить к клемме 5 или "-" внешнего источника
18	TO1	Транзисторный выход канал 1	Сигнал «Работа»	Открытый коллектор. U_{max}=100 VDC I_{MAX}= 100 mA
19	TO2	Транзисторный выход канал 2	Сигнал «Работа»	
20	TO3	Транзисторный выход канал 3	Сигнал «Работа»	
21	TO4	Транзисторный выход канал 4	Сигнал «Готовность 1»	

X3				
Номер	Обозначение	Назначение		Характеристики
1	RO1NO		Релейный выход 1 (сигнал «Готовность 1»)	max 2 A @ 30 VDC; max 0,1 A @ 250 VAC
2	RO1			
3	RO1NC			
4	RO2NO		Релейный выход 2 (сигнал «Готовность 2»)	
5	RO2			
6	RO2NC			

X4			
Номер	Обозначение	Назначение	Характеристики
1	V+	Вход “+” внешнее питание CAN/DeviceNet	U_{max}=24 В
2	V-	Вход “-” внешнее питание CAN/DeviceNet	
3	CAN H	Линия CAN H (dominant high)	$R_{terminat}$=120 Ом
4	CAN L	Линия CAN L (dominant low)	$V_{DIFF\ MIN}$=1,5 В
5	SHIELD	Экран кабеля	

X5			
Номер	Обозначение	Назначение	Характеристики
1	CAN H	Линия CAN H (dominant high), то же что X4.3	$R_{terminat}$=120 Ом
2	CAN L	Линия CAN L (dominant low) , то же что X4.4	$V_{DIFF\ MIN}$=1,5 В
3	COM2	Общий коммуникационных портов	
4	-	-	
5	-	-	
6	-	-	
7	COM2	Общий коммуникационных портов	То же, что X5.3
8	-	-	
корпус	SHIELD	Экран кабеля, то же что X4.5	

X6		
Номер	Обозначение	Назначение
1	DCD / A	вход “Data Carrier Detect” RS-232 / линия A RS-485
2	RxD / B	вход “Receive Data” RS-232 / линия B RS-485
3	TXD	выход “Transmit Data” RS-232
4	DTR	выход “Data Term Ready” RS-232
5	SG	Сигнальная земля = COM2, то же что X5.3, X5.7
6	DSR	вход “Data Set Ready” RS-232
7	RTS	выход “Request To Send” RS-232
8	CTS	вход “Clear To Send” RS-232
9	232 / 485	Выбор режима порта (соединен с SG - RS-232 / не подключен - RS-485)
корпус	SHIELD	Экран кабеля

X7		
Номер	Обозначение	Назначение
1	+5VD	Питание пульта ручного управления 5В +/-5%, $I_{CC} \leq 100$ мА
2	SCL	Тактовый сигнал шины I^2C
3	SDA	Сигнал данных шины I^2C
4	DGND	«Цифровая земля» контроллера

X9			
Номер	Обозначение	Назначение	Характеристики
1	+5VD	Напряжение питания цифровой части контроллера	5В +/-5%
2	DGND	«цифровая земля» контроллера	
3	-5VA	«минус» питания аналоговой части контроллера	-5В +/-2%
4	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
5	+5VA	«плюс» питания аналоговой части контроллера	+5В +/-2%
6	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
7	Iv OUT	Сигнал датчика тока входной фазы L2 (L1)*	-4 ≤ Uвых ≤+4 В
8	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
9	Iw OUT	Сигнал датчика тока выходной фазы L3 (L2)*	-4 ≤ Uвых ≤+4 В
10	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
11	UD OUT	Сигнал датчика выходного напряжения Udc	0 ≤ Uвых ≤+4 В
12	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
13	DAC1	Выход ЦАП1 (по умолчанию – ток нагрузки)	-4 ≤ Uвых ≤+4 В
14	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
15	DAC2	Выход ЦАП2 (по умолчанию - активная мощность)	-4 ≤ Uвых ≤+4 В
16	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
17	UL1 OUT	Сигнал датчика напряжения входной фазы L1	-4 ≤ Uвых ≤+4 В
18	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
19	UL2 OUT	Сигнал датчика напряжения входной фазы L2	-4 ≤ Uвых ≤+4 В
20	AGND	«аналоговая земля» контроллера	
21	UL3 OUT	Сигнал датчика напряжения входной фазы L3	-4 ≤ Uвых ≤+4 В
22	AGND	«аналоговая земля» контроллера	

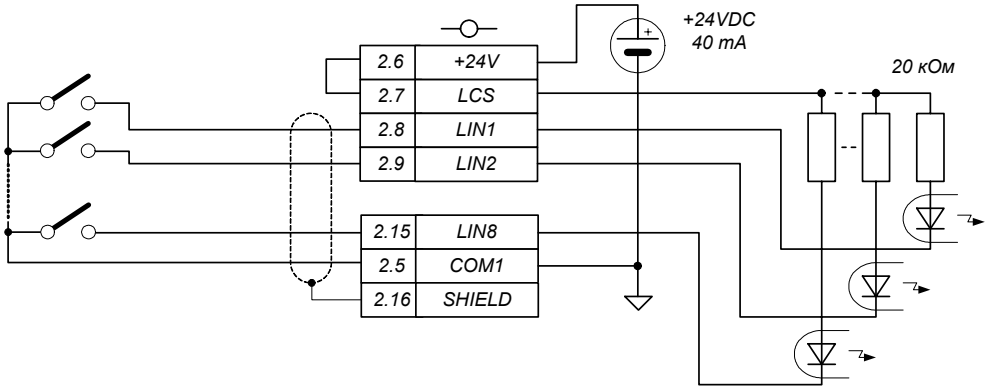
* - в скобках указаны фазы для исполнения ЭПВ-Р-ТППТ-32-380-600

6. Использование управляющих входов и выходов

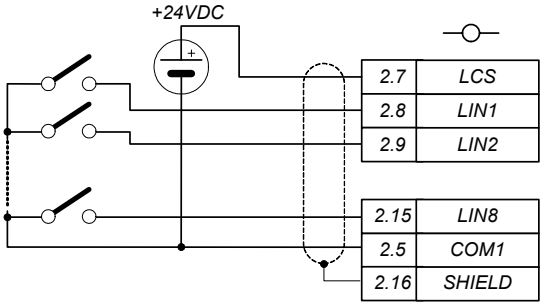
6.1. Использование логических входов

*Логические входы обеспечивают прием дискретных сигналов управления от устройств автоматики или программируемого контроллера. Сигналы формируются уровнем 24 В относительно общего потенциала (**COM1**) от встроенного (**24VI**) или внешнего источника питания, подаваемого на вход **LCS**. Входное сопротивление по каждому из входов – 20 кОм. Логической единице соответствует замыкание соответствующего входа с клеммой **COM1** внешним устройством (механическим или электронным ключом), логическому нулю – неподключенное состояние входа.*

При использовании для формирования сигналов встроенного источника необходимо установить перемычку между клеммами «+24V» (2.6) и «LCS» (2.7). Внешний источник должен быть подключен «плюсом» к клемме «LCS», «минусом» - к клемме «COM1», при этом перемычка между клеммами «+24V» и «LCS» не устанавливается.



а) с использованием внутреннего источника



б) использованием внешнего источника

Рис. 6.1. Подключение логических входов.

В качестве коммутирующих устройств могут использоваться кнопки или переключатели пульта управления, релейные контакты или транзисторные выходы с открытым коллектором программируемого контроллера (PLC) (рис. 6.2).

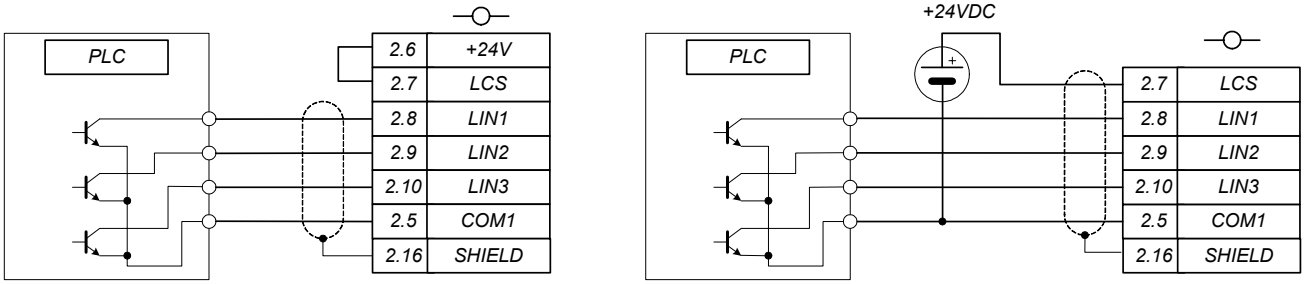


Рис. 6.2. Подключение PLC к логическим входам.

В таблице 6.2 приведено функциональное назначение логических входов.

Таблица 6.1

	Клемма	Назначение по умолчанию (заводская настройка)
LIN1	2.8	Сигнал «Завершение заряда» (**CEND**)*
LIN2	2.9	Сигнал «Разрешение работы» (**ENBL**)
LIN3	2.10	Сигнал «Сброс защит» (**ER RST**)
LIN4	2.11	Бит 0 выбора уровня задания по выходному напряжению
LIN5	2.12	Бит 1 выбора уровня задания по выходному напряжению
LIN6	2.13	Бит 2 выбора уровня задания по выходному напряжению
LIN7	2.14	Бит 0 выбора уровня задания по входному cos φ
LIN8	2.15	Бит 1 выбора уровня задания по входному cos φ
24VI	2.4, 2.6	Встроенный источник +24 В
LCS	2.7	Вход питания логических входов
COM1	2.3, 2.5	«Общий» логических входов

** - используется только в типоразмере ЭПВ-Р–ТППТ–100– 380–600, в остальных зарезервирован.*

6.2. Использование импульсных выходов

*Импульсные выходы предназначены для мониторинга переменных с помощью цифровых или стрелочных измерительных приборов. Выходные сигналы формируются в виде импульсов амплитудой 10 В относительно общего потенциала **COM1**. Цепи имеют оптронную развязку от микропроцессорного ядра системы управления. Выходное сопротивление по каждому каналу – 1,5 кОм. Нагрузочная способность выходов – 8 мА. Для подключения используется клеммник X2 интерфейсной платы (рис. 6.3).*

Каждый из двух каналов параметрируется индивидуально и может работать в режиме широтно-импульсной модуляции (ШИМ) или частотной модуляции (ЧМ). Разрешающая способность 10 бит, частота обновления – 50 Гц.

В режиме ШИМ при неизменной частоте следования импульсов (1000 Гц) их скважность линейно изменяется от 0 до 100% при изменении текущего состояния выбранной переменной от минимального до максимального значения.

В режиме ЧМ частота следования импульсов линейно изменяется от 0 до 1000 Гц при неизменной скважности (50%).

Программирование выполняется с помощью меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ». Параметры, содержащиеся в меню, позволяют задать режим работы выхода, выбрать из списка переменную и масштабный коэффициент для нее.

Таблица 6.2

	Клемма	**Режим / назначение по умолчанию (заводская настройка)**
PO1	2.1	ШИМ / Напряжение сети
PO2	2.2	ШИМ / Ток сети
COM1	2.3	Общий импульсных выходов

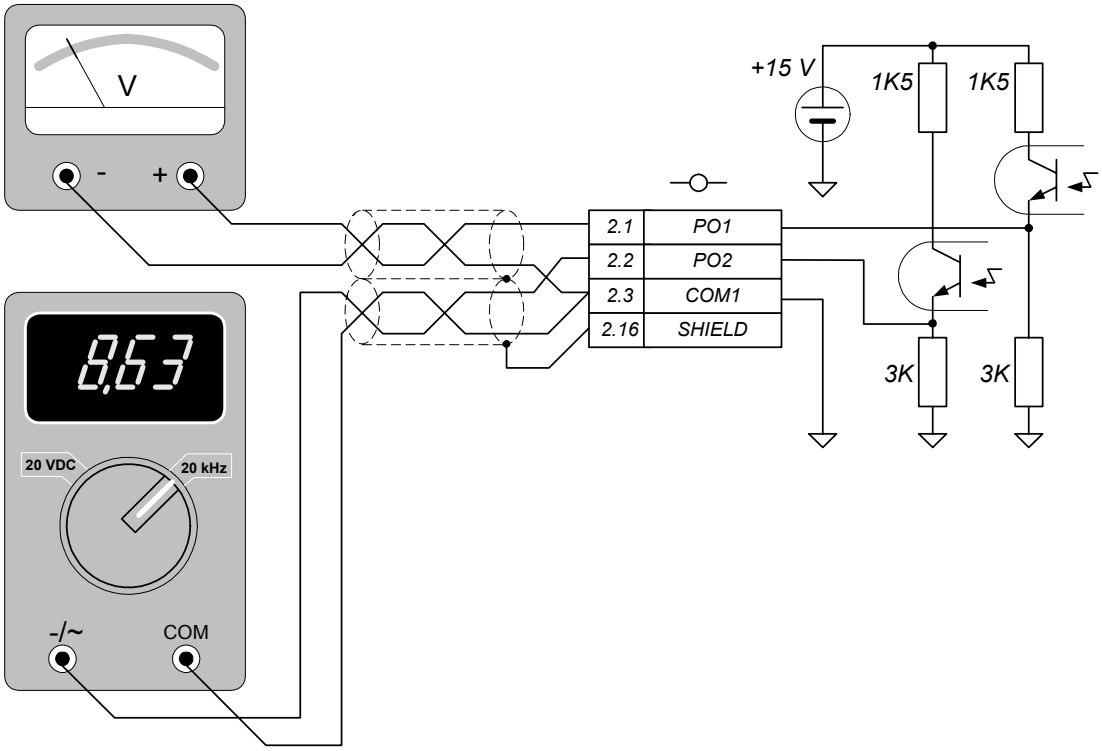


Рис. 6.3. Подключение импульсных выходов.

