ООО «Навиком»

ВЫПРЯМИТЕЛИ МОДУЛЬНЫЕ ПУЛЬСАР СМАРТ (PULSAR SMART)

Руководство по эксплуатации

Ярославль
2025 г.

ООО «НАВИКОМ» РФ, 150007, г.Ярославль, ул.Университетская, 21, тел./факс (4852) 741-121, 741-567

ВНИМАНИЕ!

Все выпрямительные агрегаты марки *«ПУЛЬСАР СМАРТ»* имеют вход внешнего управления (описание функций - в Руководстве по эксплуатации).

В случае, если к выпрямительному агрегату не подключается удаленный пульт или компьютер, защитный кожух разъёма DB-9F необходимо подсоединить к разъёму DB-9M, установленному на выпрямительном агрегате.

Выходное отверстие защитного кожуха необходимо заглушить для защиты разъёма от воздействия окружающей среды.

Внимание! Для соответствия классу защиты IP65 все не используемые разъемы должны быть закрыты заглушками.

СОДЕРЖАНИЕ:

ВВЕДЕНИЕ **4**
1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ **4**
1.1 НАЗНАЧЕНИЕ **4**
1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ **5**
1.3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ **9**
1.4 ПРИНЦИП РАБОТЫ И УСТРОЙСТВО **10**
1.5 МОДУЛЬ СИЛОВОЙ (МС) **16**
1.6 МОДУЛЬ ОБЪЕДИНИТЕЛЬНЫЙ (МО) **16**
2 МАРКИРОВКА **17**
3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРЕГАТА ПО НАЗНАЧЕНИЮ **17**
3.1 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ **17**
3.2 ПОРЯДОК И ПРАВИЛА УСТАНОВКИ И МОНТАЖА **18**
3.3 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ **18**
3.4 РАСПОЛОЖЕНИЕ РАЗЪЕМОВ И ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ **21**
3.4 ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ И ПОРЯДОК РАБОТЫ С НИМ **22**
3.5 РЕЖИМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ (УСТАВОК) **35**
3.6 ПОРЯДОК РАБОТЫ В РЕЖИМЕ «АНОДИРОВАНИЕ ТИТАНА» **36**
3.7 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АГРЕГАТОВ **37**
3.8 ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ **38**
3.9 ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ **39**
3.10 ЗАМЕНА ЭЛЕМЕНТОВ **49**
3.11 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ **52**
ПРИЛОЖЕНИЕ А **53**
ПРИЛОЖЕНИЕ Б **63**
ПРИЛОЖЕНИЕ В **64**
ПРИЛОЖЕНИЕ Г **65**
ПРИЛОЖЕНИЕ Д **66**

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения, установки и правильной эксплуатации модульных выпрямителей ПУЛЬСАР СМАРТ. РЭ содержит описание изделия и принцип работы выпрямителей в целом, работу составных частей, технические характеристики, правила эксплуатации (использование по назначению), транспортировки, хранения, технического обслуживания и поддержания в постоянной готовности к работе, а также правила установки и пуска на месте эксплуатации.

Техническое описание (ТО) на выносной пульт дистанционного управления (ПД) выделено самостоятельным документом.

Объем сведений и иллюстраций, приведенных в РЭ, обеспечивает правильную эксплуатацию всех выпрямителей.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию с целью улучшения потребительских свойств изделия.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 Назначение

1.1.1 Модульные выпрямители используются как один из основных компонентов гальванических линий, применяемых во всех процессах гальванопокрытий (цинкование, хромирование, никелирование, серебрение, анодирование, травление, оксидирование, латунирование, защитно-декоративное покрытие, электрохимическое полирование и т.д.); при производстве печатных плат; для обезжиривания; для станков электрохимической обработки металлов; для систем очистки сточных вод, в том числе для установок электролиза и другого оборудования, которому удовлетворяют технические данные выпрямителей.

Выпрямители «ПУЛЬСАР СМАРТ» сконструированы с использованием высокочастотной техники коммутации «soft switch mode» и предназначены для использования в ситуациях, когда очень важны небольшие габариты, высокая надежность и хорошее качество тока.

Вид климатического исполнения агрегатов УХЛ3 по ГОСТ 15150.

Исполнение по защищенности по ГОСТ 14254 – IP65 (6 – пыленепроницаемое, 5 – защита от действия струи жидкости).

Выпрямители предназначены для подключения к частным системам электроснабжения. Параметры сети электроснабжения должны соответствовать ГОСТ 32144-2013. При подключении необходимо, в том числе, руководствоваться ПУЭ (пп. 2.3.52, 7.10.8-7.10.10), ГОСТ IEC/TS 61000-3-5—2013, ГОСТ IEC 61000-3-12-2016, ГОСТ IEC 61000-3-14-2019.

1.1.2 Выпрямители предназначены для длительной работы в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных помещениях в следующих климатических условиях:

– температура окружающего воздуха от –10 до +55 ºС;

– относительная влажность воздуха не более 95% (не более 80% при температуре +25 ºС);

– атмосферное давление от 84,0 до106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

1.1.3 Выпрямители предназначены для работы на высоте до 1000 метров над уровнем моря. При работе агрегата на высоте более 1000 метров над уровнем моря токовая нагрузка должна быть снижена в соответствии с графиком Приложения Б.

1.1.4 При температуре окружающего воздуха более +40 ºС рекомендуется снижать выходную мощность в соответствии с графиком Приложения В.

1.1.5 Используемые сокращения:

БС – блок силовой, узел;
МС – модуль силовой;
МО – модуль объединительный;
СВ – стойка выпрямительная;
АВ – агрегат выпрямительный;
КВ – комплекс выпрямительный;
ПУ – пульт управления локальный;
ПД – пульт дистанционного управления.

1.1.6 Комплекс (**КВ**), агрегат (**АВ**), стойка (**СВ),** модули (**МС, МО**), **ПД** могут поставляться потребителю как самостоятельные изделия.

1.1.7 Полное наименование и условное обозначение выпрямителей состоит из слов: «Наименование изделия (**КВ, АВ, СВ, МС, МО**) **ПУЛЬСАР СМАРТ** выходные параметры (**XXXXX/YYYZ, XXXXX/YYYZ, XXXXX/YYYZ…**), ТУ 3416-005-55311141-13», где:

XXXXX – номинальный (максимальный постоянный) ток в Амперах;
YYY – номинальное (максимальное постоянное) напряжение в Вольтах;
Z - P – реверсивный (для нереверсивных буква отсутствует)

Пример записи обозначения в документации на комплекс выпрямительный на 3 нагрузки:

«Комплекс выпрямительный ПУЛЬСАР СМАРТ 2000/12Р; 3500/12; 8000/12; ТУ 3416-005-55311141-13».

Пример записи обозначения в документации на агрегат выпрямительный:
«Агрегат выпрямительный ПУЛЬСАР СМАРТ 6000/12, ТУ 3416-005-55311141-13».

Пример записи обозначения в документации на стойку выпрямительную:
«Стойка выпрямительная ПУЛЬСАР СМАРТ 3000/12, ТУ 3416-005-55311141-13».

Пример записи обозначения в документации на модуль силовой:
«Модуль силовой ПУЛЬСАР СМАРТ 1000/12, ТУ 3416-005-55311141-13».

Пример записи обозначения в документации на пульт дистанционного управления:
«Пульт дистанционного управления ПУЛЬСАР СМАРТ, ТУ 3416-005-55311141-13».

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные технические характеристики для конкретного изделия указаны в паспорте на изделие.

1.2.2 Параметры регулирования и стабилизации:

– диапазон уставки напряжения 1–100% от номинального (паспортного) напряжения;

– дискретность (шаг) уставки напряжения 0.1 или 1.0 В;

– диапазон уставки тока 1–100 % от номинального (паспортного) тока;

– дискретность (шаг) уставки тока 0.1 или 1.0 А;

– точность стабилизации тока или напряжения 1% от номинального (паспортного) значения;

– минимальная выходная мощность выпрямителя 1% от номинальной;

– дискретность уставки времени при программировании 1с;

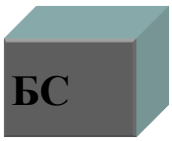
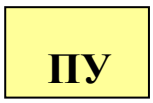
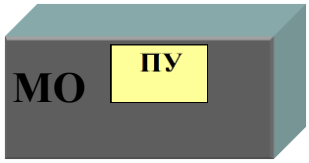
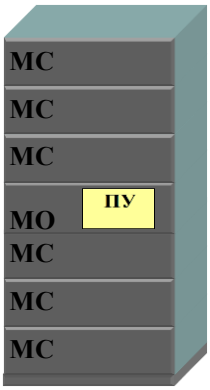
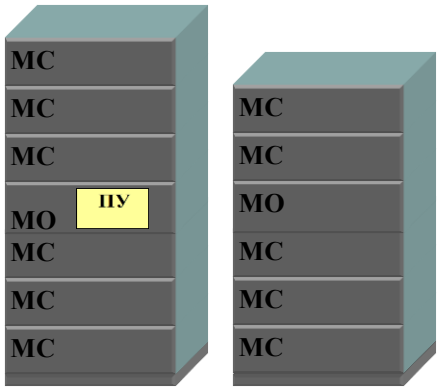
– единицы отображения энергонезависимого счетчика количества электричества А*ч и А*с;

– диапазон частот для импульсных операций 0–200 Гц, 0–200 имп/мин. Импульсные режимы доступны опционально, не для всех моделей;

– диапазон коэффициента заполнения для импульсных операций 0-100%.

1.2.3 Виды изделий

Таблица 1

Схематическое представление	Наименование элемента	Описание элемента	Технические параметры
	**Блок силовой (БС)**	Узел, базовый элемент МС	500 А/12 В 50 А/120 В 32 А/300 В 75 А/90 В 125 А/72 В 225 А/30 В 400 А/16 В 375 А/24 В
	Модуль силовой (МС)	Функционально завершенный узел, может состоять из одного или двух БС.	1 или 2 БС
	**Пульт управления встроенный (ПУ)**	Узел управления в составе МО	В одной СВ управляет от 1 до 10 АВ
	Пульт дистанционного управления	Питание – 24 В; соединительный. кабель до 300 м	Управляет от 1 до 10 АВ
	**Модуль объединительный (МО)**	Функционально завершенный, узел, управление и/или питание МС	Управление и питание АВ, МС, БС
	**Стойка выпрямительная (СВ)** (содержит подставку, кабель питания, шины коммутации)	Сборочная единица агрегата или комплекса, для объединения модулей и питания одной или нескольких нагрузок технологическим током	Выходные параметры: - **I** от 50 до 8000 А и выше; - **U** от 12 до 480 В и выше; - **P** от 6 до 144 кВт и выше
	**Агрегат, комплекс выпрямительный АВ, КВ**	**АВ** для питания одной нагрузки технологическим током, **КВ** – для питания нескольких нагрузок технологическим током	В составе более одной СВ: - **I** от 50 до 24000 А и выше; - **U** от 12 до 480 В и выше; - **P** от 6 до 720 кВт и выше

1.2.3.1 **МС** – модуль силовой, функционально завершенный узел, самостоятельное изделие, предназначен для преобразования переменного тока в постоянный (в т.ч. импульсный), может состоять из одного или двух силовых блоков (БС).

БС – блок силовой, узел, сборочная единица в составе МС (возможные номиналы согласно Таблице 1). Может быть с функцией реверса или без.

Выходные параметры МС в зависимости от количества БС и их соединения приведены в таблице № 2

Таблица №2

1 БС	2 БС
500 А/12 В	1000 А/12 В; 500 А/24 В
400 А/16 В	800 А/16 В; 400 А/32 В
375 А/24 В	750 А/24 В; 375 А/48 В
225 А/30 В	450 А/30 В; 225 А/60 В
125 А/72 В	250 А/72 В; 125 А/144 В
75 А/90 В	150 А/90 В; 75 А/180 В
50 А/120 В	100 А/120 В; 50 А/240 В
32 А/300 В	64 А/300 В; 32 А/600 В

1.2.3.2 **МО** – модуль объединительный, функционально завершенный узел, самостоятельное изделие, обеспечивает управление и/или питание силовых модулей, состоит из распределителя питания МС переменным током 380 В, постоянного тока 48 В (или 24 В) и пульта управления локального или без ПУ.

1.2.3.3 **СВ** – стойка выпрямительная; сборочная единица, предназначенная для решения основной функциональной задачи в составе комплекса или агрегата: питание одной или нескольких нагрузок технологическим током.

СВ предназначена для объединения модулей, состоит из подставки, защитного кожуха, кабелей связи, шин коммутации и модулей. Минимальное количество любых модулей – 2 шт., максимальное – 9 шт.; максимальное количество МС в стойке – 8 шт., минимальное количество МО – 1 шт., максимальное – 4 шт.

Управляющий модуль МО в составе СВ может располагаться на любой позиции.

В зависимости от номинала применяемого БС в составе МС и посредством комбинирования, в зависимости от коммутации БС и МС между собой (последовательное или параллельное соединение), стойки могут иметь большую номенклатуру различных модификаций с выходными параметрами:

– по току от 32 до 8000 А и выше;
– по напряжению от 12 до 480 В и выше;
– по мощности от 6 до 126 кВт (144 кВт кратковременно) и выше.

Основные технические характеристики выпрямителей приведены в таблицах № 1…4 паспорта.

Допускается соединение нескольких СВ для получения более высоких номинальных значений тока и/или напряжения.

1.2.3.4 **АВ –** агрегат выпрямительный, сборочная единица, предназначенная для самостоятельного решения основной функциональной задачи: питание одной нагрузки технологическим током.

Габариты и масса агрегата зависят от количества СВ, входящих в состав АВ.

1.2.3.5 **КВ** – комплекс выпрямительный, две или более сборочных единицы (стойки или агрегаты), не соединенные на предприятии изготовителе и предназначенные для решения основной функциональной задачи: питание нескольких нагрузок технологическим током.

1.2.3.6 Посредством комбинирования модулей и стоек, в зависимости от коммутации БС, МС и СВ между собой (последовательное или параллельное соединение), агрегаты и комплексы выпрямительные могут иметь большую номенклатуру различных модификаций с требуемыми выходными параметрами (в составе от одной до шести и более СВ):

– по току от 32 А до 30000 А и выше;

– по напряжению от 12 В до 480 В и выше;

– по мощности (кратковременно отдаваемой в нагрузку) от 6 кВт до 720 кВт и выше;

– габариты и масса комплекса зависят от количества собранных между собой агрегатов и стоек.

1.2.3.7 Один КВ при соответствующей коммутации БС можно использовать для одновременного выполнения до 10 независимых технологических процессов (различных нагрузок) за счет индивидуального управления работой силовых блоков выпрямителя от ПУ.

Примечание - *После включения агрегата в течение 60 минут, до выхода устройства в термостабильный режим, фактические характеристики могут отличаться от значений, указанных в таблицах.*

1.2.3.8 Дистанционное управление агрегатами осуществляется с пульта дистанционного управления (ПД) или терминала на базе ПЭВМ, соединенного с агрегатами кабелем типа «витая пара» длиной до 300 метров или через сеть Ethernet.

ПД может работать от источника питания, встроенного в выпрямитель, допускается использовать внешний источник питания постоянного напряжения 24 В.

Схемы распайки кабеля «выносной пульт – выпрямитель» для обоих вариантов прилагаются в документации на ПД.

Соединительный кабель в комплект поставки агрегата не входит.

1.2.4 Режимы работы

1.2.4.1 Выпрямители имеют аппаратуру управления, контроля и сигнализации, обеспечивающую следующие виды работ:

– бесконтактное включение и выключение технологического тока;

– переключение выпрямителя на выбранный вид работы;

– автоматическое поддержание заданной уставки выходного тока;

– автоматическое поддержание заданной уставки выходного напряжения;

– изменение тока и/или напряжения от одного значения уставки до другого за заданный интервал времени (до 65535 секунд);

– импульсный ток/напряжение;

– регулирование тока и напряжения;

– контроль тока и напряжения;

– сигнализацию кодовую световую о наличии напряжения питающей сети, о включенном состоянии выпрямителя, об аварийных отключениях;

– выпрямители имеют встроенную систему защиты от перегрузки и перегрева, при срабатывании ее МС и МО сигнализируют об этом световой и звуковой сигнализацией (при дополнительном подключении потребителем извещателя к интерфейсному выходу).