6.3. Использование аналоговых выходов

Аналоговые выходные сигналы, которые могут анализироваться с помощью контрольно-измерительного оборудования в процессе наладки и эксплуатации рекуперативного блока, выведены на разъем X9 интерфейсной платы (рис. 6.4). Назначение сигналов приведено в табл.5.7.

Масштабные коэффициенты и диапазон изменения выходных аналоговых сигналов датчиковой системы приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Сигнал	Диапазон	Номинальный выходной ток рекуперативного блока		
		32 A	**63 A**	**100 A**
I_V OUT **I_W OUT**	$-4 \le U_{вых} \le +4$ В	40 A / В	80 A / В	200 A / В
UD OUT	$0 \le U_{вых} \le +4$ В	250 В / В		
UL1 OUT **UL2 OUT** **UL3 OUT**	$-4 \le U_{вых} \le +4$ В	125 В / В		

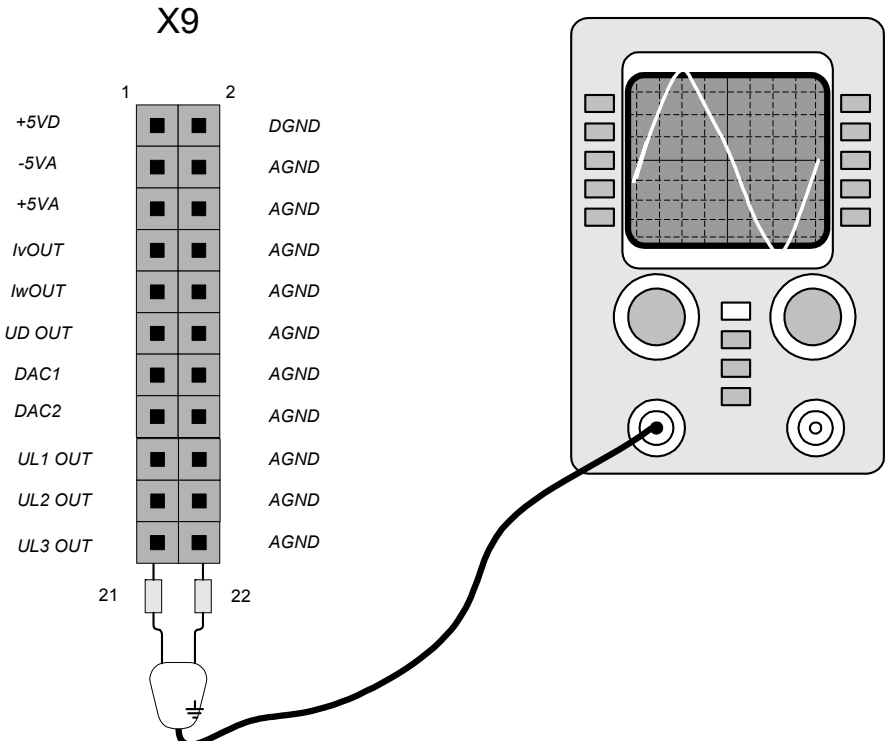


Рис.6.4. Подключение аналоговых выходов

Сигналы DAC1, DA2 – программируемые, являются выходами двух независимых каналов цифро-аналогового преобразователя. Для программирования используются параметры меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ».

Диапазон изменения сигналов DAC1, DAC2 0..±4 В, частота обновления – 1 кГц, разрешающая способность – 8 бит. Для удобства подключения измерительной или регистрирующей аппаратуры предусмотрены следующие опции настройки:

- *выбор из списка переменной для вывода (**DAC1**, **DAC2**);*
- *установка требуемого коэффициента масштабирования (**Kdac1**, **Kdac2**);*
- *установка требуемого смещения выходного сигнала (**↑0↓dac1**, **↑0↓dac2**).*

6.4. Использование транзисторных выходов

Транзисторные выходы (4 канала) предназначены для вывода трех дискретных сигналов «Работа» (рис. 5.3, 5.4) и сигнала «Готовность 1». Сигналы «Работа» используются для разблокирования инверторов, подключенных к рекуперативному блоку после вхождения его в режим стабилизации и мгновенной блокировки в случае срабатывания защит. Сигналы подаются на логический вход LIN1 каждого инвертора, которому по умолчанию присвоена функция «Снятие блокировки». Можно использовать и любой другой логический вход инвертора, назначив ему функцию 1 - «Снятие блокировки». Это необходимо, чтобы в случае срабатывания защиты рекуперативного блока резисторы узла мягкого заряда конденсаторов звена постоянного напряжения были защищены от перегрузки путем отключение выходов инверторов. Сигнал «Готовность 1» является опциональным, сообщает о готовности рекуперативного блока к подаче модуляции.

6.5. Подключение релейных выходов

*Релейные выходы (2 канала) предназначены для управления внешними устройствами автоматики и мониторинга флагов состояния «Готовность 1» и «Готовность 2». Для подключения используется клеммник **X3** интерфейсной платы (рис. 5.10). Сигналы формируются «сухими» контактами реле. Напряжение изоляции между катушкой и контактами 1500 VAC.*

Для защиты контактов при работе на индуктивную нагрузку рекомендуется использовать защитные диоды (для постоянного тока) или варисторы (для переменного тока) (рис. 6.5).

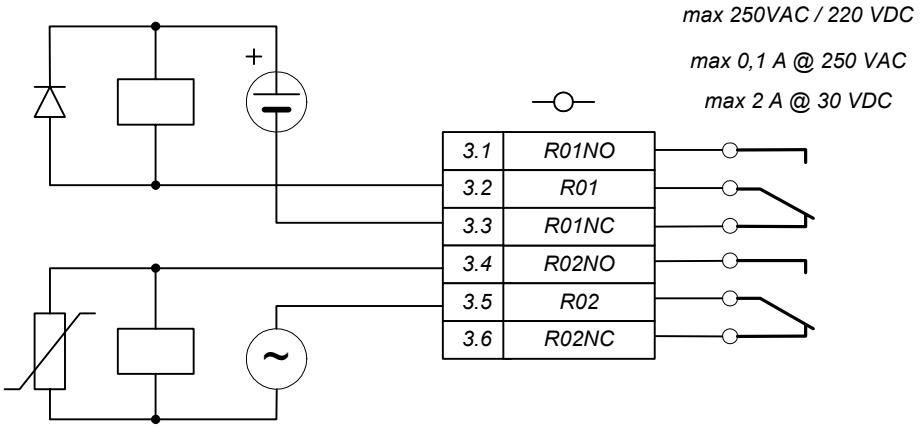


Рис 6.5. Подключение релейных выходов

	Клемма	Назначение
RO1NO	3.1	Флаг состояния «Готовность 1» (**READY1**)
RO1	3.2	
RO1NC	3.3	
RO2NO	3.4	Флаг состояния «Готовность 2» (**READY2**)
RO2	3.5	
RO2NC	3.6	

Условие формирования флага «Готовность 1» - отсутствие активного состояния всех «быстрых» защит и защиты от перегрева силового блока. Условие формирования флага «Готовность 2» - отсутствие активного состояния защиты от перегрева силового блока.

6.6. Подключение коммуникационных портов RS-232, RS-485

*Коммуникационный порт RS-232 / RS-485 может использоваться для подключения инструментальной ЭВМ при загрузке и модификации программного обеспечения, а также для полнообъемного обмена управляющей и статусной информацией между рекуперативным блоком и PC или программируемым контроллером (PLC). Поддерживается протокол **MODBUS**, обеспечивается доступ ко всем переменным и флагам состояния. Скорость обмена данными 300 – 32000 бод.*

Для подключения предусмотрен разъем X6 интерфейсной платы. Выбор режима работы порта определяется уровнем сигнала на выводе 9 разъема X6. Замыкание выводов 9 и 5 («логический нуль») переключает трансивер в режим RS-232, неподключенный вывод 9 («логическая единица») соответствует режиму RS-485.

Распайка кабеля для подключения порта RS-232 показана на рис. 6.6. Максимальная длина кабеля 15 м при скорости обмена 20 кБод.

Подключение рекуперативного блока к линии RS-485 показано на рис. 6.7.

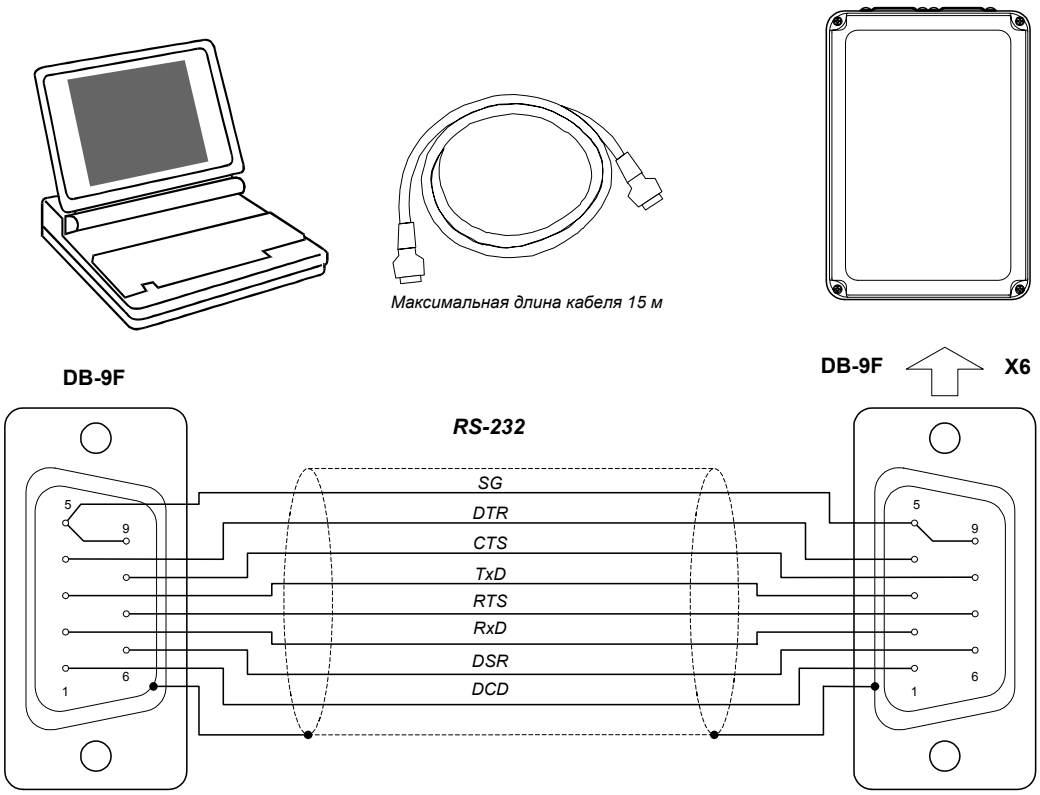
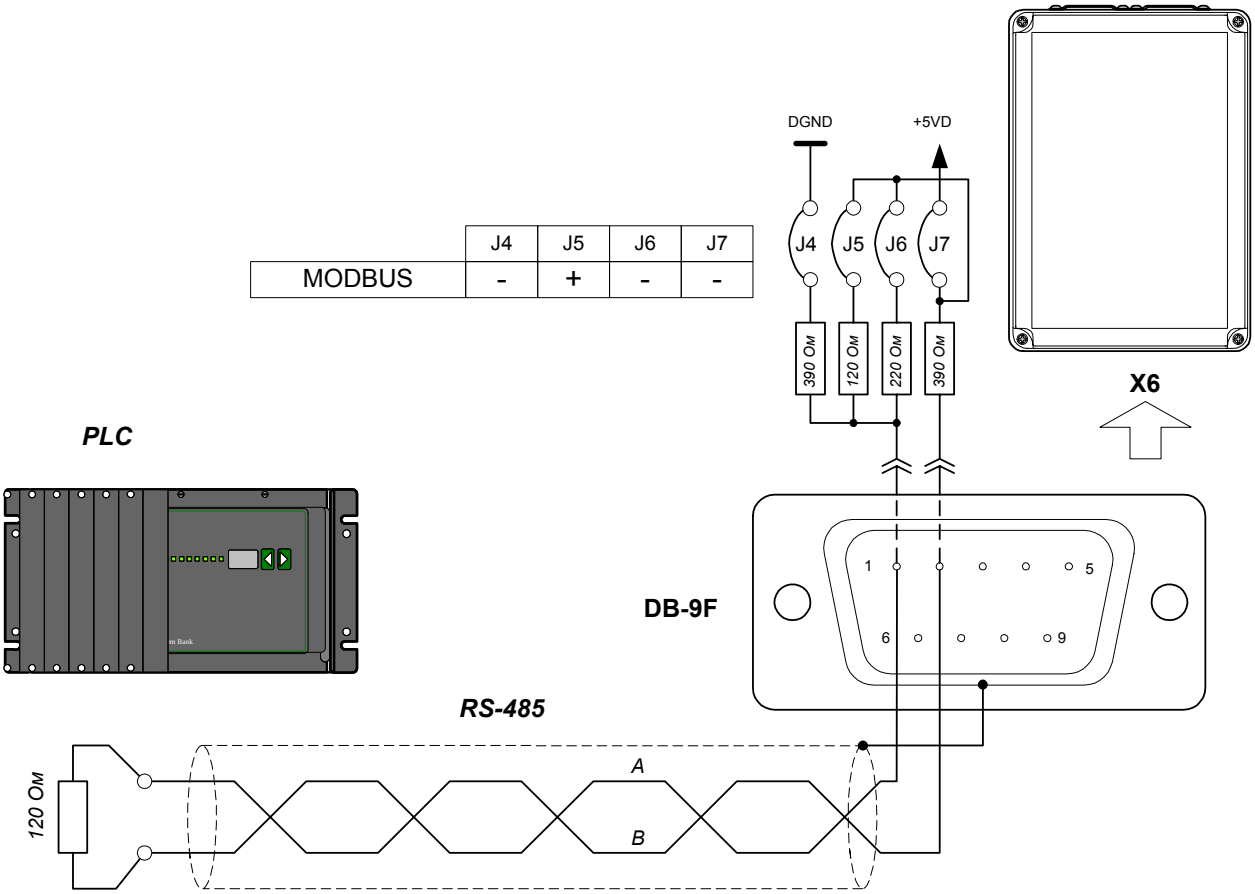


Рис. 6.6. Подключение порта RS-232.

Настройка протокола выполняется с помощью параметров меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS / ПАРАМЕТРЫ MODBUS».



	J4	J5	J6	J7
MODBUS	-	+	-	-

Рис. 6.7. Подключение к шине RS-485

Рекомендуется использование кабеля с витой экранированной парой.

При использовании протокола MODBUS на концах линии устанавливаются терминальные резисторы 120 Ом. Если рекуперативный блок является оконечным устройством в линии, терминальные резисторы включаются установкой перемычки J5 на базовой интерфейсной плате.

7. Первое включение и рекомендации по настройке регуляторов системы управления

7.1. Проверка перед включением

Перед первым включением необходимо провести тщательную проверку по следующим пунктам:

- *совпадают ли выполненные внешние подключения со схемой на рис. 5.3, 5.4. Особое внимание обратить на подключение клемм силового питания, датчика напряжений сети и управляющих сигналов;*
- *исключены ли короткие замыкания;*
- *заземлён ли силовой блок, реактор и фильтр ЭМС в соответствии с указаниями;*
- *правильно ли присоединены и надежно ли зафиксированы кабели в клеммниках.*

7.2. Первое включение

При первом пуске рекуперативный блок не должен быть подключен к какой-либо нагрузке.

Рекомендуется выполнять первое включение в следующей последовательности:

- *Снять сигнал «Разрешения работы».*
- *Включением автоматического выключателя подать питание.*

Все светодиоды на панели рекуперативного блока должны кратковременно зажечься, а затем перейти в текущее состояние в соответствии с их назначением. Через несколько секунд на индикаторе пульта управления в позиции флага защиты от понижения выходного напряжения будет отображаться символ работы узла предзаряда емкости ↑, после завершения заряда автоматически срабатывает реле (контактор), подключается силовое питание, появляются сигнал «Завершение заряда» и сигналы готовности Ready1, Ready2.

- *С помощью пульта управления проверить линейное напряжение сети **U сети**. Отклонения не должны превышать +10% / -15% от номинального значения.*
- *С помощью пульта управления проверить напряжение **Udc**. Отклонения не должны превышать +10% / -15% от номинального значения.*
- *Ввести правильный код пароля доступа к режиму редактирования («ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / **Пароль**»).*
- *Выполнить сброс пользовательских настроек («ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / **Сброс настроек**»).*
- *Войти в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ» и ввести номинальные параметры сети, подключенного реактора и емкости фильтра:*

  ***U сети ном**, **F сети ном**, **L реактора**, **R реактора**, **C dc**.*
- *После ввода значений в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ» автоматически рассчитываются параметры регуляторов напряжения и тока. В меню «РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ» и «РЕГУЛЯТОР ТОКА» проконтролировать все расчетные значения в соответствии с формулами расчета (таблица 7.1).*
- *В меню «ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ / ЗАДАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ» и «ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ / ЗАДАНИЕ УГЛА» установить требуемые значения задания выходного напряжения и угла сдвига между током и напряжением сети: **Cm0Udc**, **Cm0φ**.*
- *В меню «МОНИТОР» отобразить строку **Udc**.*
- *Подать сигнал «Разрешение работы».*
- *Рекуператор перейдет в режим стабилизации выходного напряжения. При этом следует обращать особое внимание на следующее:*

*- выходное напряжение рекуператора **Udc** должно соответствовать заданному в пределах ±5% от величины, введенной в строке параметра **Cm0Udc**;*

*- флаг режима рекуперации энергии в сеть и светодиод **RM** должны моргать, что соответствует режиму отсутствия нагрузки (режим холостого хода);*

*- текущее линейное напряжение сети **U сети** должно оставаться на заданном уровне в пределах +10% / -15% от номинального значения **U сети ном**;*

*- текущее значение линейного тока сети **I сети** в режиме холостого хода должно находиться в пределах ±1 А.*

- *Отключить рекуперативный блок снятием сигнала «Разрешение работы».*
- *Входным автоматическим выключателем отключить питание. Выдержать паузу не менее 5 минут для полного разряда конденсаторов звена постоянного напряжения.*
- *Убедиться в отсутствии остаточного напряжения на шинах DC+, DC-.*
- *Подключить нагрузку согласно схеме рис. 5.3, 5.4.*
- *Повторить процедуру запуска рекуперативного блока с подключенным инвертором.*
- *Проверить работоспособность рекуперативного блока в режимах потребления и рекуперации энергии с помощью подключенного к нему преобразователя частоты, путем изменения задания по скорости и направления вращения приводного электродвигателя.*

Для получения желаемых статических и динамических характеристик рекуперативного блока следует выполнить настройку регуляторов системы управления согласно п. 7.3.

7.3. Настройка регуляторов

Заявленные статические и динамические характеристики рекуперативного блока могут быть получены только при точной установке параметров сети и подключенного реактора (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»), а также при корректной настройке регуляторов системы управления (меню «РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ», «РЕГУЛЯТОР ТОКА»).

Настройка динамических характеристик выполняется согласно принципам подчиненного регулирования. Коэффициенты регуляторов рассчитываются по соотношениям для фильтра Баттерворта 2-го порядка. Формулы для расчета приведены в таблице 7.1:

Таблица 7.1.

Регулятор	Расчетные соотношения
Регулятор напряжения	$k_{п\,рн} = \frac{k_u \cdot c_{dc}}{2\,T_{кн}}$; $k_{u\,рн} = \frac{k_u \cdot c_{dc}}{8\,T_{кн}^2} \cdot \frac{T_0}{2}$, где $k_u = \frac{\frac{2}{3}U_{dz}}{\sqrt{\frac{2}{3}}U_{сети\,ном}}$;
Регулятор тока	$k_{п\,рт} = -\frac{L_{реактора}}{2\,T_{кт}}$; $k_{u\,рт} = -\frac{R_{реактора}}{2\,T_{кт}} \cdot \frac{T_0}{2}$

В приведенных соотношениях:

***Udz** - задание по выходному постоянному напряжению,*

$$T_0 = \frac{1}{F_{модуляции}}$$ *- период расчета регуляторов системы управления.*

Рекомендуется следующая последовательность выполнения операций:

1. *Войти в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ» и ввести соответствующие значения следующих параметров:*

F модуляции *- частота модуляции инвертора;*

U сети ном *– номинальное линейное напряжение сети;*

F сети ном *– номинальная частота сети;*

L реактора *– индуктивность фазы реактора;*

R реактора *– активное сопротивление фазы реактора;*

C dc *– суммарная емкость фильтра звена постоянного напряжения рекуперативного блока и подключенных к нему преобразователей частоты.*

По умолчанию установлены следующие значения параметров:

Типоразмер	*F модуляции, Гц*	*U сети ном, В*	*F сети ном, Гц*	*C dc, Ф*	*R реактора, Ом*	*L реактора, Гн*
ЭПВ-Р–ТППТ–32	*5000*	*380*	*50*	*0,00204*	*0,04*	*0,0065*
ЭПВ-Р–ТППТ–63				*0,00408*	*0,02*	*0,0032*
ЭПВ-Р–ТППТ–100				*0,00544*	*0,01*	*0,002*

2. *Выполнить настройку регуляторов.*

Процедуру можно производить в ***'автоматическом режиме'*** *и* ***'ручном режиме'.*** *Выбор режима следует определять в соответствии с задачей оптимизации настроек регуляторов.*

Автоматический режим наиболее безопасен, предполагает гарантированное получение адекватных результатов благодаря принудительному соблюдению оптимальных соотношений параметров контуров регулирования и характеристик силового канала.

Ручной режим используется, когда необходимо получить предельно достижимые характеристики рекуперативного блока. В этом случае пользователь самостоятельно контролирует соотношение параметров во всех контурах регулирования.

'Автоматический режим'*.*

Установить флаги (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / АВТОНАСТРОЙКА»):

- 'автоматический расчет коэффициентов регулятора напряжения',

- 'автоматический расчет ограничения выходного сигнала регулятора напряжения',

- 'автоматический расчет коэффициентов регулятора тока'.

В этом режиме после изменения любого из параметров:

- ***Fмодуляции***, ***Uсети ном***, ***Lреактора***, ***Rреактора***, ***Cdc*** *(меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»);*
- ***Cm0Udc ÷ Cm7Udc*** *(меню «ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ / ЗАДАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ»);*
- ***Tкн*** *(меню «РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ»);*
- ***Tкт*** *(меню «РЕГУЛЯТОР ТОКА»)*

происходит автоматический расчет коэффициентов пропорциональной и интегральной части регуляторов тока и напряжения (табл. 7.1) и максимального выходного значения регулятора напряжения (устанавливается равным номинальному выходному току рекуперативного блока).

***'Ручной режим'**.*

Снять флаги (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / АВТОНАСТРОЙКА»):

- 'автоматический расчет коэффициентов регулятора напряжения',

- 'автоматический расчет ограничения выходного сигнала регулятора напряжения',

- 'автоматический расчет коэффициентов регулятора тока'.

Установить значения коэффициентов пропорциональной и интегральной части регуляторов тока и напряжения и максимального выходного сигнала регулятора напряжения.

В этом режиме при редактировании параметров сети, входного реактора, фильтра звена постоянного напряжения, уровней задания по выходному постоянному напряжению, постоянных времени контуров тока и напряжения не происходит автоматический расчет коэффициентов и ограничений регуляторов. Используются все введенные вручную параметры.

Экспериментальная оценка правильности настройки регуляторов.

Правильность настройки регуляторов можно оценить по виду переходных процессов 'в малом' (когда регуляторы не входят в «насыщение»).