Реверсивные агрегаты обеспечивают ручное и автоматическое реверсирование тока в нагрузке.

У реверсивных выпрямителей дополнительно имеется:

– информация на ПУ о полярности выходного тока;

– регулирование времени протекания прямого и обратного тока.

1.2.4.2 Выпрямитель имеет:

– сенсорную или иную панель управления и контроля в ПУ и ПД; блок процессорного управления и программирования;

– возможность управления от пультов ПУ и ПД;

– возможность программирования режимов работы от ПУ, ПД СМАРТ и внешнего контроллера;

– возможность создавать программы (циклограммы) из последовательности операций, в программе задается последовательность режимов работы, параметры и длительность каждого режима;

– возможность хранения записанных программ в памяти МО;

– возможность обновления программного обеспечения МО через один или несколько интерфейсов;

– возможность обновления программного обеспечения БС и конфигурации выпрямителя, не разбирая МС;

– функцию подсчета отданного в нагрузку количества электричества (А*ч, А*с) в МО;

– возможность управления полярностью (реверсом) с раздельной амплитудой тока или напряжения в каждой полярности;

– возможность обработки сигналов от внешних систем и/или датчиков (оптически развязанные дискретные входы) и управления внешними исполнительными устройствами (дискретные выходы типа «сухой контакт»);

– мониторинг температурных режимов компонентов БС и работу вентиляторов охлаждения МС с выведением информации на МО и МС при появлении признаков неисправности БС или по требованию пользователя;

– промышленный интерфейс (порт) RS-485 в МО;

– опциональный USB-порт в МО;

– Ethernet-порт в МО;

– другие опциональные компоненты, описанные в документе «Техническое описание Опциональные компоненты, разъемы, сигналы» (доступно на сайте http://navicom.org);

– возможность подключения выносного пульта управления (ПД) или управляющего терминала на базе ЭВМ с возможностью полностью контролировать и управлять всеми режимами работы.

1.2.4.3 Управляющее программное обеспечение для ЭВМ в комплект поставки не входит. Команды приведены в описании системы команд интерфейса RS-485, поставляемом по запросу.

1.2.4.4 Конструктивно все интерфейсы реализованы с использованием герметичных разъемов (степень защиты не ниже IP65).

1.2.4.5 Пульт управления агрегатом не является измерительным прибором. Панель измерительных приборов, оснащенная приборами, внесенными в Реестр средств измерения, является отдельным опциональным изделием и поставляется по заказу покупателя.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Выпрямители (агрегаты и комплексы) состоят из стоек выпрямительных (СВ), предназначенных для объединения модулей МС и МО, соединяемых на месте монтажа в единую компактную конструкцию. Количество СВ в выпрямителе может быть одна или больше.

1.3.2 В одном МС имеется возможность конструктивного объединения двух БС с целью получения либо двух-кратного тока (параллельное соединение), либо двух-кратного напряжения (последовательное соединение).

1.3.3 Имеется возможность коммутации МС в составе СВ, АВ, КВ, и СВ между собой по выходу для получения либо двух- (трех-, четырех-, …) кратного тока (параллельное

соединение), либо двух- (трех-, четырех-, …) кратного напряжения (последовательное соединение).

1.3.4 Примеры коммутации МС в различных конфигурациях АВ приведены на **Рисунке 1**.

1.3.5 Имеется возможность работы каждого БС в МС отдельно на разные нагрузки, до 10 независимых отдельно работающих групп БС.

1.3.6 Имеется возможность наращивать и уменьшать мощность КВ, АВ, СВ добавляя и убирая МС пользователем самостоятельно.

1.3.7 Комплект поставки приведен в паспорте на агрегат.

Кабель питания длиной, указанной в заказе, встроен в выпрямитель. При выборе кабеля большей длины следует руководствоваться ГОСТ 24334-80 «Кабели силовые для нестационарной прокладки», где токопроводящие жилы не ниже 5-го класса. Рекомендуемые гибкие многожильные марки кабеля питания для применения в различных стойках и в зависимости от мощности выпрямителя приведены в документе «Техническое описание Модуля Объединительного» (доступно на сайте http://navicom.org).

1.4 Принцип работы и устройство

1.4.1 Модульные выпрямители обеспечивают преобразование переменного тока промышленной частоты в постоянный (в т.ч. импульсный) с использованием высокочастотной техники переключения «soft switch mode» при помощи импульсного высокочастотного преобразователя инверторного типа, построенного по схеме «полный мост» с использованием «ZVS».

Управление, контроль и защиту агрегатов при эксплуатации осуществляет микропроцессорная система управления силовыми модулями. Регулирование технологического тока и напряжения на выходе агрегатов производится изменением скважности импульсов тока в первичной цепи инвертора. При аварийных ситуациях система управления подает «запрет» на формирование импульсов управления и осуществляет выключение агрегатов.

Структурная блок-схема выпрямителя приведена на **Рисунке 2** (пример агрегата, состоящего из 3-х СВ, каждая СВ включает 8 МС и 1МО).

1.4.2 Выпрямители содержат встроенную систему защиты от перегрузки и перегрева. Средства индикации срабатывания системы защиты расположены на МС и пульте управления.

1.4.3 Система защиты от перегрева управляет работой вентиляторов охлаждения, включая их при необходимости. В случае превышения максимально допустимой температуры узлов агрегата силовые модули отключаются, программа, если выполнялась, временно приостанавливается. На пульте управления начинают мигать индикаторы «ПЕРЕГРЕВ», также может присутствовать звуковая сигнализация (при комплектации выпрямителя внешним звуковым извещателем по запросу покупателя).

После снижения температуры до допустимого значения, текущий режим работы восстанавливается, программа, если выполнялась, продолжает выполнение.

Вентиляторы охлаждения должны включаться при нагревании узлов и достижении температуры внутри составных частей выпрямителя, не превышающей максимально допустимую величину.

Температура включения вентиляторов устанавливается программным способом, на пульте управления имеется индикатор «Перегрев».

1.4.4 У выпрямителей предусмотрены средства для осуществления надежной защиты их от повреждений при воздействии недопустимых по величине и длительности перегрузок по току и токов внутренних и внешних коротких замыканий, а также токов, возникающих в аварийных режимах включения группы «прямая полярность» на группу «обратная полярность» в реверсивных выпрямителях.

Данная защита недопустимости превышения номинальных токов и напряжений реализована на уровне схемотехнических решений.

1.4.5 При срабатывании защиты от перегрузки, при перегреве силовых модулей либо выходе их из строя, агрегат может продолжать работу, перераспределив нагрузку между исправными силовыми модулями, эксплуатация в этом режиме допускается, но должны быть приняты меры к немедленному устранению неисправности. При этом функция реверса для реверсивных агрегатов отключается.

1.4.6 При срабатывании встроенной системы защиты от перегрузки пульт управления сигнализирует об этом световой и звуковой сигнализацией. В таком случае следует полностью выключить агрегат, принять меры к устранению возможных причин и вновь включить агрегат.

Случайное срабатывание защиты может быть вызвано резким изменением характера или сопротивления нагрузки, или возникшими случайными помехами.

1.4.7 Выпрямители позволяют подключать внешние средства измерений для контроля выходного напряжения и выходного тока, класс точности приборов не более 2,0**.**

1.4.8 На передней стенке силового модуля агрегата установлены керамические предохранители (3 шт.) для защиты силовых входных электрических цепей.

В цепи питания вентиляторов установлены стеклянные предохранители 2 штуки.

1.4.9 Качество параметров сети питания обеспечивается потребителем на месте эксплуатации, а также устанавливаются автоматические выключатели на местных щитах управления для защиты от перегрузки и аварийных режимов напряжения питания, останова агрегата и систем управления.

1.4.10 Выпрямители имеют вход внешнего дистанционного управления (маркировка «RS-485»), тип разъема DB–9M. Функции этого управления описаны далее в РЭ.

1.4.11 Структурная блок-схема модуля силового (МС) приведена на **Рисунке 3.**

1.4.12 Структурная блок-схема блока силового (БС) приведена на **Рисунке 4.**

Различные конфигурации выпрямителя. Коммутация шин.

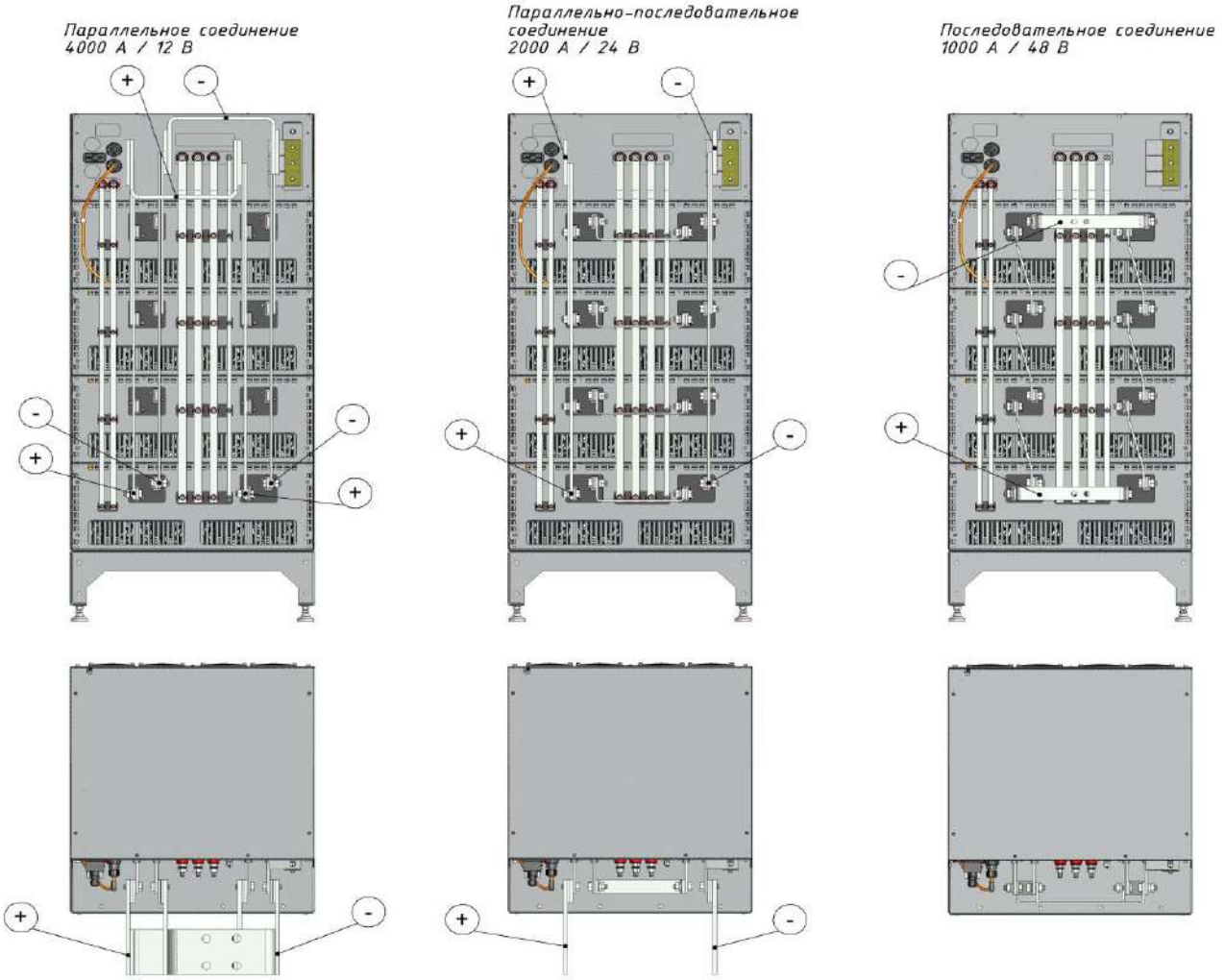


Рисунок 1

Структурная блок-схема агрегата выпрямительного со стойками выпрямительными СВ (3 шт.)

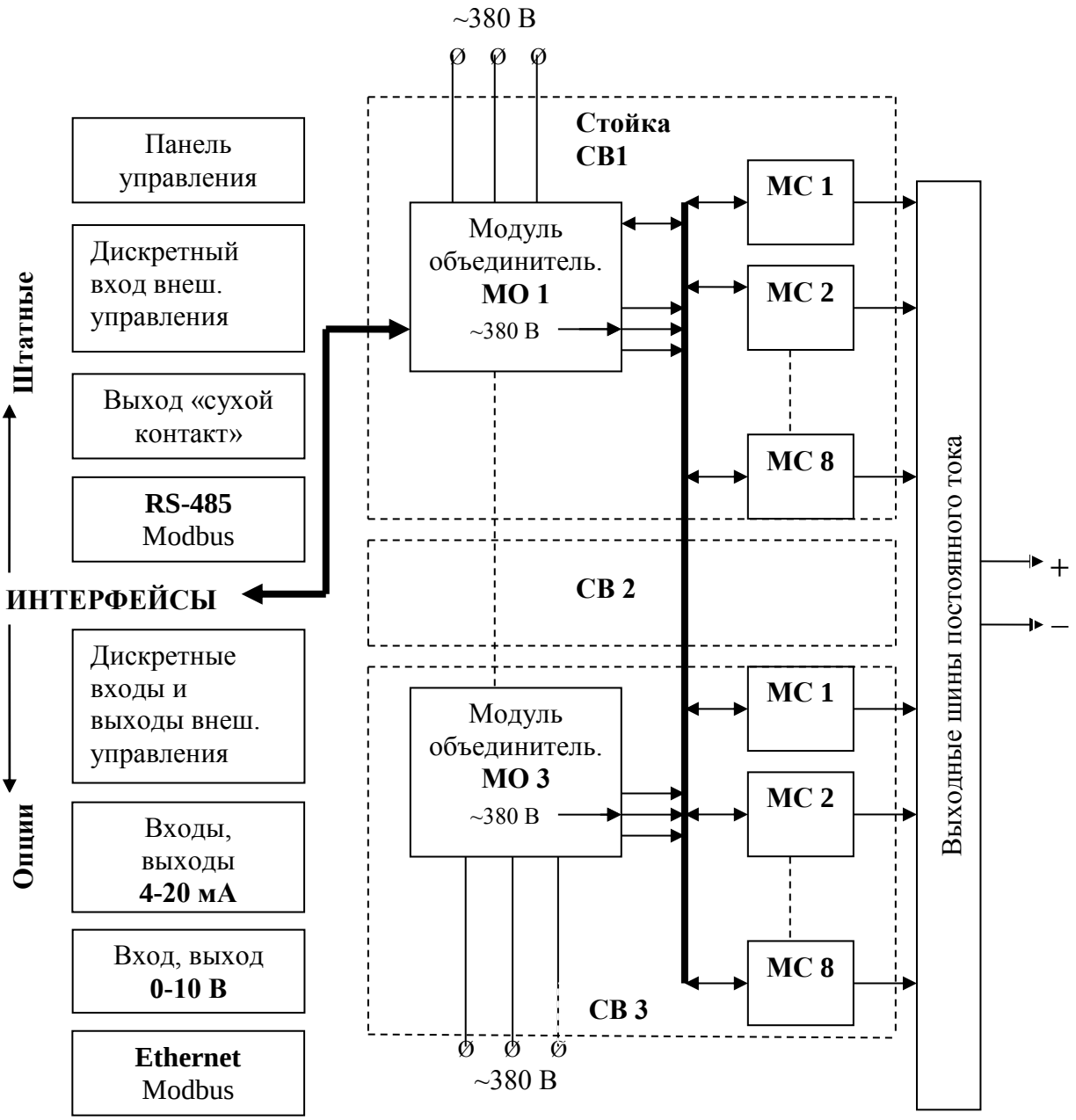


Рисунок 2

Структурная блок-схема модуля силового (МС)