В контуре напряжения при отработке ступенчатого задающего воздействия переходные процессы 'в малом' должны соответствовать стандартной форме фильтра Баттерворта 2-го порядка (табл. 7.3).

Настройка регулятора напряжения выполняется на основании оценки поведения выходного напряжения рекуперативного блока в различных ситуациях:

Признаки	***Рекомендации***
Медленная реакция напряжения на изменение задания или нагрузки. *Дрейф регулируемой переменной около установившегося значения при медленных изменениях задания или нагрузки при достаточно большом значении **Ки рн**.*	*Увеличить значение параметра **Кп рн***
Быстрая реакция на изменение задания, но нестабильность выходного напряжения. *Большое перерегулирование при изменении задания или нагрузки.*	*Уменьшить значение параметра **Кп рн***
Долгое время выхода напряжения на установившееся значение.	*Увеличить значение параметра **Ки рн***
Нестабильность и колебания регулируемой переменной.	*Уменьшить значение параметра **Ки рн***

В табл. 7.3 приведены примеры реакции на ступенчатое изменение задающего сигнала по выходному напряжению при различных настройках регулятора напряжения.

Таблица 7.3

Настройки	***Вид реакции на ступенчатое изменение задающего сигнала***
Кп рн *= оптимум* ***Ки рн*** *= оптимум*	
Кп рн *<< оптимум* ***Ки рн*** *= 0*	
Кп рн *>> оптимум* ***Ки рн*** *= оптимум*	
Кп рн *= оптимум* ***Ки рн*** *>> оптимум*	
Кп рн *<< оптимум* ***Ки рн*** *>> оптимум*	

8. Пульт управления

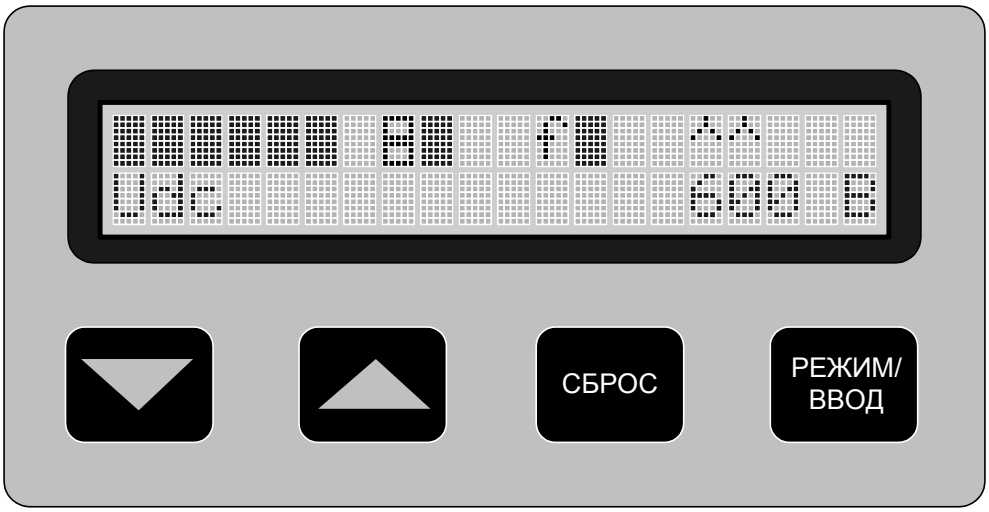


Рис. 8.1. Общий вид пульта управления рекуперативного блока

С помощью пульта управления выполняются процедуры просмотра и редактирования параметров рекуперативного блока, запуск и контроль режимов его работы.

8.1. Структура информации, отображаемой на ЖК–дисплее

*В верхней строке – **строке индикации состояния** – отображаются флаги защит, обменных сигналов и режимов работы рекуперативного блока.*

*В нижней строке – **строке индикации параметра** – отображаются имена, значения и размерности переменных и параметров рекуперативного блока, заголовки меню.*

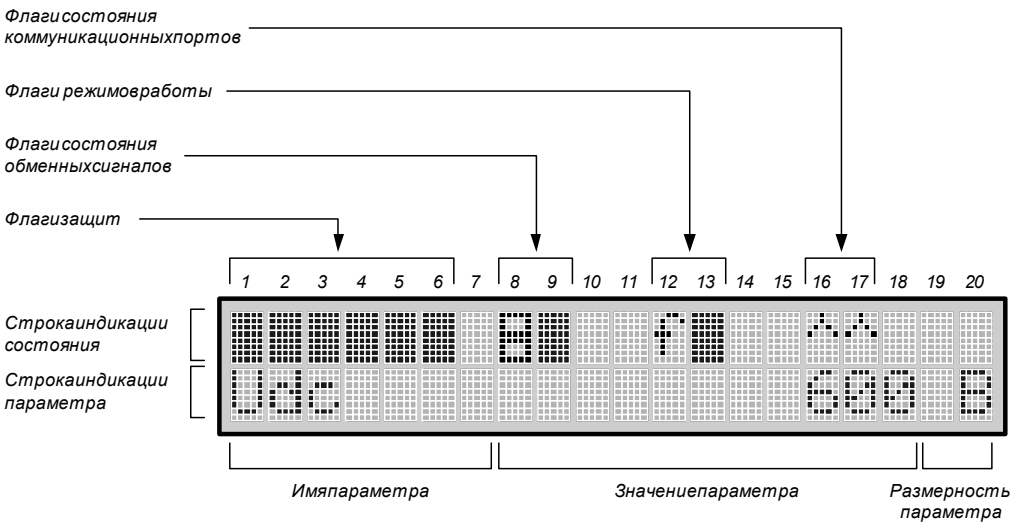


Рис. 8.2. Структура информации на дисплее пульта управления

∗ ***Строка состояния рекуператора***

В позициях 1 ÷ 6 индицируются флаги срабатывания защит рекуперативного блока. В нормальном режиме работы в этих позициях отображается закрашенный прямоугольник. При обнаружении аварийной ситуации в соответствующей позиции отображается символ сработавшей защиты:

- *Позиция 1*

  O *- флаг аппаратной максимально-токовой защиты,*

  X *- флаг программной максимально-токовой защиты,*

- *Позиция 2*

  L *- флаг защиты от понижения выходного постоянного напряжения,*

  H *- флаг защиты от превышения выходного постоянного напряжения,*

  ↑ - флаг работы узла предзаряда емкости фильтра,

- *Позиция 3*

  L *- флаг защиты от понижения напряжения в сети,*

  H *- флаг защиты от повышения напряжения в сети,*

  W *- флаг защиты от сбоя синхронизации с сетью,*

- *Позиция 4*

  P *- флаг защиты от недопустимого отклонения напряжения питания цепей управления,*

  R *- флаг защиты от отсутствия питающих напряжений на драйвере,*

  C *- флаг защиты от сбоя в микропроцессорном ядре,*

  M *- флаг защиты от ошибки энергонезависимой памяти,*

  U *- флаг защиты от ошибки датчика напряжения в звене,*

  V *- флаг защиты от ошибки датчиков напряжения сети,*

  K *- флаг защиты от аварии узла предзаряда (только для типоразмера ЭПВ-Р–ТППТ–100),*

  S *- флаг защиты от ошибки тестирования датчиков тока,*

  F *- флаг защиты от ошибки сетевого управления (превышение времени ожидания кадра),*

- *Позиция 5*

  T *- флаг температурной защиты силового блока,*

- *Позиция 6*

  D *- флаг защиты от несоответствия реального выходного напряжения заданному.*

В позициях 8, 9 индицируются флаги состояния обменных сигналов рекуперативного блока (рис. 8.2). Для отображения двух флагов в одной позиции одновременно, каждое знакоместо разделено на две части. Активный уровень сигнала индицируется закрашенным прямоугольником в соответствующей части позиции символа - верхней или нижней.

- *Позиция 8 - флаг состояния входного сигнала «**Разрешение работы**»,*
- *Позиция 9 - флаги состояния выходных сигналов «**Готовность 1**» и «**Готовность 2**»,*

Варианты отображения флагов состояния обменных сигналов показаны на рис.8.3.

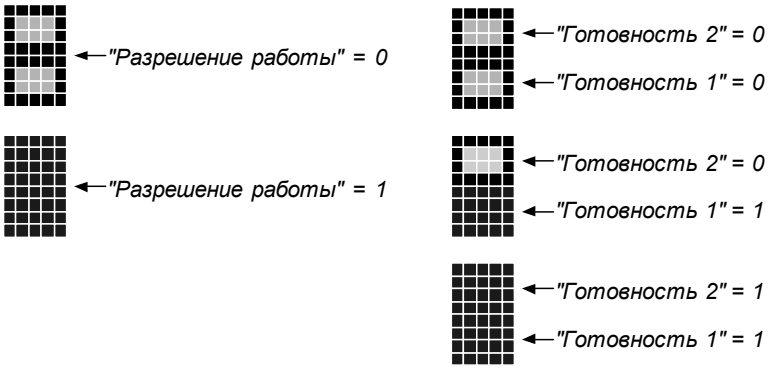


Рис. 8.3. Индикация флагов состояния обменных сигналов рекуперативного блока

В позициях 12, 13 индицируются флаги режимов работы рекуперативного блока (рис. 8.2). Если соответствующие режимы не активизированы, в этих позициях отображается закрашенный прямоугольник.

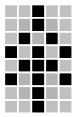
- *<u>Позиции 12</u>*

  f *- флаг разрешения сетевого управления,*
- *<u>Позиция 13</u>*

  ↓ - флаг режима рекуперации энергии в сеть.

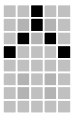
В позициях 16, 17 индицируются флаги состояния коммуникационных портов (рис. 8.2). Если за определенный отрезок времени получен хотя бы один кадр информации по одному из каналов связи, адресованный данному устройству, в соответствующей позиции индицируется символ, изображенный на рис.8.4,а, при отсутствии связи - символ, изображенный на рис.8.4,б.

- *<u>Позиция 16</u> - флаг установления связи по каналу CAN (зарезервировано),*
- *<u>Позиция 17</u> - флаг установления связи по каналу RS-232/485.*



- Связь установлена

а)



- Связь отсутствует

б)

Рис. 8.4. Индикация флагов состояния коммуникационных портов

∗ ***Строка индикации параметра.***

В данной строке отображается заголовок меню или один из параметров меню, доступный пользователю для просмотра / редактирования (рис.8.2). Для каждого из параметров индицируются его имя, значение и единицы измерения, для меню - только заголовок. Заголовки меню любого уровня отображаются только ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ.

8.2. Режимы работы пульта управления.

Возможна работа с пультом управления в следующих режимах:

- *режим выбора и просмотра параметра,*
- *режим редактирования параметра.*

В режиме выбора и просмотра параметра пользователь имеет возможность просматривать параметры текущего меню, а также переходить к просмотру параметров на выше- и нижестоящие уровни меню. В режиме редактирования параметра пользователь имеет возможность изменять текущее значение выбранного параметра. При переходе в режим редактирования изображение значения параметра начинает мигать.

Большинство параметров доступно для редактирования только при соблюдении одного или двух следующих условий:

- *рекуператор заблокирован сбросом флага «**Разрешение работы**»,*
- *установлено правильное значение пароля доступа к редактированию параметров.*

8.3. Назначение кнопок клавиатуры.

Кнопки клавиатуры пульта управления обозначены следующими символами (рис 8.1):

▲ *- кнопка «**Вверх / Увеличить**»,*

▼ *- кнопка «**Вниз / Уменьшить**»,*

СБРОС *- кнопка «**Сброс / Возврат**»,*

РЕЖИМ / ВВОД *– кнопка «**Режим / Ввод**».*

Назначение кнопок зависит от режима работы пульта управления.

∗ *<u>В режиме выбора и просмотра параметра</u>:*

- *Кнопка «▲» - переход к просмотру предыдущего параметра текущего меню. При этом в строке индикации параметра будет отображаться значение этого параметра.*
- *Кнопка «▼» - переход к просмотру следующего параметра текущего меню. При этом в строке индикации параметра будет отображаться значение этого параметра.*
- *Кнопка «**Режим / Ввод**» в данном режиме выполняет две функции:*
  - *для редактируемых параметров нажатием кнопки вызывается режим редактирования, при этом поле значения параметра начинает мигать. Недоступные для редактирова-*

ния параметры не изменяют своего состояния - переход в режим редактирования не происходит;

- *для заголовков меню кнопка «**Режим / Ввод**» служит для входа в выбранное меню, после ее нажатия в строке индикации параметра будут отображаться параметры данного меню.*

- *Нажатие кнопки «**Сброс**» вызывает переход (возврат) из текущего меню к меню более высокого уровня.*

∗ *<u>В режиме редактирования параметра</u>:*

- *Кнопка «▲» - увеличение значения параметра. Если параметр уже достиг своего максимального значения, реакции на нажатие не происходит.*

- *Кнопка «▼» - уменьшение значения параметра. Если параметр уже достиг своего минимального значения, реакции на нажатие не происходит.*

При одиночном нажатии на кнопки «▲» и «▼» происходит изменение параметра на одно дискретное значение. При удержании кнопки более секунды значение параметра начинает изменяться с автоматически нарастающей скоростью.