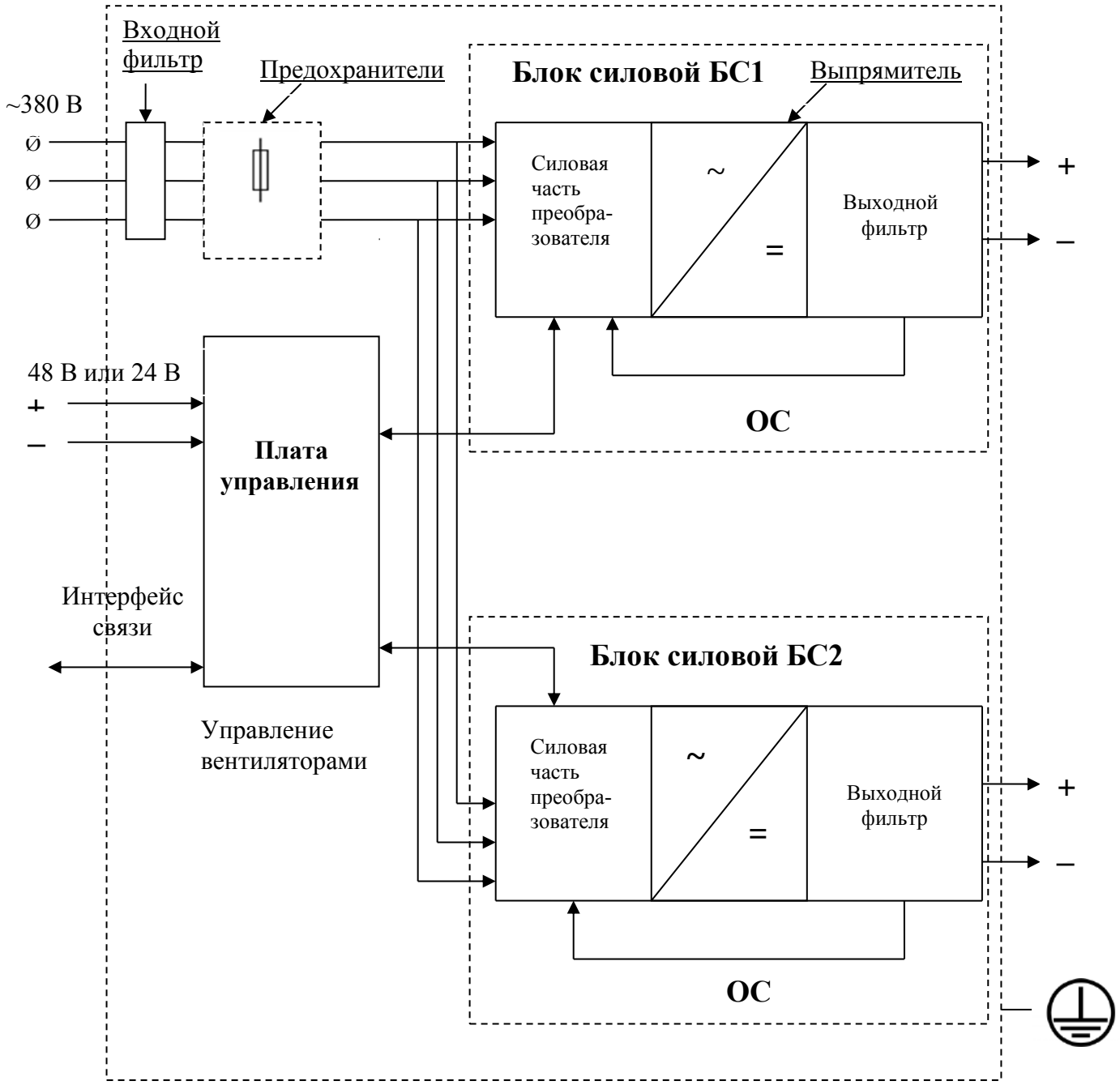


Рисунок 3

1.4.13 Описание работы БС:

– от входных клемм питания МС ~380 В напряжение подается на входной (сетевой) фильтр поз.1, общий для всего МС;

– входные клеммы с фильтром соединены короткими шинами (25 мм), что уменьшает электромагнитные наводки на внешнюю цепь питания;

– по гибким проводникам напряжение с фильтра подается на предохранители, расположенные на передней стенке модуля поз.2;

– далее с предохранителей напряжение подается на 3-х фазный выпрямительный диодный мост поз.3;

– выпрямленное напряжение поступает на высокочастотный преобразователь частоты и формы тока поз.4;

– далее с драйвера напряжение поступает на трансформатор напряжения поз.5;

– с выходных шин трансформатора напряжение поступает на выпрямитель поз.6 по схеме удвоителя тока (два дросселя и диодные модули Шоттки);

– под выходными шинами трансформатора к диодным модулям крепится снаббер между ними;

– с дросселей – выход на шины (на нагрузку) поз.8;

– для сглаживания пульсаций между выходными шинами установлен выходной фильтр поз.7;

– в модификации с реверсом устанавливается блок реверса поз.8.

Структурная блок-схема блока силового (БС)

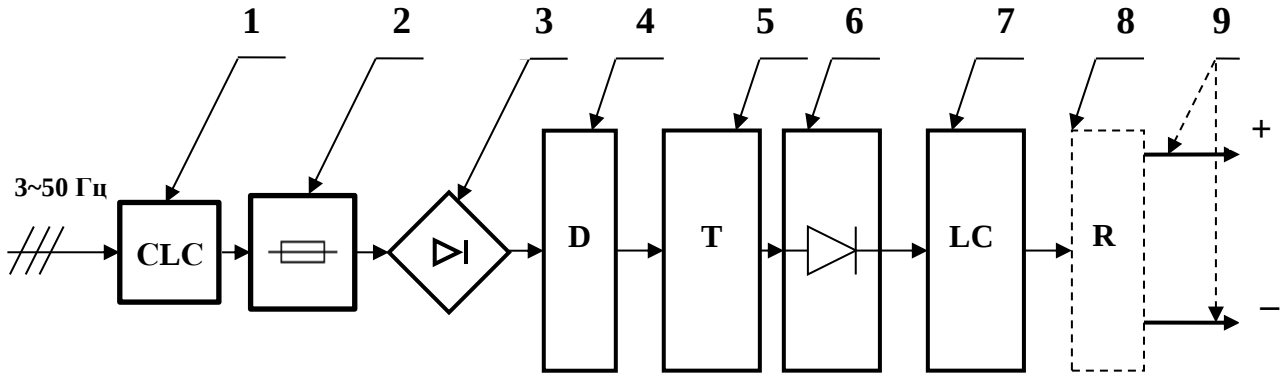


Рисунок 4

1 – входной (сетевой) фильтр;
2 – предохранители;
3 – выпрямительный диодный мост;
4 – высокочастотный преобразователь;
5 – силовой трансформатор;
6 – выпрямитель;
7 – выходной «L-C» фильтр;
8 – блок реверса (в варианте с реверсом);
9 – выходные шины постоянного тока

1.5 Модуль силовой (МС)

1.5.1 Конструкция: МС всех модификаций конструктивно выполнены в унифицированном (в зависимости от наличия блока реверса) корпусе, допускающем взаимозаменяемость и механическую совместимость.

1.5.2 Характеристики: подробное описание технических характеристик МС необходимой модификации смотри в документе «Техническое описание Модуля Силового» (доступно на сайте http://navicom.org) соответствующего номинала.

1.6 Модуль объединительный (МО)

1.6.1 Конструкция: МО всех модификаций конструктивно выполнены в унифицированном (в зависимости от наличия блока реверса) корпусе, допускающем взаимозаменяемость и механическую совместимость.

1.6.2 Характеристики: подробное описание технических характеристик МО необходимой модификации смотри в документе «Техническое описание Модуля Объединительного» (доступно на сайте http://navicom.org).

1.6.3 Порядок действий для обеспечения доступа к разъемам модуля объединительного (МО) при подключении внешнего управления представлен на Рисунке 5

– снять выходные объединительные шины (если есть);
– ослабить крепление сальника кабеля питания;
– вывернуть 2 крепежных винта задней крышки;

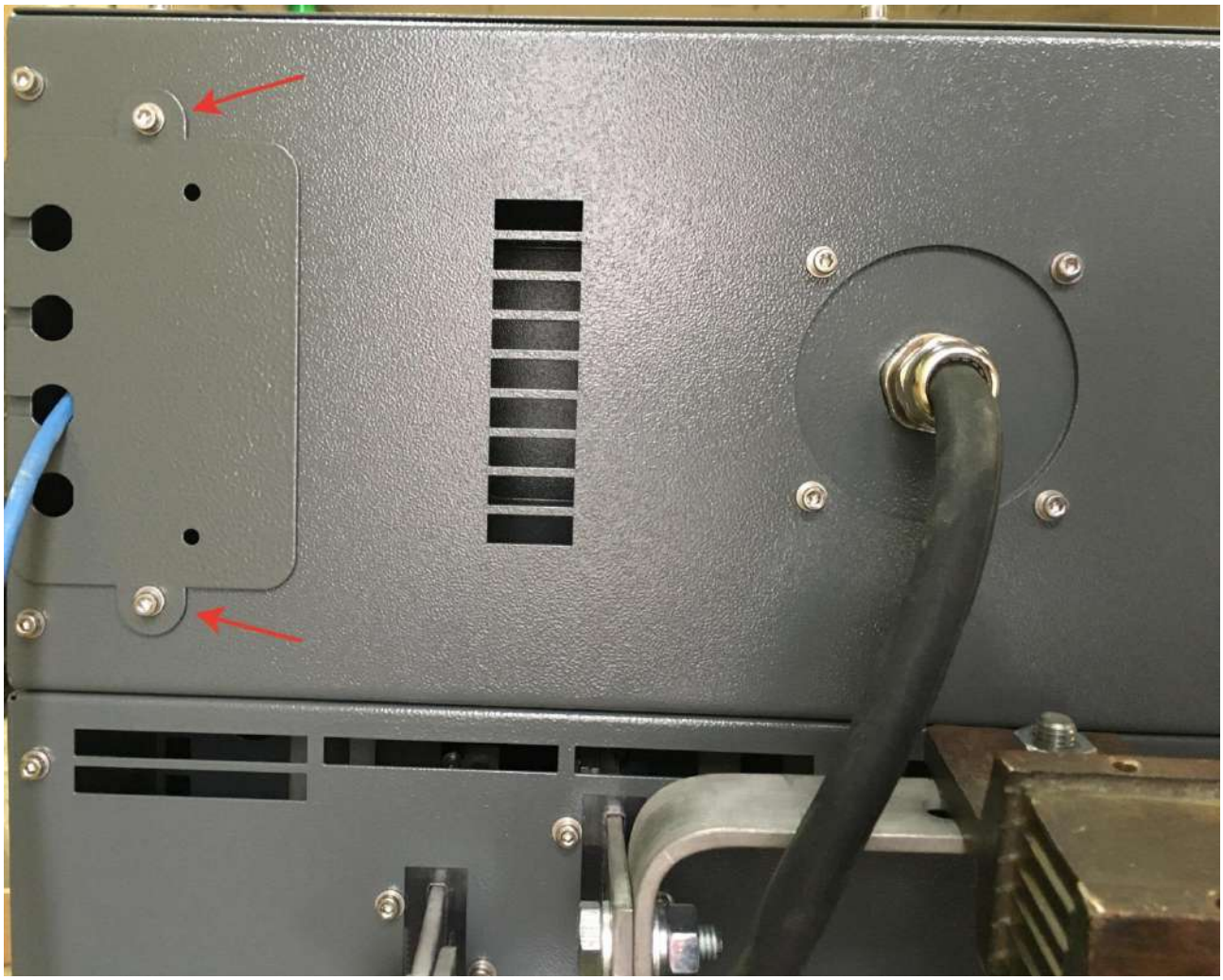


Рисунок 5

2 Маркировка

2.1. Маркировка выполнена в соответствии с ГОСТ 26118.

2.2. Агрегаты (КВ, АВ, СВ) имеют табличку, закрепленную на видном месте, на которой указывается:

– логотип предприятия-изготовителя;

– наименование предприятия-изготовителя (ООО «Навиком»);

– сокращенное наименование изделия (КВ, АВ, СВ);

– порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;

– номер ТУ 3416-005-55311141-13;

– месяц и год выпуска.

2.3. При наличии нескольких стоек маркировка должна быть на каждой стойке, входящей в состав выпрямителя с нумерацией стоек СВ1, СВ2 и т.д.

2.4. Модули МС и МО в составе агрегата имеют табличку на которой указывается:

– логотип предприятия-изготовителя (не обязательно);

– наименование предприятия-изготовителя (ООО «Навиком») (не обязательно);

– сокращенное наименование изделия (МС, МО);

– порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя (5 цифр);

Пример: МС 00015; МО 00012.

– номер ТУ 3416-005-55311141-13 (не обязательно);

– месяц и год выпуска (не обязательно).

2.5. Качество маркировки соответствует ГОСТ 18620.

2.6. Допускаются следующие способы нанесения маркировки:

– на самоклеющейся пленке;

– шильдик.

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АГРЕГАТА ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 Указания мер безопасности

3.1.1. **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: ОТДЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ ВЫПРЯМИТЕЛЯ ИМЕЮТ ОПАСНОЕ ДЛЯ ЖИЗНИ ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, КОТОРОЕ ПРИ КОНТАКТЕ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ШОКУ, ОЖОГАМ ИЛИ СМЕРТИ!**

Это изделие предназначено только для профессионального использования в роли источника питания для гальванических ванн, установок электролиза, станков электрохимической обработки металлов; для других целей может использоваться только по согласованию с ООО «Навиком». Например, данный аппарат не должен использоваться для зарядки батарей, дома или в офисах.

3.1.2. Персонал, обслуживающий выпрямитель, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей, быть ознакомлен с требованиями настоящего Руководства и иметь допуск на проведение работ.

3.1.3. **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!** Установку данного оборудования, обслуживание и ремонт разрешается производить только квалифицированным специалистам предприятия-изготовителя или специально обученным персоналом по методике предприятия-изготовителя, строго соблюдая требования «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и требования настоящего Руководства.

До установки и работы с выпрямителем необходимо изучить настоящее РЭ.

3.1.4. Перед началом работы необходимо выполнить все организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасное выполнение работ (заземлить агрегат, исключить доступ посторонних лиц, обеспечить пожарную безопасность и т.д.).

3.1.5. В случае возгорания агрегатов применять для тушения огня только огнетушители, предназначенные для тушения пожаров класса «Е» (в электроустановках).

3.1.6. Корпус каждого агрегата должен быть надежно заземлен в соответствии с действующими правилами.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: ЗАПРЕЩАЕТСЯ РАБОТАТЬ НА НЕИСПРАВНОМ ИЛИ НЕЗАЗЕМЛЕННОМ АГРЕГАТЕ!

3.1.7. После нахождения агрегата при пониженной температуре перед включением необходимо выдержать его в нормальных климатических условиях не менее 6 часов.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: ПОПАДАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ, А ТАКЖЕ НАЛИЧИЕ КОНДЕНСАТА ВНУТРИ ИЛИ СНАРУЖИ АППАРАТА НЕДОПУСТИМО!

3.1.8 Все операции по подключению/отключению проводов и разъемов должны производиться на обесточенном оборудовании.

3.2 Порядок и правила установки и монтажа

3.2.1 ВНИМАНИЕ! Все погрузочно-разгрузочные работы и транспортировку производить только за основание агрегата.

3.2.2 Распакуйте выпрямители и подвергните их внешнему осмотру. При этом проверьте целостность электрического монтажа и составных узлов, их комплектность, соответствие паспортным данным.

3.2.3 Перед включением аппарата следует изучить настоящее Руководство и другие документы, входящие в комплект поставки, и в процессе эксплуатации руководствоваться их положениями.

3.2.4 Выпрямители должны устанавливаться на ровную площадку (пол). Способ монтажа должен обеспечивать устойчивое горизонтальное положение выпрямителя.

У основания (подставки) стойки могут быть установлены резьбовые опоры, которые позволяют отрегулировать горизонтальность установки стойки, с ходом по высоте до 15мм.

3.2.5 Способ монтажа должен обеспечивать свободную циркуляцию воздуха через радиаторы охлаждения и вокруг агрегата.

Расстояние от передней и задней стенки выпрямителя до ближайшего препятствия должно быть не менее 0,5 метра. Расстояние от верхней крышки до препятствия должно быть не менее 0,5 метра.

3.2.6 Не допускается установка выпрямителей в ящики, глухие ниши и в закрытых помещениях.