- *Кнопка «**Режим / Ввод**» в этом режиме служит для установки отредактированного значения параметра в качестве нового и перехода в режим выбора и просмотра параметра. При этом прекращается мигание поля значения параметра.*

- *Кнопка «**Сброс**» - отмена результата редактирования параметра и переход в режим выбора и просмотра параметра. При этом на дисплее будет отображаться значение параметра, установленное до входа в режим редактирования (старое значение).*

9. Описание структуры и состава меню

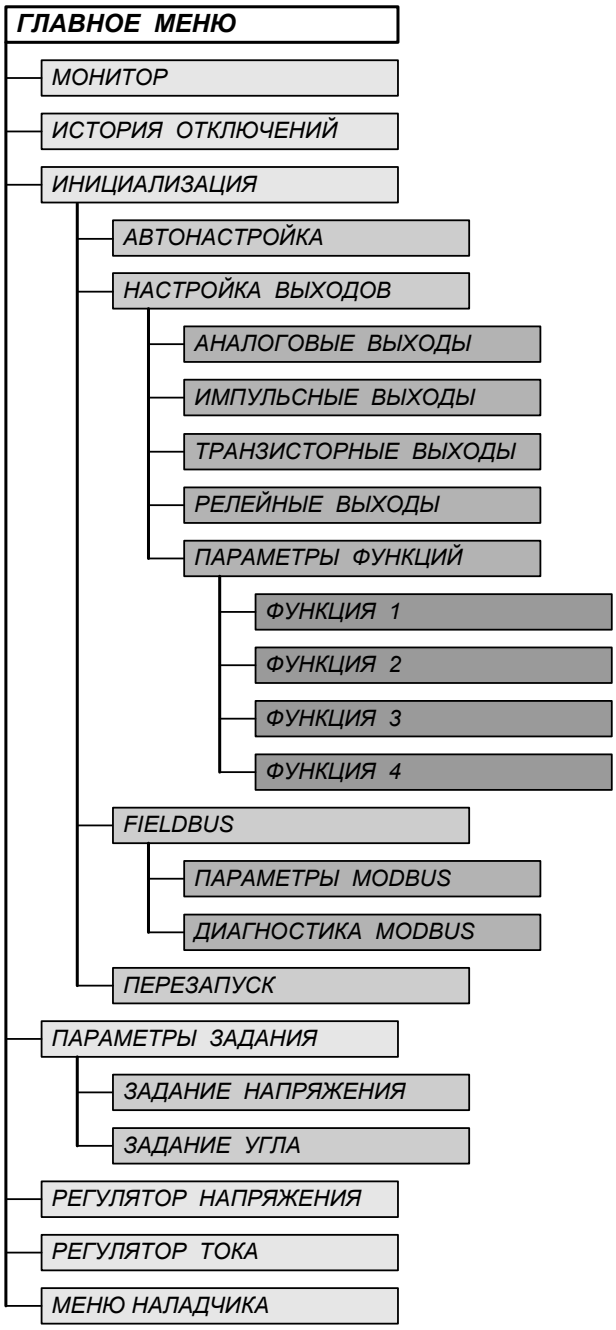


Рис. 9.1. Структура меню

- *<u>ГЛАВНОЕ МЕНЮ</u> - содержит заголовки всех меню первого уровня.*
  - *<u>МОНИТОР</u> - меню содержит текущие значения основных переменных рекуперативного блока (не редактируются).*
  - *<u>ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ</u> - в меню сохраняется состояние флагов защит при 4-х последних отключениях рекуперативного блока.*
  - *<u>ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ</u> - меню обеспечивает доступ к параметрам, определяющим настройки каналов управления, входов и выходов, режимов работы рекуперативного блока.*

- *АВТОНАСТРОЙКА - меню содержит средства настройки автоматического расчета параметров регуляторов.*
- *НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ - меню обеспечивает доступ к настройкам выходных линий.*
  - *АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ - меню содержит параметры настройки выходов ЦАП.*
  - *ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ - меню содержит параметры настройки импульсных выходов.*
  - *ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ - меню содержит параметры настройки транзисторных выходов.*
  - *РЕЛЕЙНЫЕ ВЫХОДЫ - меню содержит параметры настройки релейных выходов.*
  - *ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ - меню обеспечивает доступ к параметрам программируемых функций для транзисторных и релейных выходов.*
    - *ФУНКЦИЯ 1 - меню содержит параметры программируемой функции 1.*
    - *ФУНКЦИЯ 2 - меню содержит параметры программируемой функции 2.*
    - *ФУНКЦИЯ 3 - меню содержит параметры программируемой функции 3.*
    - *ФУНКЦИЯ 4 - меню содержит параметры программируемой функции 4.*
- *FIELDBUS - меню обеспечивает доступ к настройкам коммуникационных протоколов.*
  - *ПАРАМЕТРЫ MODBUS - меню содержит настройки протокола MODBUS.*
  - *ДИАГНОСТИКА MODBUS - меню содержит средства диагностики протокола MODBUS.*
- *ПЕРЕЗАПУСК - меню содержит параметры настройки функции автоматического повторного включения рекуперативного блока.*

- *ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ - меню обеспечивает доступ к параметрам задания.*
  - *ЗАДАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ - меню содержит параметры программируемых уровней задания по выходному постоянному напряжению.*
  - *ЗАДАНИЕ УГЛА - меню содержит параметры программируемых уровней задания по угловому сдвигу первой гармоники сетевого тока относительно напряжения.*
- *РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ - меню содержит параметры настройки регулятора напряжения.*
- *РЕГУЛЯТОР ТОКА - меню содержит параметры настройки регуляторов тока.*
- *МЕНЮ НАЛАДЧИКА - меню содержит дополнительные параметры, необходимые для наладки рекуперативного блока в заводских условиях.*

9.1. ГЛАВНОЕ МЕНЮ

ГЛАВНОЕ МЕНЮ

1. МОНИТОР
2. ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ
3. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ
4. ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ
5. РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ
6. РЕГУЛЯТОР ТОКА
7. МЕНЮ НАЛАДЧИКА

Рис. 9.2. Главное меню.

9.2. МОНИТОР

МОНИТОР

1	Задание Udc	600 В
2	Задание φ	+ 0 гр
3	Udc	600 В
4	Idc	+ 32 А
5	U сети	380 В
6	I сети	116 А
7	Ix	+100 А
8	Iy	+ 60 А
9	P	+ 49 кВт
10	Q	+ 19 кВАР
11	φ	+ 7 гр
12	Cos φ	+0.98
13	t^0 модуля	+ 28 ° С
14	Ia	+ 90 А
15	Ib	+ 10 А
16	Ic	- 100 А
17	Ua	+202 В
18	Ub	+202 В
19	Uc	- 311 В
20	LIN	1 ■■ 4 ■■■■
21	TO 1 ■ 3 ■	RO ■ 2
22	Наработка	100000 ч
23	ПО	VR-100-070723

Рис. 9.3. Меню «МОНИТОР».

- ***Задание Udc*** *- «Задание по выходному напряжению рекуперативного блока»*

Отображает текущее значение задания по выходному постоянному напряжению рекуперативного блока. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - В.

- ***Задание φ*** *- «Задание по углу сдвига сетевого тока относительно напряжения»*

Отображает текущее значение задания по углу сдвига первой гармоники сетевого тока относительно напряжения. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - гр.

- ***Udc*** *- «Выходное напряжение рекуперативного блока»*

Отображает текущее значение выходного постоянного напряжения рекуперативного блока. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - В.

- ***Idc*** *- «Выходной ток рекуперативного блока»*

Отображает текущее значение тока в звене постоянного напряжения рекуперативного блока. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - А.

- ***Uсети*** *- «Действующее значение линейного напряжения сети»*

Отображает текущее действующее значение линейного напряжения сети. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - В.

- ***Iсети*** *- «Действующее значение фазного тока сети»*

Отображает текущее действующее значение фазного тока сети. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - А.

- ***Ix*** *- «Мгновенное значение активной составляющей вектора тока сети»*

Отображает текущее мгновенное значение активной составляющей вектора тока сети. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя. Размерность - А.

- ***Iy*** *- «Мгновенное значение реактивной составляющей вектора тока сети»*

Отображает текущее мгновенное значение реактивной составляющей вектора тока сети. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя. Размерность - А.

- ***P*** *- «Активная мощность»*

Отображает текущее значение активной мощности на входе рекуперативного блока. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - кВт.

- ***Q*** *- «Реактивная мощность»*

Отображает текущее значение реактивной мощности на входе рекуперативного блока. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - кВАР.

- ***φ*** *- «Угол сдвига сетевого тока относительно напряжения»*

Отображает текущее значение угла сдвига первой гармоники сетевого тока относительно напряжения. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - гр.

- ***Cos φ*** *- «Коэффициент мощности»*

Отображает текущее значение коэффициента мощности рекуперативного блока. Параметр недоступен для редактирования.

- ***t ^{0} модуля*** *- «Температура силового модуля»*

Отображает текущее значение температуры силового модуля рекуперативного блока. Параметр недоступен для редактирования. Размерность - ^{0}С.

- ***Ia*** *- «Мгновенное значение тока фазы А сети»*

Отображает текущее мгновенное значение тока фазы А сети. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика. Размерность - А.

- ***Ib*** *- «Мгновенное значение тока фазы В сети»*

Отображает текущее мгновенное значение тока фазы В сети. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика. Размерность - А.

- ***Ic*** *- «Мгновенное значение тока фазы С сети»*

Отображает текущее мгновенное значение тока фазы С сети. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика. Размерность - А.

- ***Ua*** *- «Мгновенное значение напряжения фазы А сети»*

Отображает текущее мгновенное значение напряжения фазы А сети. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика. Размерность - В.

- ***Ub*** *- «Мгновенное значение напряжения фазы В сети»*

Отображает текущее мгновенное значение напряжения фазы В сети. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика. Размерность - В.

- ***Uc*** *- «Мгновенное значение напряжения фазы С сети»*

Отображает текущее мгновенное значение напряжения фазы С сети. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля наладчика. Размерность - В.

- ***LIN*** *- «Состояние логических входов»*

Отображает текущее состояние логических входов. Активный уровень сигнала на логическом входе индицируется символом, соответствующим номеру физической линии: LIN1 - 1, LIN2 - 2, …, LIN7 - 7, LIN8 - 8. Пассивный уровень сигнала индицируется закрашенным прямоугольником в соответствующей позиции. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя.

- ***TO RO*** *- «Состояние транзисторных и релейных выходов»*

Отображает текущее состояние транзисторных и релейных выходов. Активное состояние выхода индицируется символом, соответствующим номеру физической линии: TO1 - 1, TO2 - 2, TO3 - 3, TO4 - 4, RO1 - 1, RO2 – 2 (см. меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ»). Пассивное состояние выхода индицируется закрашенным прямоугольником в соответствующей позиции. Параметр недоступен для редактирования, индицируется только при вводе пароля пользователя.

- ***Наработка*** *- «Время наработки рекуперативного блока»*

Отображает текущее время наработки рекуперативного блока. Параметр недоступен для редактирования. Используется для контроля графика проведения регламентных работ и замены узлов рекуператора. Размерность - ч.

- ***ПО*** *- «Версия программного обеспечения»*

Отображает версию программного обеспечения, загруженного в микроконтроллеры системы управления. Параметр недоступен для редактирования. Формат представления ПО для рекуперативных блоков с векторным управлением имеет вид:

VR - номинальный выходной ток рекуперативного блока (в амперах) - год.месяц.число.

9.3. ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ

Рис. 9.4. Меню «ИСТОРИЯ ОТКЛЮЧЕНИЙ».

В меню сохраняется состояние флагов защит при 4 последних отключениях. При входе в меню первой отображается строка с информацией о последнем отключении, затем - предпоследнем и т.д.:

- *Позиции 1 ÷ 6 - состояние флагов защит при отключении,*
- *Позиции 19 ÷ 20 - номер отключения (-1 – последнее, -2 – предпоследнее и т.д.).*

В истории отключений не фиксируются следующие ошибки, возникающие при включении и выключении рекуперативного блока:

- защита от понижения напряжения в звене (флаг L во второй позиции строки состояния);
- защита от понижения напряжения в сети (флаг L в третьей позиции строки состояния).

Параметры меню недоступны для редактирования.

9.4. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ

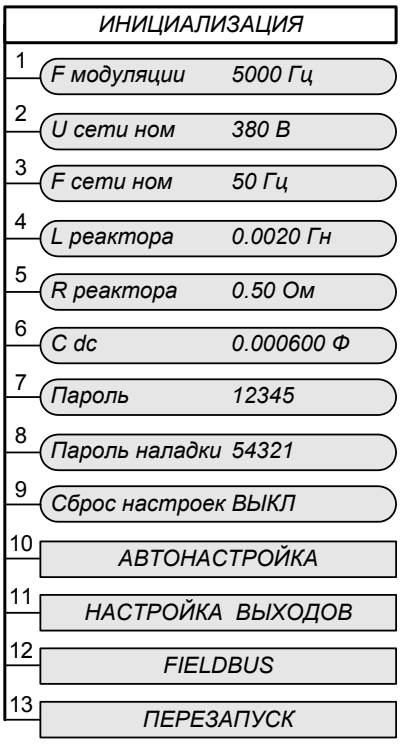


Рис. 9.5. Меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ».

- ***F модуляции** - «Частота модуляции»*

Определяет среднюю частоту переключений вентилей в фазе IGBT-инвертора. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя. При увеличении частоты модуляции снижаются пульсации тока и уровень шума дросселей. Следует учитывать, что при этом возрастают потери в ключах транзисторного модуля и электромагнитных устройствах.

Пределы установки значения: от 3500 до 10000 Гц. Значение по умолчанию: 5000 Гц.

- ***U сети ном** - «Номинальное линейное напряжение сети»*

Определяет номинальное линейное значение напряжения сети. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

Пределы установки значения: от 300 до 500 В. Значение по умолчанию: 380 В.

- ***F сети ном** - «Номинальная частота сети»*

Определяет номинальную частоту напряжения сети. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

Пределы установки значения: от 40 до 60 Гц. Значение по умолчанию: 50 Гц.

- ***L реактора*** *- «Индуктивность фазы реактора»*

Определяет значение индуктивности фазы реактора, устанавливаемого на входе рекуперативного блока. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

Пределы установки значения: от 0.0001 до 0.1 Гн. Значение по умолчанию: определяется типоразмером рекуперативного блока.

- ***R реактора*** *- «Активное сопротивление фазы реактора»*

Определяет значение активного сопротивления фазы реактора, устанавливаемого на входе рекуперативного блока. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

Пределы установки значения: от 0.01 до 5 Ом. Значение по умолчанию: определяется типоразмером рекуперативного блока.

- ***C dc*** *- «Емкость фильтра звена постоянного напряжения»*

Определяет значение емкости конденсаторов звена постоянного напряжения. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

Пределы установки значения: от 0.000001 до 0.0078 Ф. Значение по умолчанию: определяется типоразмером рекуперативного блока.

- ***Пароль*** *- «Код доступа для редактирования параметров пользователя»*

Содержит последнее установленное значение цифрового кода. Доступ к редактированию параметра не ограничен. Используется для защиты настроек рекуперативного блока от несанкционированного доступа установкой произвольного значения. Редактирование и отображение параметров, защищенных паролем пользователя, возможно только при вводе уникального кода, являющегося паролем и указанного в сопроводительной документации.

- ***Пароль наладки*** *- «Код доступа для редактирования параметров наладки»*

Содержит последнее установленное значение кода пароля. Доступ к редактированию параметра не ограничен. Используется для защиты заводских настроек рекуператора от несанкционированного доступа установкой произвольного значения. Редактирование и отображение параметров, защищенных паролем наладки, возможно только при вводе уникального кода. При этом также предоставляется доступ к редактированию параметров, защищенных паролем пользователя.

- ***Сброс настроек*** *- «Сброс настроек пользователя»*

Позволяет отменить все настройки, выполненные пользователем. При этом загружаются значения параметров по умолчанию (для данного типоразмера рекуператора). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя, индицируется только при вводе пароля пользователя. Значение по умолчанию - “ВЫКЛ”. Сброс настроек активизируется установкой значения параметра “ВКЛ”. Перевод параметра в исходное состояние производится системой управления автоматически.

9.5. АВТОНАСТРОЙКА

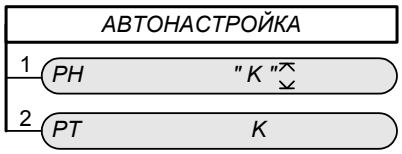


Рис. 9.6. Меню «АВТОНАСТРОЙКА».

*Строки меню **РН**, **РТ** содержат обозначения параметров соответствующих регуляторов, которые могут быть включены в список автоматической коррекции. Коррекция включенных в список параметров выполняется каждый раз при ручной установке следующих параметров системы управления:*

- ***Fмодуляции**, **Uсети ном**, **Lреактора**, **Rреактора**, **Cdc** (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»);*
- ***Cm0Udc** ÷ **Cm7Udc** (меню «ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ / ЗАДАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ»);*
- ***Tкн** (меню «РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ»);*
- ***Tкт** (меню «РЕГУЛЯТОР ТОКА»).*

*По умолчанию все параметры регуляторов включены в список автоматической коррекции. Для исключения отдельных параметров из списка необходимо кнопками «▼» и «▲» перевести курсор **« »** в нужную позицию, в режиме редактирования параметра изменить его обозначение на закрашенный прямоугольник, кнопкой «Режим/Ввод» зафиксировать выбранное состояние.*

- ***РН** - «Разрешение/запрет автоматического расчета параметров регулятора напряжения»*

Позволяет разрешить/запретить автоматическую коррекцию параметров регулятора напряжения, обозначенных следующим образом:

К *- коэффициенты пропорциональной и интегральной составляющих (**Kп рн**, **Kи рн**),*

*- ограничение выходного сигнала (**РН max**).*

Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

- ***РТ** - «Разрешение/запрет автоматического расчета параметров регулятора тока»*

Позволяет разрешить/запретить автоматическую коррекцию параметров регулятора тока, обозначенных следующим образом:

К *- коэффициенты пропорциональной и интегральной составляющих (**Kп рт**, **Kи рт**).*

Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Снятие блокировки» и вводе пароля пользователя.

9.6. НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ»

НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ

1 АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ

2 ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ

3 ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ

4 РЕЛЕЙНЫЕ ВЫХОДЫ

5 ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ

Рис. 9.7. Меню «НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ».

Меню содержит средства настройки аналоговых, импульсных, транзисторных и релейных выходов, программируемых функций.

9.7. АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ

АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ

1 DAC1 Задание Udc

2 Kdac1 1В= 100 В

3 ↑0↓dac1 + 0.0 В

4 DAC2 Udc

5 Kdac2 1В= 100 В

6 ↑0↓dac2 + 0.0 В

Рис. 9.8. Меню «АНАЛОГОВЫЕ ВЫХОДЫ».

- ***DAC1** - «Выбор переменной для вывода ЦАП1»*

Позволяет выбрать одну из переменных рекуперативного блока для вывода 1-ым каналом цифро-аналогового преобразователя. Возможен вывод текущих значений следующих переменных:

- ***Задание Udc** – задание по выходному постоянному напряжению рекуперативного блока,*
- ***Задание φ** – задание по углу сдвига сетевого тока относительно напряжения,*
- ***Ua** – мгновенное значение фазного напряжения сети (фаза А),*
- ***Ub** – мгновенное значение фазного напряжения сети (фаза В),*
- ***Uc** – мгновенное значение фазного напряжения сети (фаза С),*
- ***Uсети** – действующее значение линейного напряжения сети,*
- ***Udc** – выходное постоянное напряжение рекуперативного блока,*

- ***Ia*** *– мгновенное значение фазного тока сети (фаза А),*
- ***Ib*** *– мгновенное значение фазного тока сети (фаза В),*
- ***Ic*** *– мгновенное значение фазного тока сети (фаза С),*
- ***Icети*** *– действующее значение фазного тока сети,*
- ***Idc*** *– выходной ток рекуператора,*
- ***P*** *– активная мощность на входе рекуперативного блока,*
- ***Q*** *– реактивная мощность на входе рекуперативного блока,*
- *φ – угол сдвига сетевого тока относительно напряжения,*
- ***cos*** *φ – входной коэффициент мощности,*
- ***Выход PH*** *- выходной сигнал регулятора напряжения,*
- ***Выход PIx*** *- выходной сигнал регулятора активной составляющей тока,*
- ***Выход PIy*** *- выходной сигнал регулятора реактивной составляющей тока.*

- ***Kdac1_1В=*** *- «Коэффициент усиления ЦАП1»*

Определяет коэффициент усиления ЦАП1. Задается значением выбранной переменной, соответствующим уровню выходного сигнала 1 В. Диапазон изменения выходного сигнала ЦАП составляет ±4 В. Размерность параметра автоматически устанавливается в соответствии с выбранной для вывода переменной рекуператора.

- ***↑0↓dac1*** *- «Смещение нуля ЦАП1»*

Определяет смещение уровня сигнала ЦАП1, соответствующее нулевому значению выбранной переменной. Размерность параметра - Вольт. Может быть установлен в пределах от -4 В до +4 В с шагом 0.1 В.

- ***DAC2*** *- «Выбор переменной для вывода ЦАП2»*

Позволяет выбрать одну из переменных рекуперативного блока для вывода 2-ым каналом цифро-аналогового преобразователя. Список переменных аналогичен ***DAC1****.*

- ***Kdac2_1В=*** *- «Коэффициент усиления ЦАП2»*

Параметр аналогичен ***Kdac1_1В=****.*

- ***↑0↓dac2*** *- «Смещение нуля ЦАП2»*

Параметр аналогичен ***↑0↓dac1****.*

Доступ к редактированию параметров меню не ограничен.

9.8. ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ

ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ		
1	PO1	Uсети
2	Режим PO1	ШИМ
3	PO1 100%=	400 В
4	PO2	Iсети
5	Режим PO2	ШИМ
6	PO2 100%=	100 А

Рис. 9.9. Меню «ИМПУЛЬСНЫЕ ВЫХОДЫ».

- ***PO1*** *- «Выбор переменной для вывода на импульсный выход 1»*

Позволяет выбрать одну из переменных рекуперативного блока для вывода на 1-ый импульсный выход. Возможен вывод текущих значений следующих переменных:

- ***Задание Udc*** *– задание по выходному постоянному напряжению рекуперативного блока,*
- ***Задание*** *φ – задание по углу сдвига сетевого тока относительно напряжения,*
- ***Uсети*** *– действующее значение линейного напряжения сети,*
- ***Udc*** *– выходное постоянное напряжение рекуперативного блока,*
- ***Iсети*** *– действующее значение фазного тока сети,*
- ***Idc*** *– выходной ток рекуператора,*
- ***P*** *– активная мощность на входе рекуперативного блока,*
- ***Q*** *– реактивная мощность на входе рекуперативного блока,*
- *φ – угол сдвига сетевого тока относительно напряжения,*
- ***cos*** *φ – входной коэффициент мощности.*

- ***Режим PO1*** *- «Выбор режима работы импульсного выхода 1»*

Позволяет выбрать режим работы 1-го импульсного выхода: ШИМ - широтно-импульсная модуляция, ЧМ - частотная модуляция.

В режиме ***ШИМ*** *частота следования импульсов выходного сигнала постоянна и составляет 1кГц, скважность изменяется от 0 до 100 % с шагом 0.1 % в зависимости от текущего значения выбранной переменной.*

В режиме ***ЧМ*** *выходной сигнал имеет форму меандра, частота следования импульсов изменяется от 0 до 4 кГц с шагом 1 Гц в зависимости от текущего значения выбранной переменной.*

- ***PO1_100%=*** *- «Коэффициент масштабирования сигнала на импульсном выходе 1»*

Определяет коэффициент масштабирования сигнала на 1-ом импульсном выходе. Задается значением выбранной переменной рекуперативного блока, соответствующим скважности выходного сигнала 100 % для режима ШИМ и частоте следования импульсов 1 кГц для режима ЧМ.

Размерность параметра автоматически устанавливается в соответствии с выбранной для вывода переменной рекуператора.

- ***PO2** - «Выбор переменной для вывода на импульсный выход 2»*

  *Позволяет выбрать одну из переменных рекуперативного блока для вывода на 2-ой импульсный выход. Список переменных аналогичен **PO1**.*

- ***Режим PO2** - «Выбор режима работы импульсного выхода 2»*

  *Параметр аналогичен **Режим PO1**.*

- ***PO2_100%=** - «Коэффициент масштабирования сигнала на импульсном выходе 2»*

  *Параметр аналогичен **PO1_100%=**.*

Доступ к редактированию параметров меню не ограничен.