3.2.7 Выпрямители допускается размещать непосредственно в гальваническом цехе, соблюдая условия, указанные в пунктах 3.2.4…3.2.6. При этом расстояние от аппарата до любой емкости с жидкостью должно быть не менее 1 метра.

3.2.8 Установите с помощью грузоподъемных механизмов выпрямитель на место, подготовленное для монтажа. При необходимости закрепите его к полу (фундаменту).

3.2.9 Способ транспортировки и установки должен исключать силовое воздействие на выступающие элементы конструкции (радиаторы, вентиляторы, выходные шины), органы управления и т.п.

3.2.10 Если хранение и транспортировка выпрямителя производились в условиях, отличающихся от рабочих, необходимо выдержать его в рабочих условиях не менее 6 часов.

3.2.11 В исключительных случаях, по письменному согласованию с производителем (ООО «Навиком») допускается изменение параметров размещения (пп.3.2.5–3.2.7).

3.2.12 При проектировании и построении питающей сети необходимо руководствоваться рекомендациями из Приложения Д.

3.3 Подготовка к работе

3.3.1. Перед началом работы должны быть выполнены все организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность проведения работ.

3.3.2. Обеспечьте невозможность приближения посторонних лиц к месту установки агрегата.

3.3.3. Заземлите агрегат с помощью провода заземления, подключенного к клемме заземления. Сечение жилы заземляющего проводника выбирать в соответствии с Главой 1.7. ПУЭ.

3.3.4. Соедините шинопроводами (кабелями) выходные шины агрегатов с гальваническими ваннами (электрохимическими станками) с соблюдением полярности тока. Если необходимо, обеспечьте электроизоляцию соединительных узлов.

В случае если выпрямитель имеет больше чем одну выпрямительную стойку (СВ), объединенные наружными шинами, кабель нагрузки должен быть подсоединён в нескольких равномерно распределённых точках.

Запрещается подсоединять кабель нагрузки только с одного конца шины, так как в этом случае шины могут перегреться, и это может привести к поломке выпрямителя.

ВАЖНО! Все присоединяемые к стойкам выпрямительным шинопроводы, шунты или иные устройства, включая входящие в комплект поставки объединительные шины, должны быть закреплены по месту установки при помощи жестких опор или иным способом, обеспечивающим отсутствие вертикальной нагрузки на выходные шины стоек выпрямительных. Опоры в комплект поставки не входят.

3.3.5. При необходимости подключения выносного пульта или управляющей ЭВМ подготовьте соединительный кабель необходимой длины. Тип разъема, расположение контактов и схемы распайки кабеля указаны в документации на ПДУ.

При необходимости, для согласования с линией передачи может быть использован либо встроенный резистор номиналом 120 Ом, либо внешний резистор требуемого номинала. Подробнее смотри паспорт и РЭ на ПДУ.

3.3.6. Если необходимо, подключите управляющий контроллер или выносной пульт управления к разъему «RS-485». Расположение контактов разъема приведено в документе «Техническое описание Модуля объединительного» (доступно на сайте http://navicom.org).

1 - контакт группы реле, нормально открытый;
2 - контакт группы реле, нормально открытый;
3 - терминирующий резистор 120 Ом;
4 - –24 В;
5 - Terminal B;
6 - –24 В вход внешнего управления;
7 - +24 В вход внешнего управления;
8 - +24 В;
9 - Terminal A.

Первый вывод встроенного терминирующего резистора постоянно соединен с контактом 9 разъема. Для включения встроенного терминирующего резистора необходимо установить перемычку между контактами 5 и 3 ответной части разъема.

1 и 2 контакты нормально открытой группы реле предназначены для подключения внешнего сигнализирующего или исполнительного устройства. Замыкание контактов происходит в соответствии с настройками в режиме общих настроек агрегата.

Вход внешнего управления используется для управления агрегатом с помощью внешнего датчика/сигнала. Логика функционирования входа задаётся в режиме общих настроек агрегата.

В режиме общих настроек агрегата можно задействовать или отключить работу входа внешнего управления и работу внешнего сигнализирующего устройства.

3.3.7 Подключение внешней кнопки «СТОП» аварийного отключения

В режимах «Запрет/Разрешение работы» или «Кн.АВАРИЯ» возможно подключение внешней кнопки «СТОП» аварийного отключения.

Для этого используются контакты 6,7 и контакты 4,8 (питание 24 В) входа внешнего управления разъема «RS-485».

Схема подключения кнопки приведена на рис.6.

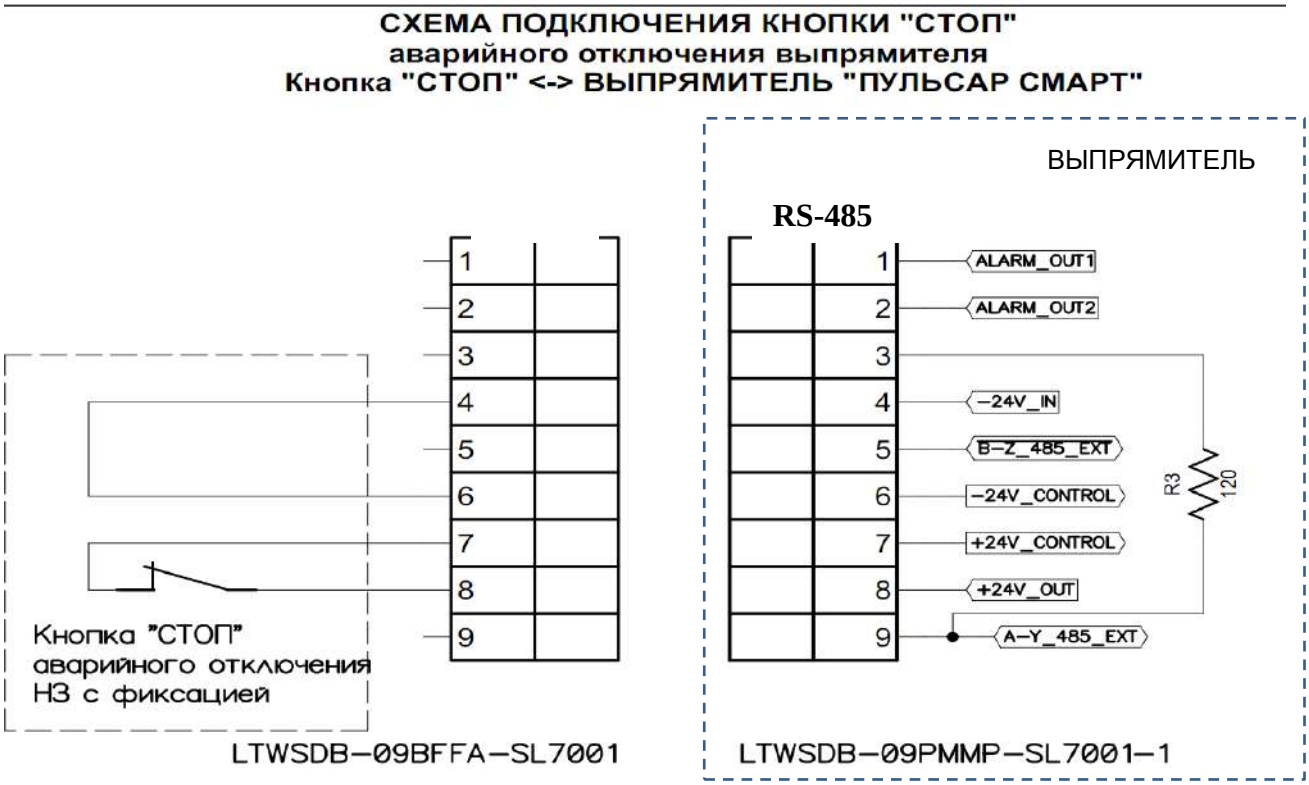


Рисунок 6

Должна быть установлена кнопка с фиксацией, с нормально замкнутыми контактами. Перед разблокировкой следует устранить возникшую неисправность, необходимо убедиться в выполнении всех организационных и технических мероприятий, обеспечивающих безопасное выполнение работ (заземлить агрегат, исключить доступ посторонних лиц, обеспечить пожарную безопасность и т.д.).

Для разблокировки выпрямителя следует повернуть ручку кнопки.

3.3.8 **ВНИМАНИЕ**: **В случае, если разъем не задействован, необходимо подсоединить защитный кожух разъёма DB-9F к разъёму DB-9M, установленному на выпрямительном агрегате. Выходное отверстие защитного кожуха необходимо заглушить для защиты разъёма от воздействия окружающей среды!**

3.3.9 Подключить кабель питания выпрямителя к питающей сети 0,4 кВ по схеме «треугольник» без N-проводника (3 фазы+заземление). Порядок чередования фаз значения не имеет. Устройства контроля питающей сети, контактор, автоматический выключатель и прочие дополнительные устройства, при необходимости, могут быть смонтированы во внешний щит управления. Сечение кабеля выбирается в соответствии с таблицей:

Кол-во МС	Ток потребления максимальный, А	Резьбовые клеммы подключения	Допустимая марка кабеля
1	22	М8	КГ 3х6 + 1х4, ВВГнг-LS-0,66 4х6, ВВГнг-LS-1 4х6
2	44	М8	КГ 3х10+1х6, ВВГнг-LS-0,66 4х10, ВВГнг-LS-1 4х10
3	66	М8	КГ 3х16+1х6, ВВГнг-LS-0,66 4х16, ВВГнг-LS-1 4х16
4	88	М8	КГ 3х25+1х10, ВВГнг-LS-0,66 4х25, ВВГнг-LS-1 4х25
5	110	М12	КГ 3х35+1х10, ВВГнг-LS-0,66 4х35, ВВГнг-LS-1 4х35
6	132	М12	КГ 3х50+1х16, ВВГнг-LS-0,66 4х50, ВВГнг-LS-1 4х50
7	154	М12	КГ 3х70+1х25, ВВГнг-LS-0,66 4х70, ВВГнг-LS-1 4х70
8	176	М12	КГ 3х70+1х25, ВВГнг-LS-0,66 4х70, ВВГнг-LS-1 4х70

3.3.10 Измерение сопротивления изоляции проводят методом 101 по ГОСТ 26567. Перед измерением необходимо:

а) отсоединить внешнюю питающую цепь и нагрузку;

б) **закоротить между собой выводы 3А, 3В, 3С на вводе выпрямителя**;

в) **закоротить выходные шины (+) и (-).**

Измерение сопротивления изоляции производят:

- между первичными силовыми цепями и корпусом;
- между вторичными силовыми цепями и корпусом;
- между первичными и вторичными силовыми цепями.

Средства измерений: мегаомметры ГОСТ 23706

Измерение сопротивления изоляции между первичными силовыми цепями и корпусом, между первичными и вторичными силовыми цепями выпрямителей с напряжением питающей сети 380 В должно производиться мегаомметрами с рабочим напряжением 1500 В.

Измерение сопротивления изоляции между вторичными силовыми цепями и корпусом должно производиться для агрегатов с номинальным рабочим постоянным напряжением до 100 В мегаомметрами с рабочим напряжением 100 В, а от 100 В до 500 В - мегаомметрами с рабочим напряжением 500 В.

Выпрямители считаются выдержавшими испытание, если измеренное сопротивление изоляции силовых цепей составляет не менее 5 МОм.

3.3.11 Подать электропитание, включив автоматические выключатели на местном щите управления.

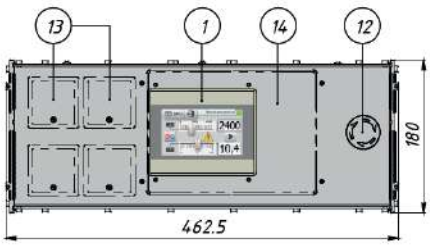
3.3.12 Пульт управления включается автоматически.

3.3.13 О готовности к работе МС будет свидетельствовать непрерывное зеленое свечение индикатора состояния на каждом модуле.

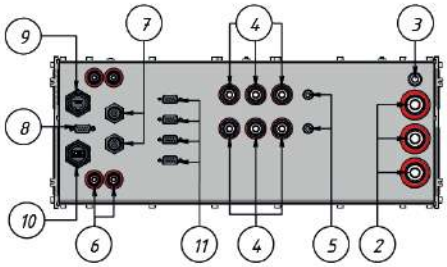
3.3.14 Выпрямитель готов к работе.

3.4 Расположение разъемов и органов управления

Габаритные размеры



Модуль объединительный (вид спереди)



Модуль объединительный (вид сзади)

Внешние элементы конструкции:

1. Сенсорная панель 4,3" для отображения информации и управления.
2. Клеммы питания выпрямителя входные, 3х380 В, под гайку М8/М12.
3. Клемма заземления выпрямителя, под гайку М6/М8.
4. Клеммы питания выходные на модули силовые, 3х380 В, под гайку М8.
5. Клемма заземления модулей силовых, под гайку М6.
6. Клеммы питания вторичных (вспомогательных) цепей на модули силовые, 48В, под гайку М6.
7. Разъем интерфейса связи с модулями (RS-485 Full Duplex), марка CGRBU-12PFMP-LC7-050, ответная часть на кабель CGRBU-12BMFA-LC7-001 (см. «Разъёмы и сигналы» п.1).
8. Разъём подключения ПДУ / контроллера, вход / выход внешнего управления, тип DB9M, ответная часть на кабель D-Sub TWSDB-09BFFA-SL7001(см. «Разъёмы и сигналы» п.2).
9. Разъем Ethernet для подключения ПДУ/контроллера, марка LTWRJS-5EPFFP-LC7001 (см. «Разъёмы и сигналы» п.3).
10. Разъём для обновления встроенного ПО МО, тип USB-A, марка LTWUA-20PMFP-LC7001 (для технического обслуживания).

Опции (смотри техническое описание «Опциональные компоненты, разъёмы и сигналы»):

11. Разъемы входа-выхода сигналов 4-20мА, 0-10В, дискретных входов, выходов «сухой контакт», реле дифференциальной утечки тока, приборов контроля тока и напряжения (тип DB9M).
12. Кнопка аварийной остановки работы.
13. Приборы щитовые стрелочные для визуального контроля параметров.
14. Увеличенная сенсорная панель 7".

*Для соответствия классу защиты IP65 все неиспользующиеся разъёмы закрываются заглушками

3.4 Пульт управления и порядок работы с ним

3.4.1.Пульт управления агрегатом представляет собой сенсорную панель с графическим интерфейсом пользователя. Стартовый экран сразу после включения агрегата изображен на рис.7.

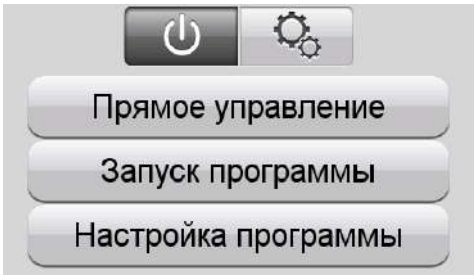


Рисунок 7. Экран панели управления сразу после включения

3.4.2. Агрегат может находиться в следующих режимах работы:

– режим готовности;

– режим прямого управления;

– режим выполнения программы.

3.4.3.В режиме готовности агрегат находится сразу после включения или перезапуска системы управления. О готовности силовых модулей к работе свидетельствует непрерывное свечение зеленых индикаторов посередине передней панели каждого силового модуля.

3.4.4. Режим прямого управления позволяет установить необходимые значения тока и напряжения и включить агрегат с этими параметрами.

Для входа в этот режим необходимо нажать кнопку «**Прямое управление**» стартового экрана. Элементы управления изображены на рис.8.