9.9. ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ

Рис. 9.10. Меню «ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ».

Назначение транзисторных выходов может быть запрограммировано пользователем. С помощью параметров данного меню для каждого транзисторного выхода (TO1-TO4) выбирается активное состояние и номер функции из списка:

№	Наименование функции	Описание
1	Программируемая функция 1	Флаг функции устанавливается при достижении контролируемой переменной установленного порогового значения (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ»)
2	Программируемая функция 2	
3	Программируемая функция 3	
4	Программируемая функция 4	
5	Готовность 1	Флаг функции снимается при срабатывании защит 1-й группы (см. п.4.2.3)
6	Готовность 2	Флаг функции снимается при срабатывании защит 1-й и 2-й группы (см. п.4.2.3)
7	Авария	Флаг функции устанавливается в случае срабатывания

		защит 1-й группы после формирования сигнала «Готовность 1»
8	*Работа*	*Флаг функции устанавливается при наличии сигнала «Готовность 1» и подаче сигнала «Разрешение работы»*
9	*Режим рекуперации энергии в сеть*	*Флаг функции устанавливается при переходе в режим возврата энергии в питающую сеть*

*При установке флага функции транзистор включается, если выбрано активное состояние **"1"**, и выключается, если выбрано активное состояние **"0"**.*

По умолчанию транзисторным выходам назначены следующие функции:

- *ТО1 - работа (номер функции 8, активное состояние «1»),*
- *ТО2 - работа (номер функции 8, активное состояние «1»),*
- *ТО3 - работа (номер функции 8, активное состояние «1»),*
- *ТО4 - готовность 1 (номер функции 5, активное состояние «1»).*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

9.10. РЕЛЕЙНЫЕ ВЫХОДЫ

Рис. 9.11. Меню «РЕЛЕЙНЫЕ ВЫХОДЫ».

Назначение релейных выходов может быть запрограммировано пользователем. С помощью параметров данного меню для каждого релейного выхода (RO1, RO2) выбирается номер функции. Перечень функций приведен в описании меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / НАСТРОЙКА ВЫХОДОВ / ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВЫХОДЫ».

При установке флага функции подается управляющее напряжение на катушку реле.

По умолчанию релейным выходам назначены следующие функции:

- *RO1 - готовность 1 (номер функции 5),*
- *RO2 - готовность 2 (номер функции 6).*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

9.11. ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ

Рис. 9.12. Меню «ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИЙ».

Меню содержит настройки программируемых функций для транзисторных и релейных выходов.

9.12. ФУНКЦИЯ 1

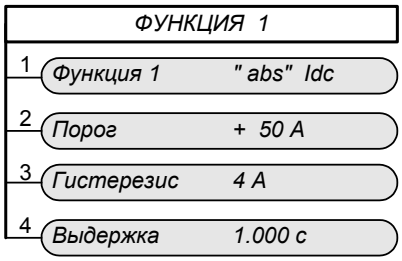


Рис. 9.13. Меню «ФУНКЦИЯ».

- ***Функция1*** *- «Выбор контролируемой переменной и способа ее оценки»*

Позволяет выбрать одну из переменных рекуперативного блока для контроля ее текущего значения и способ ее оценки. Возможен выбор следующих переменных:

- ***Udc*** *– выходное постоянное напряжение рекуперативного блока,*
- ***Idc*** *– выходной ток рекуператора,*
- *φ – угол сдвига сетевого тока относительно напряжения,*
- ***cos*** *φ – входной коэффициент мощности,*
- ***ti*** *- температура корпуса модуля IGBT-инвертора.*

*Переменные могут оцениваться с учетом знака (способ оценки **sign**) или по модулю (способ оценки **abs**).*

- ***Порог*** *- «Уставка порогового значения контролируемой переменной»*

Определяет пороговое значение контролируемой переменной, при превышении которого устанавливается флаг программируемой функции и изменяется состояние соответствующей выходной линии. Размерность параметра автоматически изменяется в соответствии с выбранной переменной рекуператора.

- ***Гистерезис*** *- «Гистерезис на изменение состояния выхода»*

Определяет величину отклонения контролируемой переменной в обе стороны от порогового значения, изменение в пределах которой не приводит к изменению состояния флага программируемой функции и соответствующей выходной линии. Размерность параметра автоматически изменяется в соответствии с выбранной переменной рекуператора.

- ***Выдержка*** *- «Временная выдержка на изменение состояния выхода»*

Определяет временную выдержку, в течение которой не происходит изменение состояния выходной линии. Время отсчитывается от момента изменения состояния флага программируемой функции при достижении контролируемой переменной порогового значения (с учетом гистерезиса). Если в течение заданного временного отрезка значение контролируемой переменной возвращается в диапазон, установленный параметром ***Гистерезис****, изменение состояния выходной линии не происходит. Параметр может быть установлен в пределах от 0 до 60 с, шаг - 0.001 с. Значение по умолчанию - 0.000 с.*

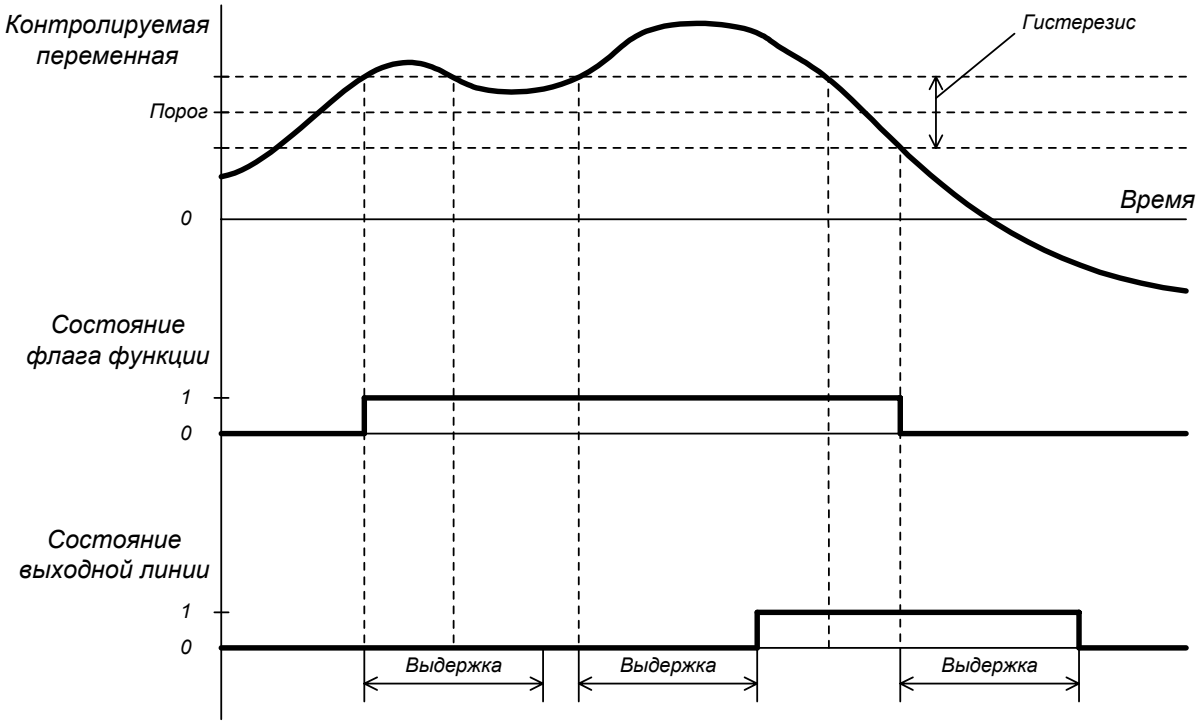


Рис. 9.14. Настройка параметров программируемых функций.

9.13. FIELDBUS

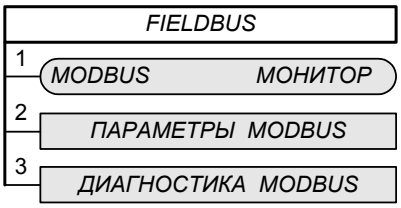


Рис. 9.15. Меню «FIELDBUS».

Меню содержит настройки коммуникационного протокола MODBUS для организации обмена управляющей и статусной информацией между рекуператором и управляющим устройством.

- ***MODBUS** - «Режим доступа MODBUS»*

Определяет режим доступа к параметрам по локальной сети через коммуникационный порт (интерфейс RS-232/485). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя. Возможные значения параметра: МОНИТОР (по умолчанию) и УПРАВЛЕНИЕ.

*В режиме **МОНИТОР** доступ к параметрам ограничен только возможностью считывания информации. Режим используется для контроля и диагностики состояния рекуперативного блока.*

*В режиме **УПРАВЛЕНИЕ** предоставляется полный доступ к параметрам системы, в том числе формированию управляющих воздействий. Разрешение управления по локальной сети MODBUS индицируется флагом **f** в позиции 12 строки индикации состояния (рис.8.2).*

Настройки коммуникационного протокола содержатся в меню «ПАРАМЕТРЫ MODBUS».

9.14. ПАРАМЕТРЫ MODBUS

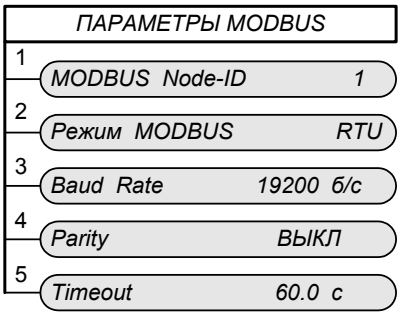


Рис. 9.16. Меню «ПАРАМЕТРЫ MODBUS».

- ***MODBUS Node-ID** - «Идентификатор устройства»*

Задает уникальный идентификационный номер рекуперативного блока в сети MODBUS.

- ***Режим MODBUS*** *- «Выбор формата протокола MODBUS»*

Позволяет выбрать формат кадра протокола MODBUS: ***ASCII*** *или* ***RTU****.*

- ***Baud Rate*** *- «Скорость передачи данных»*

Определяет скорость передачи данных в сети MODBUS. Устанавливается в зависимости от характеристик кабеля и требований, предъявляемых к скорости обмена информацией в сети. Размерность параметра - бит/с. Может принимать следующие дискретные значения: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 62500 бит/с.

- ***Parity*** *- «Способ контроля четности»*

Определяет способ использования бита дополнения до четности в байтах кадра: ***ЧЕТ****,* ***НЕ-ЧЕТ*** *и* ***ВЫКЛ*** *(не используется).*

- ***Timeout*** *- «Максимальное время ожидания кадра»*

Определяет время, в течение которого рекуператором должен быть получен хотя бы один кадр информации по сети MODBUS, адресованный данному устройству. В ином случае срабатывает защита от ошибки сетевого управления, в позиции 4 строки состояния индицируется флаг ***F****. Защита срабатывает только в случае, если разрешено сетевое управление параметром* ***MODBUS*** *в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / FIELDBUS» (установлено значение УПРАВЛЕНИЕ), что индицируется в позиции 12 строки состояния флагом* ***f****.*

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

Более подробное описание параметров протокола MODBUS содержится в документе MODBUS Application Protocol V1.

9.15. ПЕРЕЗАПУСК

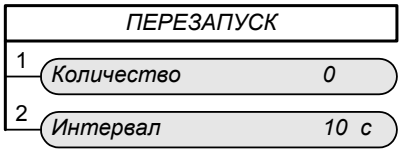


Рис. 9.17. Меню «ПЕРЕЗАПУСК».

- ***Количество*** *- «Количество попыток перезапуска»*

Определяет количество попыток автоматического повторного включения рекуперативного блока при срабатывании следующих защит:

  - *от понижения напряжения в сети;*
  - *от сбоя синхронизации с сетью;*
  - *от понижения напряжения в звене постоянного напряжения.*

Пределы установки значения: от 0 до 10. Значение по умолчанию: 0.

При установке значения 0 перезапуск не производится.

- ***Интервал*** *- «Интервал времени между попытками перезапуска»*

Определяет интервал времени между попытками автоматического повторного включения рекуперативного блока.

Пределы установки значения: от 3 до 600 с (шаг изменения 1 с). Значение по умолчанию: 10 с.

Параметры меню доступны для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.