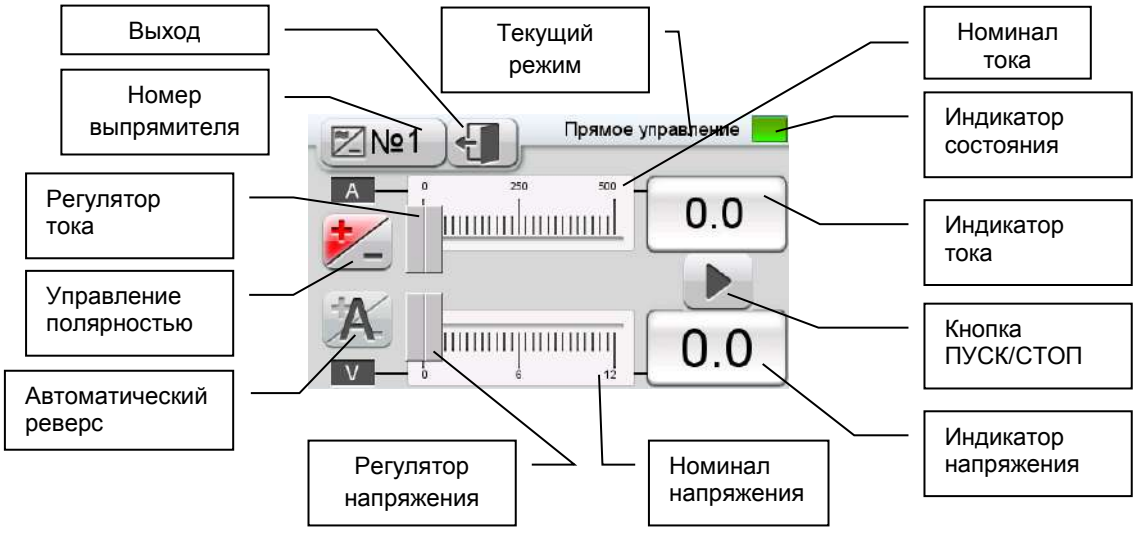


Рисунок 8. Элементы управления

3.4.5 **Описание элементов управления**

Кнопка «**Номер выпрямителя**» предназначена для выбора управляемого выпрямителя, если агрегат состоит из нескольких независимых выпрямителей (независимых выходов, «виртуальных» выпрямителей»), управляемых с одного пульта выпрямителя.

Кнопка «**Выход**» предназначена для выхода на стартовый экран.

Надпись «**Прямое управление**» отображает название активного экрана.

Индикатор состояния информирует о текущем состоянии выпрямителя:
– **зеленый горит непрерывно** – готов к работе, неактивен;
– **зеленый мигает** – работает, выходные шины под током;
– **желтый** – есть некритический сбой, не препятствующий работе;
– **красный** – критический сбой.

Цифровые шкалы тока и напряжения имеют цифровую маркировку, самое правое (максимальное) значение соответствует номинальному значению тока/напряжения для данного выпрямителя.

Регулятор тока и **Регулятор напряжения** предназначены для грубой регулировки.

Кнопка «**Управление полярностью**» предназначена для ручного управления полярностью реверсивных выпрямителей.

Кнопка «**Автоматический реверс**» предназначена для включения/выключения и настройки параметров функции автоматического реверса реверсивных выпрямителей. В выводимом окне можно задать длительность прямого тока, длительность обратного тока, длительность паузы между импульсами с точностью 0,001 сек или 1 сек. После любого изменения параметров необходимо нажать кнопку «**Применить**». Кнопкой «**Включен/Выключен**» автоматический реверс включается и выключается.

Индикаторы тока и напряжения при регулировке отображают точную величину задаваемого тока и напряжения. Нажатием на сам индикатор можно вызвать цифровую клавиатуру ввода точного значения, изображенную на рис.9.

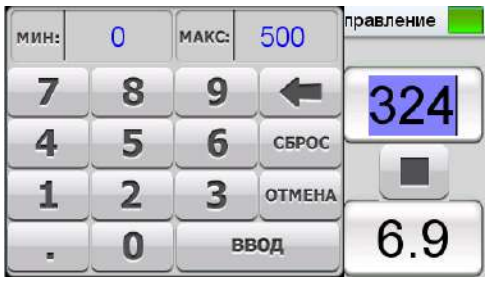


Рисунок 9. Клавиатура ввода значений параметров

Кнопка «**ПУСК/СТОП**» предназначена для пуска и останова выпрямителя. После нажатия на кнопку «**ПУСК**» пульт управления переключится на экран индикации (рис.10).

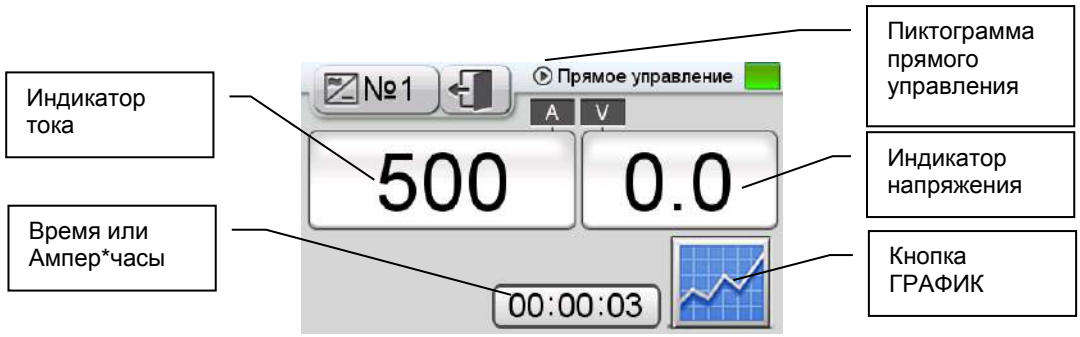


Рисунок 10. Экран индикации

Индикаторы тока и напряжения отображают фактические значения

тока/напряжения на выходе выпрямителя. Нажатием на области индикаторов можно перейти на экран регулировки. Возврат на экран индикации произойдет автоматически через 3 секунды при отсутствии действий оператора.

Время отображается с момента последнего изменения параметров тока/напряжения оператором или с момента старта.

Нажатием на область отображения времени можно переключиться в отображение количества **Ампер*часов** (Ампер*секунд).

Кнопка «**ГРАФИК**» предназначена для перехода на экран графического отображения величин тока и напряжения (рис.11).

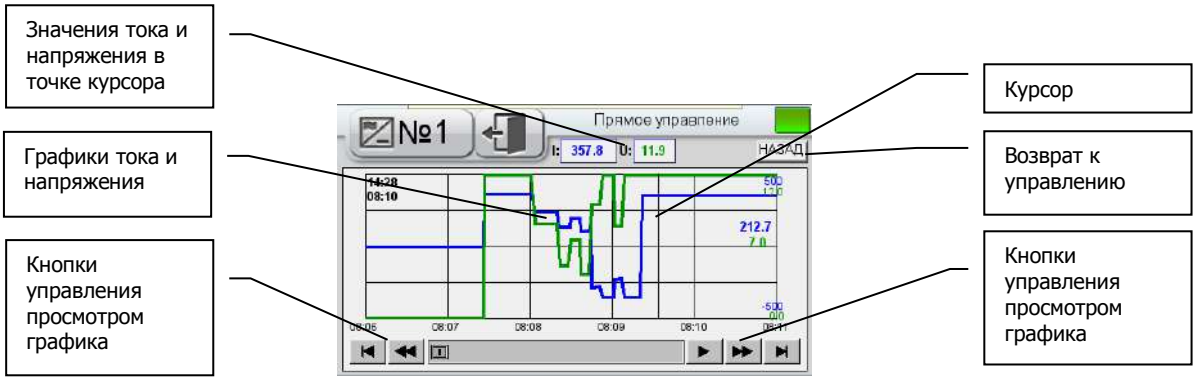


Рисунок 11. Экран графического отображения

Нажатием в произвольную точку области отображения графика можно установить курсор и увидеть фактические значения тока и напряжения в тот момент времени.

История значений тока и напряжения (протокол работы) сохраняется в памяти выпрямителя до выключения или перезапуска системы управления агрегата, но не более 8 часов. Для агрегатов, имеющих в составе более одного виртуального выпрямителя, история значений не сохраняется и доступна только с момента начала отображения данного экрана до выхода из этого экрана.

Вы можете понять все функции каждой кнопки, понажимав их и увидев, что получается.

3.4.6 Режим выполнения программы предназначен для автоматического выполнения выпрямителем последовательностей операций – программ.

В энергонезависимой памяти агрегата может храниться до 10 различных программ. Любая программа может быть «привязана» к любому выпрямителю (если их более одного в составе агрегата). Таким образом, экран запуска программы предназначен для создания и отображения «привязок».

Для входа в этот режим необходимо нажать кнопку «**Запуск программы**» стартового экрана. Элементы управления этого режима изображены на рис.12.

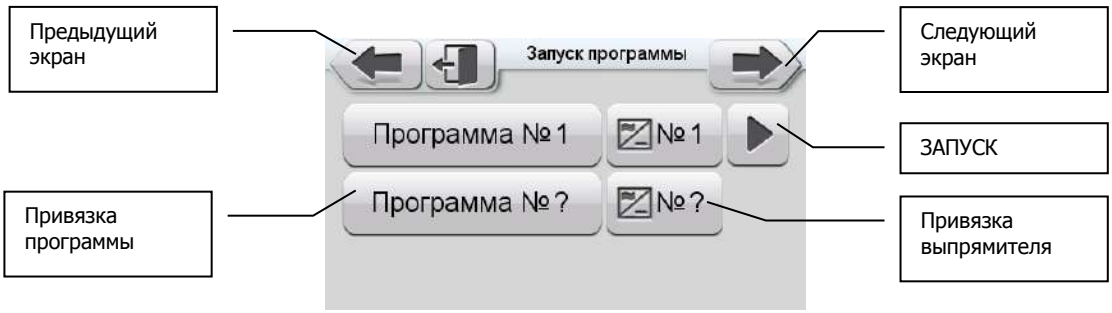


Рисунок 12

3.4.7 **Описание элементов управления режима выполнения программы**

Кнопки «**Предыдущий экран**» и «**Следующий экран**» предназначены для перелистывания списка привязок, когда их количество более трёх.

Кнопка «**Привязка программы**» предназначена для выбора программы при создании новой или изменении существующей привязки.

Кнопка «**Привязка выпрямителя**» предназначена для выбора выпрямителя при создании новой, изменении существующей или удалении привязки.

Кнопка «**ЗАПУСК**» выполняет запуск соответствующей привязки, при этом пульт переходит в экран индикации (рис.13).

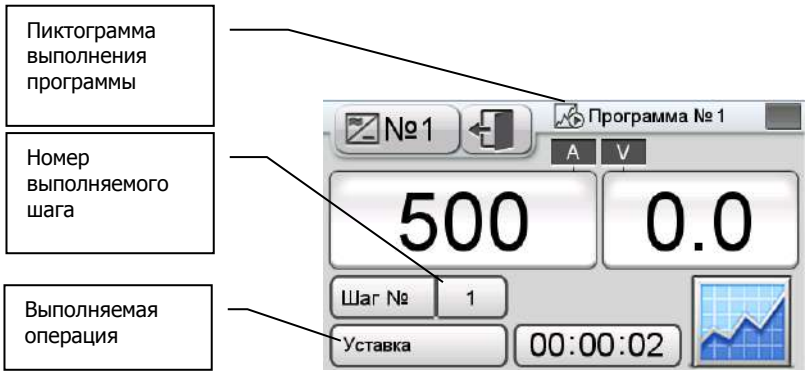


Рисунок 13

Поле «**Номер шага**» отображает порядковый номер выполняемого шага.

Поле «**Выполняемая операция**» отображает название выполняемой операции.

Остальные элементы аналогичны соответствующим элементам экрана «Прямое управление».

Нажатием на области индикаторов тока/напряжения можно перейти на экран управления выполнением программы (рис.14).

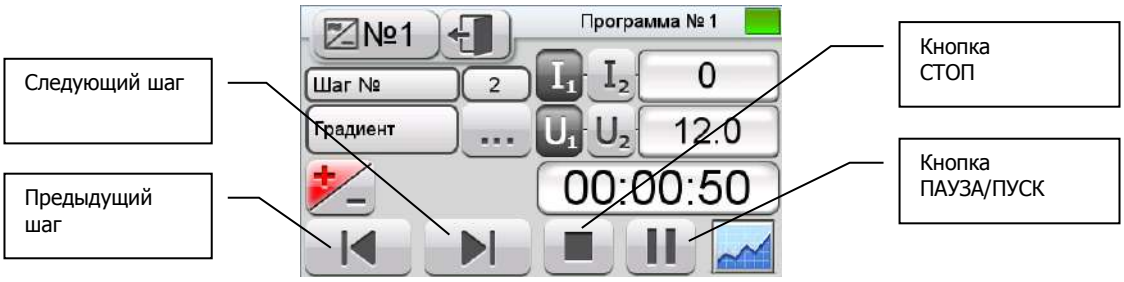


Рисунок 14

В этом экране доступны к немедленному изменению любые параметры выполняемой операции.

Кнопки «**Предыдущий шаг**» и «**Следующий шаг**» запускают на выполнение предыдущий/следующий шаг программы.

Кнопка «**СТОП**» останавливает работу программы.

Кнопка «**ПАУЗА/ПУСК**» предназначена для временной приостановки и возобновления работы программы.

3.4.8 Одновременно с работой выпрямителя в режимах готовности, прямого управления и выполнения программы оператор может выполнять различные настройки агрегата, а именно:

– настройка программы;
– общие настройки.

3.4.9 Экран «Настройка программы» предназначен для создания, изменения и удаления программ.

В энергонезависимой памяти агрегата может храниться до 10 различных программ. Каждая программа представляет собой непрерывную последовательность операций (шагов), количеством от 1 до 10.

Для перехода на этот экран необходимо нажать кнопку «**Настройка программы**» стартового экрана. Элементы управления в этом режиме изображены на рис.15.

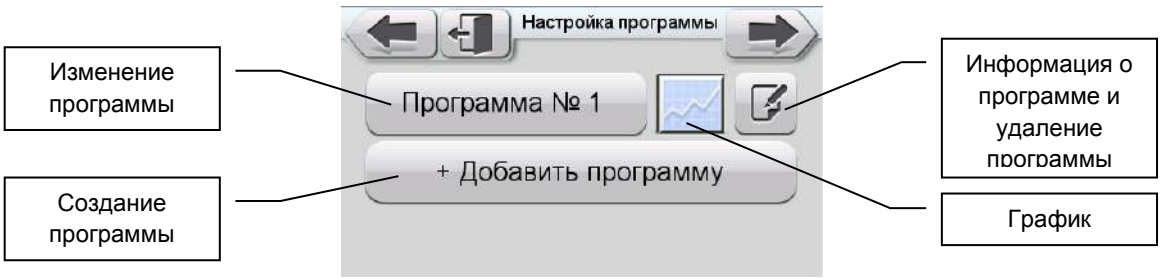


Рисунок 15

Кнопка «**Информация…**» предназначена для редактирования названия и описания программы (рис.16).

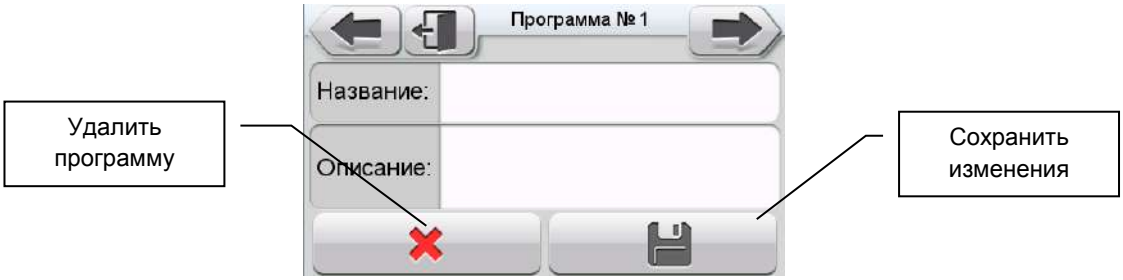


Рисунок 16

Графическое отображение программы можно увидеть, нажав на кнопку «**График**» (рис.17).

Рисунок 17

Нажатие в любую точку области графика вызывает описание визуализации различных типов операций.

Кнопка «**Вид**» переключает режим отображения графиков тока и напряжения «Раздельный / Совмещенный».

Кнопки «**Изменение программы**» и «**Создание программы**» вызывают экран редактирования шага существующей или новой программы (рис.18).

Рисунок 18

Кнопки «**Предыдущий шаг**» и «**Следующий шаг**» служат для навигации по программе.

Кнопка «**Удалить шаг**» удаляет (очищает) текущий шаг из памяти агрегата.

Кнопка «**Сохранить шаг**» сохраняет параметры шага в памяти агрегата.