9.16. ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ

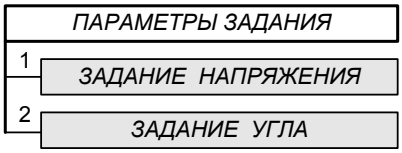


Рис. 9.18. Меню «ПАРАМЕТРЫ ЗАДАНИЯ».

Меню содержит настройки программируемых уровней задания по выходному постоянному напряжению и по углу сдвига первой гармоники сетевого тока относительно напряжения.

9.17. ЗАДАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

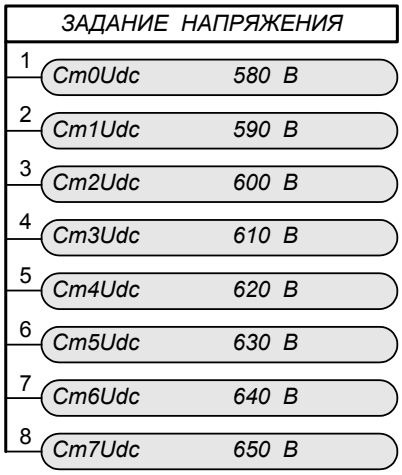


Рис. 9.19. Меню «ЗАДАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ».

- ***Cm0Udc*** *- «Программируемый уровень задания по напряжению 0 (Ступень 0)»*

Определяет уровень задания по выходному постоянному напряжению, соответствующий Ступени 0. Параметр доступен для редактирования при вводе пароля пользователя. Размерность параметра - В. Пределы установки значения: от 580 до 650 В. Значение по умолчанию - 600 В.

Параметры ***Cm1Udc*** *-* ***Cm7Udc*** *аналогичны* ***Cm0Udc****.*

Ступень активизируется формированием соответствующей комбинации сигналов на логических входах LIN4 ÷ LIN6:

Активная ступень	**Состояние входных линий ***		
	LIN6	LIN5	LIN4
Ступень 0	0	0	0
Ступень 1	0	0	1
Ступень 2	0	1	0
Ступень 3	0	1	1
Ступень 4	1	0	0
Ступень 5	1	0	1
Ступень 6	1	1	0
Ступень 7	1	1	1

** Единичному значению соответствует активный уровень сигнала на входной линии.*

9.18. ЗАДАНИЕ УГЛА

Рис. 9.20. Меню «ЗАДАНИЕ УГЛА».

- ***Cm0φ*** *- «Программируемый уровень задания по углу 0 (Ступень 0)»*

Определяет уровень задания по углу сдвига первой гармоники сетевого тока относительно напряжения, соответствующий Ступени 0. Параметр доступен для редактирования при вводе

пароля пользователя. Размерность параметра - гр. Пределы установки значения: от -45 до +45 гр. Значение по умолчанию - 0 гр, что соответствует коэффициенту сдвига ***cos φ*** *= 1.*

Параметры ***Cm1φ - Cm3φ*** *аналогичны* ***Cm0φ****.*

Ступень активизируется формированием соответствующей комбинации сигналов на логических входах LIN7, LIN8:

Активная ступень	**Состояние входных линий ***	
	LIN8	LIN7
Ступень 0	0	0
Ступень 1	0	1
Ступень 2	1	0
Ступень 3	1	1

** Единичному значению соответствует активный уровень сигнала на входной линии.*

9.19. РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ

Рис. 9.21. Меню «РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ».

- ***Т кн*** *- «Постоянная времени контура напряжения»*

Определяет динамические свойства контура напряжения. Значение переменной определяется следующим соотношением:

$$T_{кн} = (2 \div 5)\ T_{кт},$$

где ***Т кт*** *– постоянная времени контура тока (см. меню «РЕГУЛЯТОР ТОКА»).*

По умолчанию расчет контура напряжения ведется с коэффициентом ***3.5****. Пределы установки значения: от (2 ** ***Т кт****) до (5 ** ***Т кт****). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.*

- ***Кп рн*** *- «Коэффициент пропорциональной части регулятора напряжения»*

Если установлен флаг разрешения автоматической коррекции параметра (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / АВТОНАСТРОЙКА»), то ***Кп рн*** *вычисляется из параметров, установленных в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ», и постоянной времени контура напряжения* ***Т кн****. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.*

- ***Ки рн*** *- «Коэффициент интегральной части регулятора скорости»*

Если установлен флаг разрешения автоматической коррекции параметра (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / АВТОНАСТРОЙКА»), то ***Ки рн*** *вычисляется из параметров, установленных в меню ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ, и постоянной времени контура напряжения* ***Т кн****. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.*

- ***РН max*** *- «Ограничение выходного сигнала регулятора напряжения»*

Определяет максимальную величину задания по активной составляющей вектора тока сети.

Пределы установки значения: от 0 до величины уставки программной максимально-токовой защиты рекуператора ***I сети max****. Значение по умолчанию равно номинальному выходному току рекуперативного блока. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.*

- ***Выход РС*** *- «Выходной сигнал регулятора напряжения»*

Текущее значение выходного сигнала регулятора напряжения. Параметр не доступен для редактирования.

9.20. РЕГУЛЯТОР ТОКА

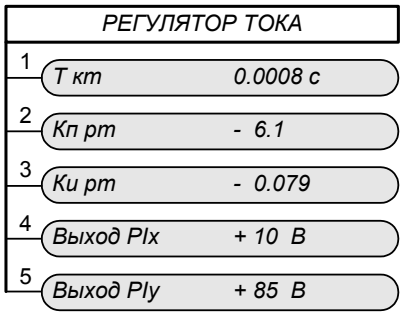


Рис. 9.22. Меню «РЕГУЛЯТОР ТОКА»

- ***Т кт*** *- «Постоянная времени контура тока»*

Определяет динамические свойства контуров регулирования активной и реактивной составляющих тока сети. Значение переменной определяется следующим соотношением:

$$T_{кт} = (2 \div 5) / F_{модуляции},$$

*где **F модуляции** – частота модуляции (см. меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ»).*

*По умолчанию расчет контура тока ведется с коэффициентом **2**. Пределы установки значения: от (2 / **F модуляции**) до (5 / **F модуляции**). Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.*

• ***Кп рт** - «Коэффициент пропорциональной составляющей регулятора тока»*

*Если установлен флаг разрешения автоматической коррекции параметра (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / АВТОНАСТРОЙКА»), то **Кп рт** вычисляется из параметров, установленных в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ», и постоянной времени контура тока **Т кт**. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя.*

• ***Ки рт** - «Коэффициент интегральной составляющей регулятора тока»*

*Если установлен флаг разрешения автоматической коррекции параметра (меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ / АВТОНАСТРОЙКА»), то **Ки рт** вычисляется из параметров, установленных в меню «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ», и постоянной времени контура тока **Т кт**. Параметр доступен для редактирования при сбросе флага «Разрешение работы» и вводе пароля пользователя*

• ***Выход PIx** - «Выходной сигнал регулятора активной составляющей тока»*

Текущее значение выходного сигнала регулятора активной составляющей тока. Параметр не доступен для редактирования.

• ***Выход PIy** - «Выходной сигнал регулятора реактивной составляющей тока»*

Текущее значение выходного сигнала регулятора реактивной составляющей тока. Параметр не доступен для редактирования.

10. Техническое обслуживание.

Техническое обслуживание рекуперативных блоков должно производиться в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" специально подготовленным персоналом.

Возможность работы рекуперативных блоков в условиях, отличных от указанных в данном техническом описании, должна согласовываться с изготовителем.

ВНИМАНИЕ! Любые измерения на клеммнике подключения силовых цепей производятся аппаратурой, корпус которой надежно изолирован от земли, или имеются дифференциальные входы, так как силовые цепи имеют гальваническую связь с сетью.

Перед проведением работ по обслуживанию и ремонту необходимо полностью обесточить рекуперативный блок, отключив силовое питание.

Техническое обслуживание рекуперативных блоков включает периодические проверки и регламентные работы.

При периодических проверках необходимо обращать внимание на следующее:

- *очищать навесной блок от загрязнений;*
- *вентиляционные отверстия навесного блока и шкафа, в котором он установлен должны обеспечивать свободное движение воздуха;*
- *регулярно проверять подводящие кабели, надежность затяжки винтовых клемм.*

Периодичность регламентных работ:

Вид регламентных работ	***Интервал***
Проверка температуры, чистка силового радиатора и вентиляторов	*Каждые 6 – 12 месяцев в зависимости от запыленности*
Замена вентиляторов охлаждения	*Каждые 5 лет*
Замена электролитических конденсаторов	*Каждые 5 лет*

Чистку радиатора выполнять со снятием вентиляторов. Продувать межреберное пространство чистым сжатым воздухом, удаляя вылетающую пыль.

Рабочий ресурс используемых вентиляторов охлаждения составляет 40 000 – 60 000 часов. Фактический срок службы зависит от условий эксплуатации. Отказу вентиляторов предшествует заметное усиление шума при их работе.

*Для своевременного выполнения замен вентиляторов охлаждения и конденсаторов следует периодически контролировать время наработки рекуперативного блока (меню «МОНИТОР» / Наработка *** *** ч). О выполненных работах делать отметки в журнале проведения регламентов.*

Нормативный ресурс электролитических конденсаторов, установленных в звене постоянного напряжения рекуперативного блока составляет 45 000 – 60 000 часов. Фактический срок службы зависит от нагрузки рекуперативного блока и температуры окружающего воздуха. Длительное воздействие повышенной температуры снижает срок службы. Отказ конденсаторов сопровождается перегоранием предохранителей или срабатыванием защиты от понижения напряжения.

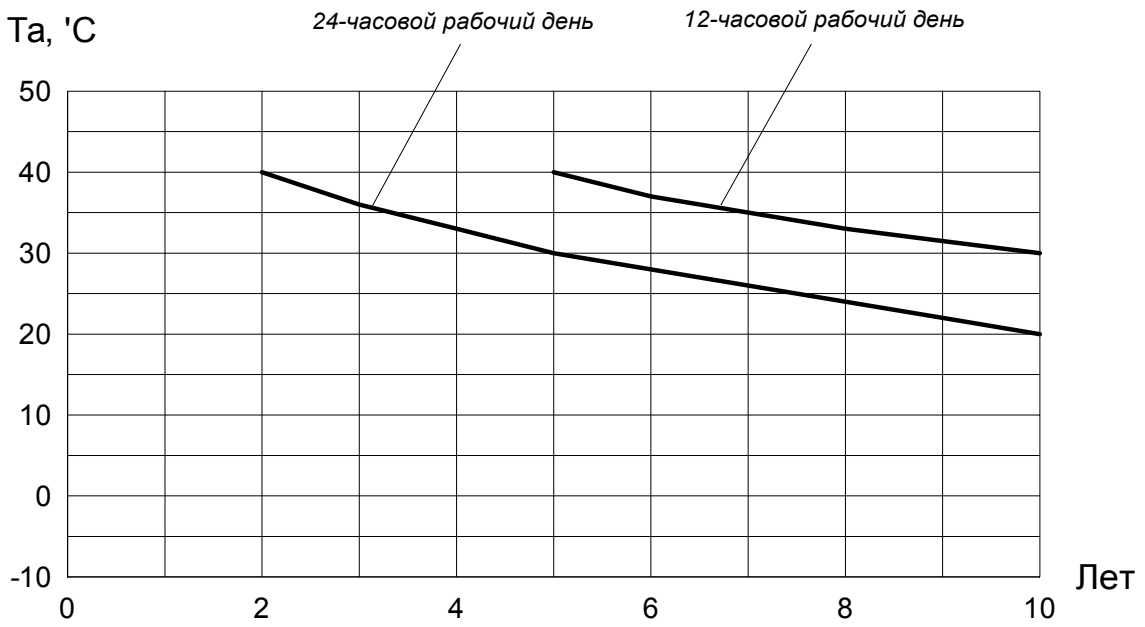


Рис.10.1. Зависимость срока службы конденсаторов фильтра от температуры окружающей среды.

11. Правила хранения и транспортировки.

11.1. Рекуперативный блок хранится в упакованном виде в условиях 1(Л) по ГОСТ15150-69.

11.2. Рекуперативный блок транспортируется любым видом крытого транспорта в надежно закрепленном положении, чтобы исключить любые возможные удары и перемещения его внутри транспортных средств.

11.3. При погрузочно-разгрузочных работах не допускается подвергать рекуперативный блок ударам.

12. Гарантийные обязательства.

Гарантийный срок эксплуатации преобразователей устанавливается два года со дня пуска в эксплуатацию, но не более двух с половиной лет со дня получения преобразователя потребителем.

Средняя наработка на отказ – 8000 ч.;

Средний срок службы – 12 лет.

Среднее время восстановления – не более 8 ч.,

с использованием резервных блоков и плат – 0.5 ч.