Набор параметров операции зависит от выбранного типа операции. При выборе конкретной операции следует внимательно изучить её описание, присутствующее в окне выбора операции.

Типы операций и их параметров представлены в таблице № 3.

Таблица № 3

Операция	Действие	Параметр	Описание параметра
Нет операции	Останов программы	нет	
Уставка	Поддержание (стабилизация) тока или напряжения.	I1	Величина уставки тока
		U1	Величина уставки напряжения
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
Градиент	Плавное линейное изменение тока или напряжения.	I1	Начальное значение тока
		I2	Конечное значение тока
		U1	Начальное значение напряжения
		U2	Конечное значение напряжения
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
Уставка тока	Поддержание (стабилизация) тока с контролем напряжения. Прекращение операции при несоответствии напряжения.	I1	Величина уставки тока
		U1	Нижний порог напряжения
		U2	Верхний порог напряжения
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
Уставка напряжения	Поддержание (стабилизация) напряжения с контролем тока. Прекращение операции при несоответствии тока.	I1	Нижний порог тока
		I2	Верхний порог тока
		U1	Величина уставки напряжения
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
Конечный цикл	Переход на требуемый шаг указанное количество раз, затем продолжение программы.	На шаг	Номер шага, на который осуществляется переход
		Повторы	Количество переходов
Переход	Переход на требуемый шаг.	На шаг	Номер шага, на который осуществляется переход
Сигнал	Подать сигнал на выход типа «сухой контакт».	Выход	Номер выхода (опционально)
		Ждать	Ждать окончания сигнала или продолжать выполнение программы
		Время	Длительность сигнала
Градиент	Плавное линейное изменение тока или напряжения.	I1	Начальное значение тока
		I2	Конечное значение тока
		U1	Начальное значение напряжения
		U2	Конечное значение напряжения
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
ВЧ импульс	Импульсный однополярный ток или напряжение. Частота 0–200 Гц.	I1	Величина уставки тока
		U1	Величина уставки напряжения
		F	Частота следования импульсов, Гц
		D	Коэффициент заполнения (отношение длительности импульса к периоду), %
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
НЧ импульс	Импульсный однополярный ток или напряжение. Частота 1–200 имп/мин.	I1	Величина уставки тока
		U1	Величина уставки напряжения
		F	Частота следования импульсов, имп./мин
		D	Коэффициент заполнения (отношение длительности импульса к периоду), %
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
Градиент от пред.	Плавное линейное изменение тока или напряжения от предыдущего фактического значения	I2	Конечное значение тока
		U2	Конечное значение напряжения
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)

Градиент тока	Плавное линейное изменение тока от предыдущего фактического значения с контролем напряжения	I2	Конечное значение тока
		U1	Минимально допустимое напряжение
		U2	Максимально допустимое напряжение
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
Градиент напряжения	Плавное линейное изменение напряжения от предыдущего фактического значения с контролем напряжения	I1	Минимально допустимый ток
		I2	Максимально допустимый ток
		U2	Конечное значение напряжения
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
ИРТ	Импульсный реверсивный симметричный по амплитуде ток с заданными длительностями прямого и обратного тока. Величина уставки напряжения равна уставке напряжения предыдущего шага.	K	Коэффициент пересчета уставки тока (уставка тока этой операции равняется уставке тока предыдущей операции, деленной на K)
		Тп	Длительность прямого тока, с (8.0–13.0)
		То	Длительность обратного тока, с (0.7–1.0)
		Время	Длительность операции
Ступенчатый градиент	Дискретное изменение тока и/или напряжения от предыдущей уставки (в последнюю секунду предыдущей операции)	ΔI	Величина приращения тока
		ΔU	Величина приращения напряжения
		T	Длительность каждого шага приращения
		N	Количество шагов приращения
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
Фактическая уставка	Уставка тока или напряжения, фактически установившегося на момент окончания предыдущего шага программы.	Фиксировать	Ток или напряжение
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)
ИРГрад.тока	Импульсный реверсивный ток с линейно изменяющейся амплитудой в течение заданного времени. Величина уставки напряжения равна уставке напряжения предыдущего шага.	I1	Начальное значение амплитуды тока
		I2	Конечное значение амплитуды тока
		Тп	Длительность импульса прямого тока, с (0.001–65.535)
		То	Длительность импульса обратного тока, с (0.001–65.535)
		Время	Длительность операции
ИГрад.напр (рекомендуется для анодирования титановых сплавов)	Импульсное напряжение с линейно изменяющейся амплитудой в течение заданного времени. При достижении I1 операция прерывается, в этот момент выполняется проверка: если Uфакт < Uп, то переход на следующий шаг программы, где ожидаются 2 операции («сигнал»/пустая и переход/пустая), иначе прыжок через два шага программы (не аварийное продолжение программы).	U1	Начальное значение амплитуды напряжения
		U2	Конечное значение амплитуды напряжения
		Ти	Длительность импульса, с (0.001–65.535)
		Тп	Длительность паузы, с (0.001–65.535)
		I1	Целевое значение амплитуды тока
		Uп	Контрольное значение амплитуды напряжения
		Время	Длительность операции
И.Р.А. ток (только в спец. выпрями-телях)	Импульсный реверсивный асимметричный ток. Величина уставки напряжения равна уставке напряжения предыдущего шага.	I1	Амплитуда тока в прямой полярности
		I2	Амплитуда тока в обратной полярности
		Тп	Длительность прямого тока, с (0.001–65.535)
		То	Длительность обратного тока, с (0.001–65.535)
		Время	Длительность операции

Уставка В.У.И.	Поддержание (стабилизация) тока или напряжения в импульсном режиме. Импульсы формируются внешним сигналом на любом входе управления с логикой «Пауза».	I1	Величина уставки тока
		U1	Величина уставки напряжения
		Время	Длительность операции
		Полярность	Полярность (для реверсивных выпрямителей)

ВНИМАНИЕ! Импульсные режимы доступны опционально, не для всех моделей выпрямителей. Поддерживаемые параметры импульсного тока должны согласовываться при заказе агрегата.

ВНИМАНИЕ! В импульсных режимах работы погрешность измерения не нормируется. Учет количества электричества необходимо вести расчетным методом.

3.4.10 Общие настройки предназначены для настройки пользователем некоторых параметров и функций агрегата. Чтобы войти в этот режим, надо нажать на стартовом экране кнопку «настройки» (шестеренки), а затем кнопку «Общие настройки».

Различные параметры сгруппированы в несколько экранов:

– Параметры MODBUS или Параметры ETHERNET
– Параметры входа
– Параметры выхода
– Задействовать модули
– Прочее и Прочее 2
– Параметры учета А*ч
– Вид экрана.

Для перехода между этими экранами используйте стрелки в верхних углах экрана.

3.4.11 Экран «**Параметры MODBUS**» предназначен для настройки параметров интерфейса RS-485 (рис.19).

Рисунок 19

Варианты значений представлены в таблице № 4.

Таблица № 4

Параметр	**Варианты значения**
Адрес MODBUS	От 1 до 99
Скорость обмена	4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 76800, 115200
Режим последовательного порта	ASCII 7-N-1, NO PARITY ASCII 7-N-2, NO PARITY ASCII 8-N-1, NO PARITY RTU 8-E-1, EVEN PARITY RTU 8-N-2, NO PARITY RTU 8-N-1, NO PARITY (Первая цифра – количество бит данных; последняя – количество стоп-бит)

3.4.12 Экран «**Параметры входа**» изображен на рис.20.

Рисунок 20

Выпрямитель, в зависимости от комплектации, может быть оснащен несколькими входами управления. Работа каждого настраивается независимо от других. Описания входов приведены в таблице № 5.

Таблица № 5

Вход	**Где находится**	**Примеры подключаемых устройств**
внутр. «Стоп»	Клеммники находятся внутри МО, предназначены для подключения устройств, устанавливаемых предприятием-изготовителем при изготовлении выпрямителя.	– встроенная аварийная кнопка «СТОП»; – реле утечки тока; – реле контроля питающей сети.
внутр. «Кнопка»		
RS-485 ALARM	Контакты «6» и «7» разъема «RS-485» (Штатный вход CONTROL)	– внешнее устройство защиты; – внешняя кнопка запуска программы; – внешний контакт управления паузой.
Слот2 Вх1	Контакты «6» и «7» (CONTROL.1) опционального разъема «INOUT» в слоте № 2 (см. раздел 3.4, разъемы «11», нумерация слотов сверху-вниз)	
Слот2 Вх2	Контакты «8» и «9» (CONTROL.2) опционального разъема «INOUT» в слоте № 2 (см. раздел 3.4, разъемы «11», нумерация слотов сверху-вниз)	
Слот3 Вх1	Контакты «6» и «7» (CONTROL.1) опционального разъема «INOUT» в слоте № 3 (см. раздел 3.4, разъемы «11», нумерация слотов сверху-вниз)	
Слот3 Вх2	Контакты «8» и «9» (CONTROL.2) опционального разъема «INOUT» в слоте № 3 (см. раздел 3.4, разъемы «11», нумерация слотов сверху-вниз)	

Кнопка переключает активную фазу сигнала (передний/задний фронт или наличие/отсутствие управляющего напряжения).

Логика работы (табл. № 6) задает алгоритм работы входа внешнего управления (приведено описание для ненажатой кнопки).

Таблица № 6

Вариант	**Описание**
Нет	Нет управления
Запрет	Есть +24В – работа разрешена. Нет +24В – работа запрещена.
Пауза	Есть +24В – работа разрешена. Нет +24В – приостановка агрегата, пауза, с возобновлением работы после появления сигнала +24В.
Старт прог.	Есть +24В – запуск программы с шага 1. Нет +24В – нет реакции.
Прог., стоп	Есть +24В – запуск программы с шага 1. Нет +24В – останов программы.

АВАРИЯ	Есть +24В – работа разрешена. Нет +24В – работа запрещена, останов, аварийная сигнализация.
Утечка тока	Срабатывание опционального датчика утечки тока. Есть +24В – работа разрешена. Нет +24В – работа запрещена, останов, аварийная сигнализация.
Потеря фазы	Опционально, реагирование на пропадание одной из питающих фаз. Работа на 2х фазах в режиме пониженной мощности, сигнализация.
Завершение шага	Есть +24В – принудительное завершение текущего шага программы и переход на следующий. Нет +24В – нет реакции.
Упр.фр.импульс	Управление фронтами импульсов с помощью внешнего сигнала. Есть +24В – стоп. Нет +24В – работа. Работает при включенных спецверсиях (заводские настройки) «Быстрый старт/стоп»/«Без стабилизации» или при работе по программе на операции «**Уставка В.У.И.**».
Толчок тока	Появилось +24В – увеличить уставку тока, умножив на «Коэффициент толчка тока». Пропало +24В – уменьшить уставку тока, разделив на «Коэффициент толчка тока».

Кнопка включает/выключает фильтр на входе. При включенном фильтре время реакции на событие увеличивается.

Номер выпрямителя определяет, к какому виртуальному выпрямителю будет применена настройка этого входа. Если выбрано «Все выпрямители», то логика применяется ко всем виртуальным выпрямителям.

Стартовый № программы устанавливает номер запускаемой программы при вариантах работы входа внешнего управления «Старт прог.» и «Прог., стоп».

3.4.13 Экран «**Параметры выхода**» изображен на рис.21.

Рисунок 21

Выпрямитель, в зависимости от комплектации, может быть оснащен несколькими выходами сигнализации. Работа каждого настраивается независимо от других. Описания входов приведены в таблице № 7.

Таблица № 7

Выход	**Где находится**	**Примеры подключаемых устройств**
RS-485 ALARM	Контакты «1» и «2» разъема «RS-485» (Штатный выход ALARM)	– внешнее устройство звуковой сигнализации; – светосигнальная колонна; – насос-дозатор.
INOUT Сл2 Вых1	Контакты «3» и «4» (ALARM_OUT1) опционального разъема «INOUT» в слоте № 2 (см. раздел 3.4, разъемы «11», нумерация слотов сверху-вниз)	
INOUT Сл2 Вых2	Контакты «1» и «2» (ALARM_OUT2) опционального разъема «INOUT» в слоте № 2 (см. раздел 3.4, разъемы «11», нумерация слотов сверху-вниз)	
INOUT Сл3 Вых1	Контакты «3» и «4» (ALARM_OUT1) опционального разъема «INOUT» в слоте № 3 (см. раздел 3.4, разъемы «11», нумерация слотов сверху-вниз)	

INOUT Сл3 Вых2	Контакты «1» и «2» (ALARM_OUT2) опционального разъема «INOUT» в слоте № 3 (см. раздел 3.4, разъемы «11», нумерация слотов сверху-вниз)	

Кнопка переключает активную фазу сигнала (передний/задний фронт или контакты закрыты/открыты).

Логика управления (табл. № 8) задает алгоритм работы выхода внешнего управления (приведено описание для ненажатой кнопки).

Таблица № 8

Вариант	Описание
Нет сигнала	Контакты разомкнуты. Замыкание контактов только по операции из программы.
Авария	Нет аварии – контакты разомкнуты. Есть авария – контакты замкнуты.
Стоп прог.	Замыкание контактов по окончании работы программы
Счетчик А*ч	Периодическое замыкание контактов по счетчику А*ч (А*с). Интервал задается на экране «**Параметры учета А*ч**».
миг."Работа"	Выпрямитель готов к работе – контакты замкнуты. Выпрямитель в работе – периодическое замыкание/размыкание контактов.
миг."Авария"	Периодическое замыкание/размыкание контактов при аварии.
Работает	Выпрямитель в работе – контакты замкнуты. Выпрямитель остановлен – контакты разомкнуты.

Номер выпрямителя определяет, к какому виртуальному выпрямителю будет применена настройка этого входа.

Длительность замыкания реле устанавливает длительность удержания в замкнутом состоянии выхода «сухой контакт» по окончании программы или по команде счетчика Ампер*часов.

3.4.14 Экран «**Задействовать модули**» (рис.22) предназначен для включения/выключения работы плат расширения (дополнительных интерфейсов) каждого выпрямителя, входящего в состав агрегата. Выбор настраиваемого выпрямителя производится кнопкой «№ выпрямителя».

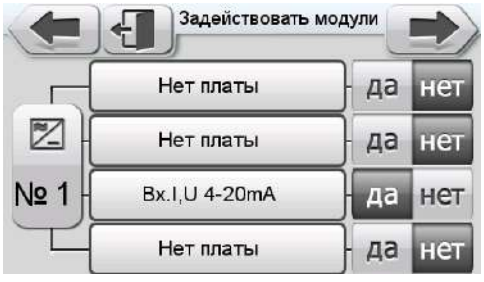


Рисунок 22

Внимание! Если задействованы модули, отвечающие за управление уставками тока и напряжения (вход 0–10В или вход 4-20мА), то ручная регулировка уставок с экрана регулировки невозможна. Аналогично, при этом невозможно корректное выполнение программ.

3.4.15 Экраны «**Прочее**» и «**Прочее 2**» (рис.23) предназначены для настройки прочих параметров.

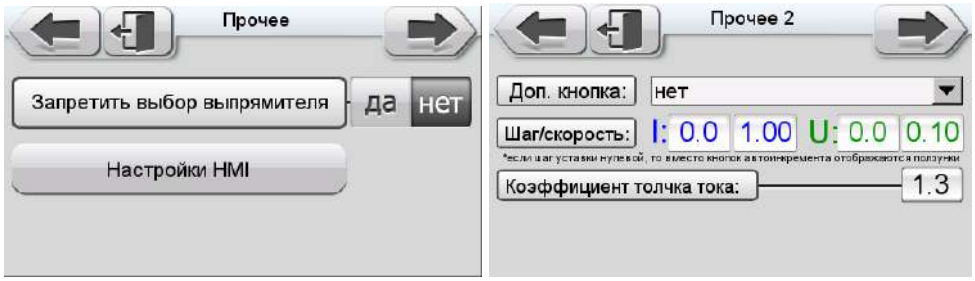
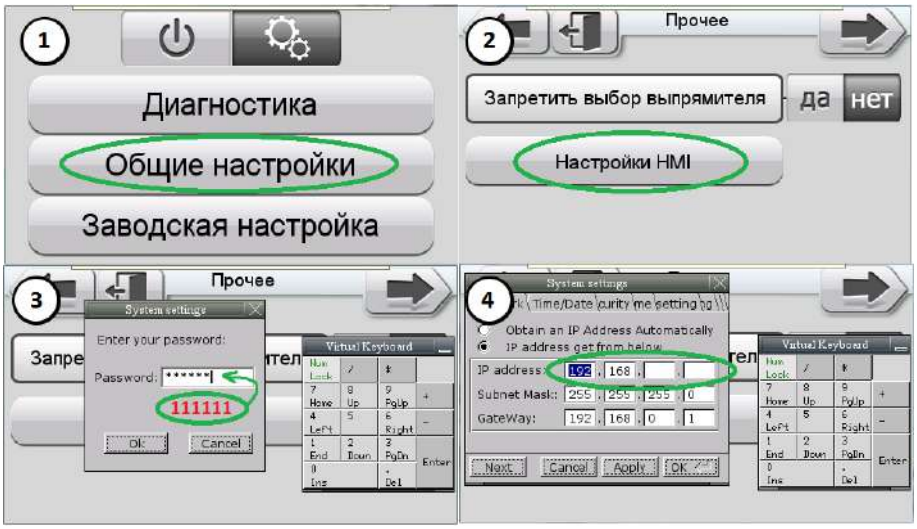


Рисунок 23

Включение запрета выбора выпрямителя позволяет запретить оператору переключаться между выпрямителями при управлении агрегатом, состоящим из нескольких выпрямителей. Полезно использовать на ПДУ, при подключении нескольких ПДУ к одному агрегату, чтобы оператор по ошибке не менял уставку «чужого» выпрямителя.

«**Настройки HMI**» позволяют изменять IP-адрес агрегата выпрямительного и корректировать встроенные часы реального времени. Пароль для входа «111111».



«**Доп.кнопка:**» позволяет выбрать тип и включить отображение дополнительной кнопки на первом экране управления. Например, «**Анодирование титана**» – кнопка для включения интерфейса управления процессом анодирования титановых сплавов. «**Плавное изменение уставок**» – на главном экране в правом верхнем углу появится кнопка для настройки параметров плавного изменения уставки.

«**Коэффициент толчка тока:**» – коэффициент, применяемый к уставке тока через опциональный флажковый переключатель «Толчок» или при задействовании входа внешнего управления с логикой «Толчок тока».

«**Шаг/скорость**» при установке ненулевых значений меняют вид интерфейса регулировки уставок в режиме прямого управления – вместо ползунка регулирование производится кнопками, дискретно.

3.4.16 Экран «**Параметры учета А*ч**» (рис.24) предназначен для настройки параметров работы счетчика Ампер*часов каждого выпрямителя, входящего в состав агрегата. Выбор настраиваемого выпрямителя производится кнопкой «№ выпрямителя».

Рисунок 24

Выбор измерения учета устанавливает единицы измерения: Ампер*часы или Ампер*секунды.

Обнуление при старте задает автоматическое обнуление счетчика Ампер*часов при запуске программы.

Срабатывание реле задает интервал, через который периодически срабатывает выход «сухой контакт», когда логика работы выхода задана «Счетчик А*ч».

3.4.17 Экран «**Вид экрана**» (доступен только, если агрегат состоит из двух виртуальных выпрямителей) изображен на рис.25.

Рисунок 25

3.5 Режимы стабилизации тока и напряжения (уставок)

3.5.1.Выпрямитель может работать в режиме стабилизации тока или напряжения, в зависимости от заданных оператором значений тока и напряжения, а также от сопротивления нагрузки.

Заданные оператором значения тока и напряжения определяются системой управления как верхние пределы выходного тока и напряжения. Т.е. для того, чтобы установить режим стабилизации тока, необходимо задать максимально допустимое выходное напряжение (например, максимальное значение 12,0 В) и значение стабилизации тока (например, 173 А).

Если сопротивление нагрузки позволяет выдать установленные значения тока и при этом выходное напряжение не превысит установленного порога – выпрямитель будет находиться в режиме стабилизации тока. Если напряжение дойдет до установленного порога, а ток будет менее значения уставки, то выпрямитель автоматически перейдет в режим стабилизации напряжения.

Режим стабилизации напряжения задается аналогичным образом.

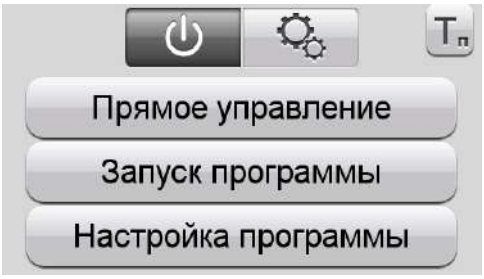
3.5.2. Сразу после установки оператором требуемых значений тока и напряжения фактически выдаваемые на выход выпрямителя значения могут несколько отличаться, поскольку системе управления может потребоваться некоторое время (несколько секунд) для установки режима.

3.5.3. Выпрямитель может автоматически ограничивать выходную мощность в зависимости от условий эксплуатации. При попытках задать значения уставки тока и/или напряжения, приводящих к выходу за пределы допустимой мощности, выпрямитель в течение нескольких секунд автоматически уменьшит выходной ток и/или напряжение до допустимого уровня.

3.5.4. Импульсные режимы работы, особенно при длительности импульсов/пауз менее 20 мсек, являются специфическими, паспортные параметры точности уставок и измерения не гарантируются. Импульсные режимы доступны опционально, не для всех моделей выпрямителей. Поддерживаемые параметры импульсного тока должны согласовываться при заказе агрегата.

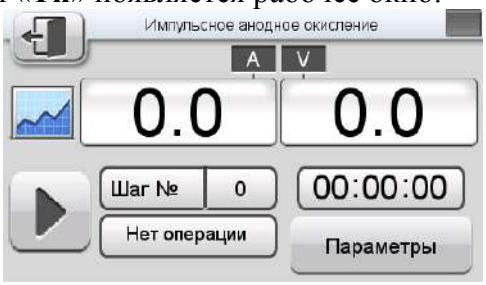
3.6 Порядок работы в режиме «Анодирование титана»

Для управления выпрямителем в режиме программы «Импульсное анодное оксидирование титана» предназначена кнопка «**Тп**» в правом верхнем углу стартового экрана.



Если данная кнопка отсутствует, необходимо перейти в «Общие настройки», экран «Прочее 2» и включить доп.кнопку с названием «**Анодирование титана**».

После нажатия кнопки «**Тп**» появляется рабочее окно:



Для работы необходимо установить параметры процесса. Для этого нажать кнопку «Параметры».

«**Уставка I**» – величина рабочего тока, амплитуда тока в импульсе. Рассчитывается как произведение требуемой плотности тока (обычно 5-10 А/дм^2) на площадь анодируемой поверхности.

«**Уставка U для подъема**» – «прицельное» значение напряжения для начального этапа подъема напряжения. Должно быть выше напряжения начала искрения. Выпрямитель будет автоматически линейно увеличивать амплитуду импульса напряжения от 0 до заданного значения в течение «Времени подъема».

«**Время подъема**» – максимальная длительность начального этапа подъема напряжения

«**Время работы**» – длительность непосредственно процесса анодирования.

«**Длит.имп. (сек)**» – Длительность каждого импульса тока (обычно 0,1–0,3 сек), шаг регулировки 0,01 сек.

«**Частота имп. (имп/мин)**» – Частота следования импульсов тока (обычно 120–40 имп/мин).

«**Uпороговое**» – контрольное напряжение для начала процесса анодирования. Обычно устанавливается на уровне 60-70В.

Для формирования программы, по которой будет выполняться процесс, нажать кнопку «**Применить**». Для запуска этой программы нажать .

Описание работы:

Процесс анодного оксидирования выполняется в два этапа: подъем напряжения и, непосредственно, процесс оксидирования. На первом этапе выпрямитель выдает импульсы напряжения с заданными частотой и длительностью, постепенно увеличивая их амплитуду от 0 до значения «**Уставка U для подъема**» в течение «**Времени подъема**». При этом выпрямитель постоянно контролирует (измеряет) амплитуду тока в каждом импульсе. Как только амплитуда тока достигнет значения «**Уставка I**», первый этап заканчивается. В этот момент выпрямитель выполняет проверку, превысило ли рабочее напряжение величину «**Uпороговое**».

Если не превысило, это свидетельствует о попадании в ванну деталей из других материалов (например, из нержавеющей стали), выпрямитель останавливает процесс анодирования и выдает сигнал на выход внешнего управления «ALARM-OUT» (см. ПРИЛОЖЕНИЕ А).

Если напряжение превысило величину «**Uпороговое**», то процесс переходит на второй этап – непосредственно анодирование. На этом этапе выпрямитель выдает импульсы тока амплитудой «**Уставка I**» и той же длительности и частоты в течение «**Времени работы**». При этом выпрямитель постоянно измеряет амплитуду напряжения в каждом импульсе и отображает на экране.

3.7 Техническое обслуживание агрегатов

3.7.1 **Предупреждение!**

Работы по обслуживанию выпрямителя должны проводить квалифицированные специалисты. Замену силового модуля должен проводить специалист с группой по электробезопасности не ниже третьей.

3.7.2 Периодичность технического обслуживания зависит от степени загрязнения, влажности окружающей среды и т.д.

3.7.3 При ежемесячном техническом обслуживании проведите внешний осмотр, обращая внимание на: отсутствие видимых повреждений, исправность и надежность крепления лицевых панелей, ограждений кабельных конструкций, исправность заземлений, наличие необходимых надписей, бирок на кабелях, знаков безопасности. Удалите с наружных поверхностей пыль, масло, влагу, посторонние предметы.

3.7.4 Ежегодно проводите следующие работы по обслуживанию выпрямителей:

– выполняйте чистку корпуса МС и ребер радиатора от пыли и посторонних отложений, продув производится сжатым воздухом спереди или сзади. При необходимости, разрешается применение механических способов очистки, не нарушающих защитное (окрасочное) покрытие.

– проверяйте/выполняйте чистку поверхности контактов выходных шин;

– проверяйте состояния соединительных проводов, корпуса, радиаторов, вентиляторов охлаждения, заземляющих проводников, затяжки болтовых соединений;

– следите за работой вентиляторов и, если необходимо (при наличии посторонних звуков, снижении оборотов вращения), замените их.

Внимание! При замене вентиляторов обратите внимание на правильность подключения (в зависимости от модели применяемых вентиляторов). Схема подключения приведена в приложении А.

3.7.5 Допускается наличие незначительных механических повреждений корпуса агрегата, не препятствующих нормальному функционированию.

3.8 Характерные неисправности и методы их устранения

3.8.1 Если в работе выпрямителя произошел сбой, часто можно отследить причину сбоя по соответствующим симптомам, по коду мигания светодиодов или информации, выдаваемой МО, и выяснить: какой компонент необходимо заменить или отремонтировать.

3.8.2 Если ответственный за сбой компонент не может быть установлен, то самый оперативный способ устранения проблемы, это разделить выпрямитель на составные части и проверять эти части отдельно, начав с элементов, близких к сети электропитания, заканчивая компонентами, близкими к нагрузке. За помощью в решении этих проблем можно обратиться в сервисную службу ООО «Навиком».

3.8.3 ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: ДО ТОГО КАК ПРОИЗВОДИТЬ ЗАМЕНУ ЭЛЕМЕНТОВ, ВЫПРЯМИТЕЛЬ ДОЛЖЕН БЫТЬ ОТКЛЮЧЕН ОТ ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

После замены компонента, убедитесь, что все разъемы соединены правильно и элементы надежно закреплены.

3.8.4 Перечень возможных неисправностей и методы их устранения приведены в таблице № 9.

Таблица № 9

Внешние признаки	Неисправность	Методы устранения
Не включается или неожиданно выключается	Отсутствует напряжение в одной из фаз в сети 380 В, или оно выходит за допустимые пределы	Проверьте напряжение в сети.
Срабатывает защита при работе ниже номинальной мощности	Отсутствует напряжение одной из фаз в сети 380В, или выходит за допустимые пределы	Поверить исправность силовых предохранителей. Проверить наличие напряжения и его соответствие стандартам при работе на макс. достижимой мощности, при которой еще не срабатывает защита.
Агрегат не может стабилизировать значение напряжения или тока	Превышено максимальное значение напряжения или тока.	Не эксплуатировать агрегат при значениях параметров, превышающих максимально допустимые.
	На систему управления воздействует сильная электромагнитная помеха.	Заземлить корпус агрегата. Уберите от агрегата все источники сильных электромагнитных помех.
	Нагрузка резко меняет свое сопротивление.	Агрегат предназначен для работы на нагрузку с плавно меняющимся сопротивлением.
Агрегат не может выдать установленные оператором ток и/или напряжение, или они постепенно снижаются	Оператор задал параметры уставки, при которых выходная мощность агрегата превышает допустимую.	Не превышать нагрузку на агрегат.
	Задействованы аналоговые входы управления	Проверить настройки по п. 3.4.14 Руководства.
Постоянно возникает аварийный сигнал «ПЕРЕГРЕВ»	Неисправны предохранители.	Проверить предохранители, неисправные – заменить.
	Один из вентиляторов системы охлаждения вышел из строя.	Заменить неисправный вентилятор.
В реверсивном агрегате не работает функция реверса	Неисправен один из силовых блоков	Отремонтировать или заменить неисправный БС или МС

3.9 Диагностика неисправностей

3.9.1 Определение неисправности силового модуля путем считывания кода неисправности с индикатора передней панели силового модуля

Неисправность силового модуля отображается путем периодического мигания красного светодиода.

Мигание красного светодиода происходит сериями с чередованием длинных и коротких пауз между вспышками светодиода формате:

– <длинная пауза>–<серия вспышек> (1серия)–<короткая пауза>–<серия вспышек> (2серия)–<короткая пауза>–<серия вспышек>(3серия)–<короткая пауза>–<серия вспышек> (4серия)–<длинная пауза>–повтор

Подсчитывается и фиксируется количество вспышек в каждой серии от первой длинной паузы до следующей. Цифра «ноль» соответствует десяти вспышкам.

Первая серия передает первую цифру кода, вторая серия – вторую цифру, третья серия – третью цифру и т.д. в коде неисправности.

Пример: в 1-ой серии 6 вспышек, во 2-й 4 вспышки, код неисправности равен 64.

Для определения типа неисправности необходимо перевести число, которое образовано кодом, в двоичный формат.

Для этого можно воспользоваться, например, стандартным калькулятором Windows:

– калькулятор

– вид «программист» или «инженерный»

– формат «Dec»

– ввести в окно подсчитанный код (64)

– переключить в «Bin»

– в окне будет код неисправности в двоичном коде (1000000)

Так, код неисправности 64 в двоичном коде будет отображаться как 1000000.

Результат расшифровывается путем подстановки получившегося двоичного кода в верхние ячейки таблицы 10 (единица соответствует наличию данной неисправности, ноль – отсутствию). Для нашего примера: неисправность в БС1, характер неисправности – авария реверса.

Таблица № 10

0	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Бит 15	Бит 14	Бит 13	Бит 12	Бит 11	Бит 10	Бит 9	Бит 8	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
		Блок **БС 2**. Авария реверса	Блок **БС 2**. Неисправность внешнего вентилятора	Блок **БС 2**. Неисправность внутреннего вентилятора	Блок **БС 2**. Перегрев воздуха	Блок **БС 2**. Перегрев диодов или реверса	Блок **БС 2**. Перегрев драйвера	Блок **БС 2**. Авария драйвера	Блок **БС 1**. Авария реверса	Блок **БС 1**. Неисправность внешнего вентилятора	Блок **БС 1**. Неисправность внутреннего вентилятора	Блок **БС 1**. Перегрев воздуха	Блок **БС 1**. Перегрев диодов или реверса	Блок **БС 1**. Перегрев драйвера	Блок **БС 1**. Авария драйвера

3.9.2 Использование диагностических возможностей панели управления

Для выполнения диагностики необходимо зайти в пункт меню «**Диагностика**». Этот экран содержит информацию о версиях программного обеспечения агрегата и суммарные сведения о режиме работы (рис.26).

Рисунок 26

Поля «**Операция**»–«**Код**»/«**I1**»/«**I2**»/«**U1**»/«**U2**» содержат тип выполняемой в настоящее время операции и параметры уставок тока и напряжения.

Поля «**Уставка**»–«**I**»/«**U**» содержат величину уставки тока и напряжения, выполняемую в данный момент.

Поля «**Измерения**»–«**I**»/«**U**» содержат величину фактических (измеренных) значений тока и напряжения на выходе выпрямителя.

Поля «**CurTime**», «**CurProg**» и «**CurNop**» имеют значение только когда выполняется программа и показывают время текущей операции, номер текущей программы и номер операции, соответственно.

Поле «**Pause**» содержит «**1**», если работа агрегата временно приостановлена, например, сигналом на входе внешнего управления или оператор нажал кнопку «**Пауза**» во время выполнения программы.

Поле «**Polar**» содержит «**0**», если на выходе агрегата ток прямой полярности и «**1**» при обратной.

Поле флагов содержит индикаторы, которые могут принимать значения «**0**» или «**1**» (нет/да). Описание флагов:

- «**Готов**» – готов к работе
- «**Работа**» – работает, выход активен
- «**Перегрев**» – в составе выпрямителя есть блоки, в которых произошел перегрев. Это некритическая аварийная восстановимая ситуация. Перегревшийся блок система управления автоматически исключает из работы, останавливает, а после его охлаждения автоматически снова включает в работу. При этом, если оставшихся силовых блоков достаточно для поддержания требуемого тока/напряжения, то за счет перераспределения нагрузки ток/напряжение на выходе агрегата не изменится. При частом срабатывании перегрева следует обратить внимание на чистоту вентиляционных отверстий и радиаторов.
- «**Перегруз**» – в составе выпрямителя есть блоки, в которых выявлена неисправность. Это критическая аварийная ситуация. Аварийный блок система управления автоматически исключает из работы, но, если оставшихся силовых блоков достаточно для поддержания требуемого тока/напряжения, то за счет перераспределения нагрузки ток/напряжение на выходе агрегата не изменится. В некоторых случаях аварии данного типа могут происходить из-за пониженного напряжения питающей сети или иных внешних факторов, что не приводит к выходу силовых блоков из строя, их нормальная работа восстанавливается после отключения и последующего включения питания агрегата.
- «**Короткое замыкание**» – сработала система контроля короткого замыкания, если выпрямитель оснащен ей.
- «**Внешняя блокировка**» – работа выпрямителя заблокирована по одному из входов внешней блокировки (например, кнопка «**АВАРИЯ**» или цепь защиты).
- «**Ошибка конфигурации**» – выявлена неверная конфигурация выпрямителя, необходимо обратиться в сервисную службу

- «**Найден блок 99**» – обнаружен силовой блок с адресом 99. Как правило, при установке нового силового блока при изменении конфигурации или замене неисправного.
- «**Датчик утечки тока**» – работа выпрямителя заблокирована по одному из входов внешней блокировки (сработал опциональный датчик утечки тока).
- «**Мощность ограничена**» – достигнуто превышение выходной мощности (для специализированных агрегатов с суффиксами «И», «Т»).

Нажатие на кнопку «**Силовые блоки**» выводит на экран информацию о режимах работы всех силовых блоков в составе агрегата (рис.27).

Рисунок 27

Поле «**Адрес**» отображает адреса силовых блоков.

Поле «**Статус**» отображает состояние силового блока. Варианты значений:

- FF – блок не опрашивался;
- 0 – блок не обнаружен;
- 1 – блок обнаружен и готов к работе;
- 2 – блок обнаружен, но отключен из-за неисправности;
- 3 – блок обнаружен, но временно отключен из-за перегрева;
- 4 – блок обнаружен, но (временно) отключен из-за неисправности зависимого блока;
- 5 – связь с блоком была, но потеряна.

Поле «**Опер**» отображает код выполняемой блоком операции. Варианты значений:

- 0 – стоп;
- 1 – работа.

Поле «**FW**» показывает версию встроенного ПО силового блока.

Поля «**Номинал**», «**Уставка**», «**Измерения**» показывают номинальное (максимальное), установленное в текущей операции и измеренное значение тока и напряжения, соответственно.

Поле «**Флаги**» может подсвечиваться красным цветом для неисправного силового блока. Нажав на это поле, можно увидеть расшифровку кода неисправности БС.

Поле «**DES**» показывает количество срабатываний системы защиты драйвера («**D**») и реверса («**R**»). Одиночные срабатывания не являются неисправностью, причиной их появления может быть, например, пониженное напряжение питающей сети и не влияют на работу вцелом.

При возникновении каких-либо неполадок или нештатных ситуаций в работе агрегата рекомендуется сфотографировать или снять на видео (например, при помощи камеры мобильного телефона) этот экран во время проявления нештатной ситуации и отправить в сервисную службу ООО «Навиком» для целей удаленной диагностики.

3.9.3 Использование диагностических возможностей программы СМАРТ-контроль

Наиболее эффективным способом диагностики является использование специализированного программного обеспечения для PC, предназначенного для управления и протоколирования работы агрегатов выпрямительных. Данная программа доступна для загрузки на сайте www.navicom.org.

Подключить выпрямители к компьютеру можно через интерфейсы RS-485 или Ethernet. Использовать можно любой из этих интерфейсов, они совершенно равнозначны. Единственная принципиальная разница между ними состоит в том, что через RS-485 к выпрямителю можно подключить только одно управляющее устройство (компьютер или ПДУ, не одновременно), а через Ethernet несколько одновременно.

Для подключения к агрегату управляющего контроллера или компьютера по интерфейсу RS-485 можно использовать любой конвертер интерфейса любого производителя.

При использовании программы «СМАРТ-Контроль» в режиме сбора и хранения данных о работе выпрямителей, лицензия не требуется (при этом недоступен функционал программы, отвечающий за управление выпрямителями). После запуска программы Вы увидите соответствующий экран приветствия с информацией об отсутствующей лицензии. Для продолжения работы необходимо нажать на кнопку «Продолжить» (рис.28).

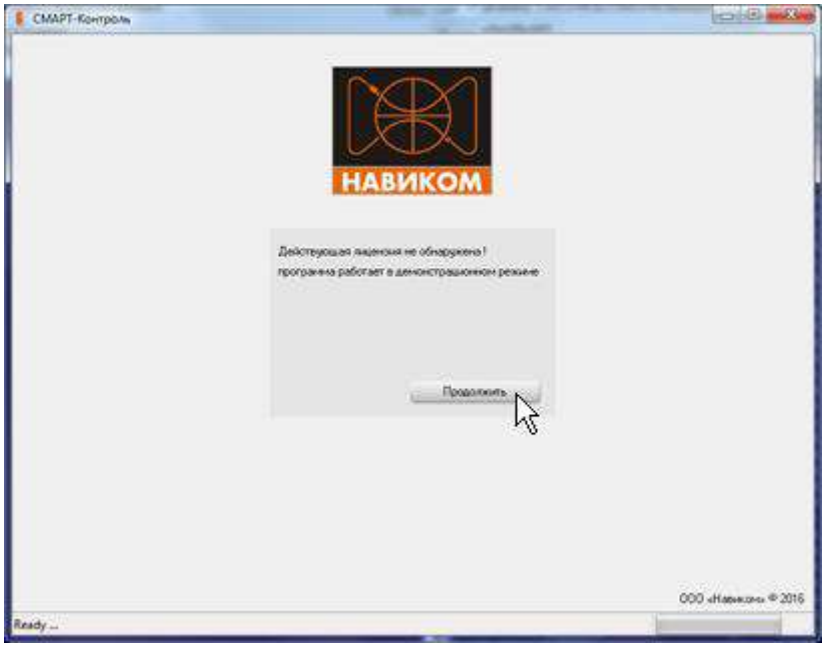


Рисунок 28

Перед Вами экран с основными настройками программы и справочником выпрямителей, за которыми производиться наблюдение. Для заполнения справочника выпрямителей нажмите на кнопку «Добавить выпрямитель» (рис.29).

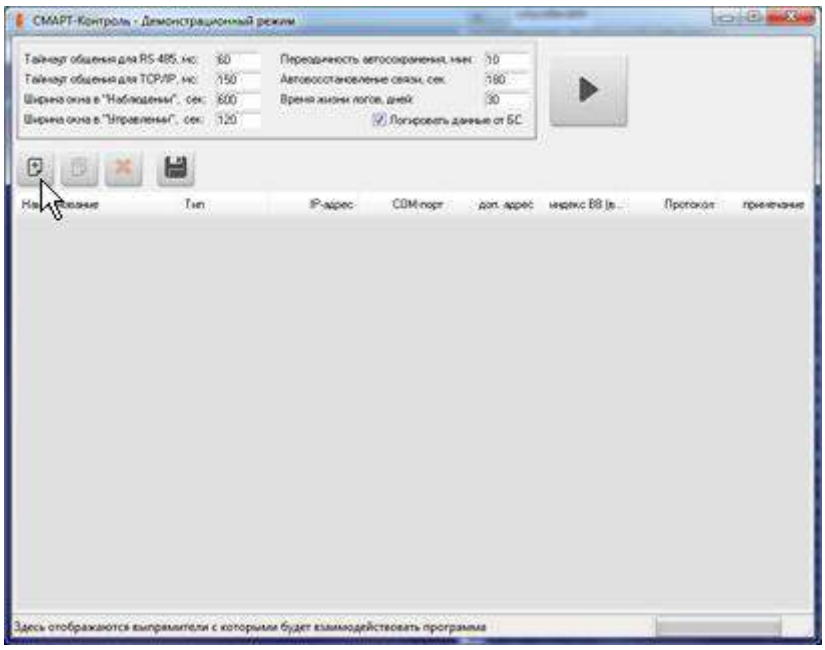


Рисунок 29

В появившемся окне укажите наименование выпрямителя, которое будет отображаться в дальнейшем на экранах «Управление» и «Наблюдение» (рис.30).

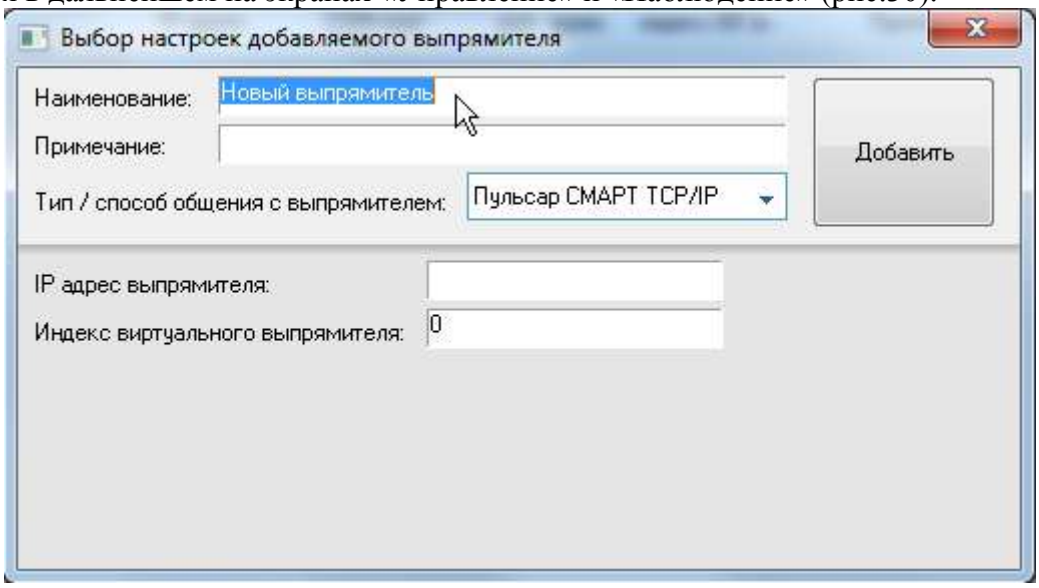


Рисунок 30

В выпадающем списке «тип/способ общения» можно выбрать тип выпрямителя и способ связи с ним. При этом в нижней части окна будут отображены дополнительные параметры настройки (рис.31).

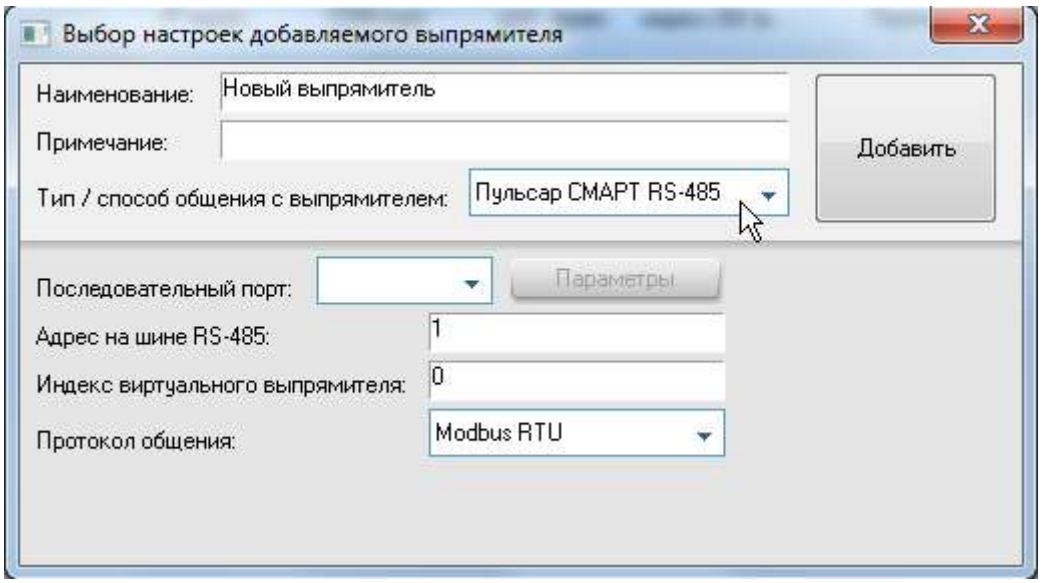


Рисунок 31

Для выпрямителей Пульсар СМАРТ, связь с которыми осуществляется по сети Ethernet TCP/IP, необходимо указать их IP-адрес (выставляемый в настройках выпрямителя) (рис.32).

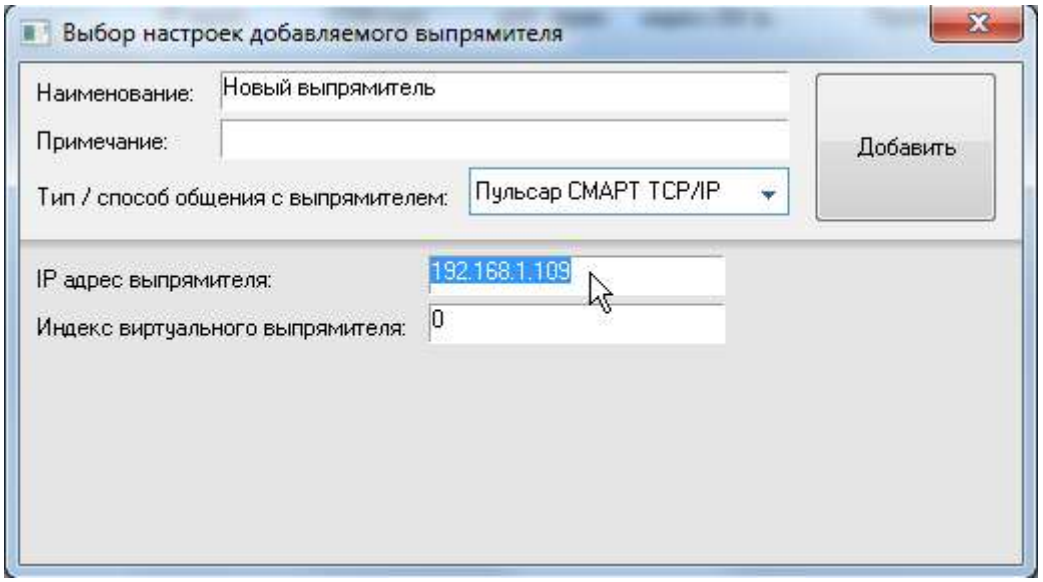


Рисунок 32

Для выпрямителей Пульсар СМАРТ, связь с которыми осуществляется через последовательный порт по протоколу RS-485, необходимо выбрать последовательный порт, адрес выпрямителя на шине RS-485, протокол связи (выставляемые в настройках выпрямителя) (рис.33).

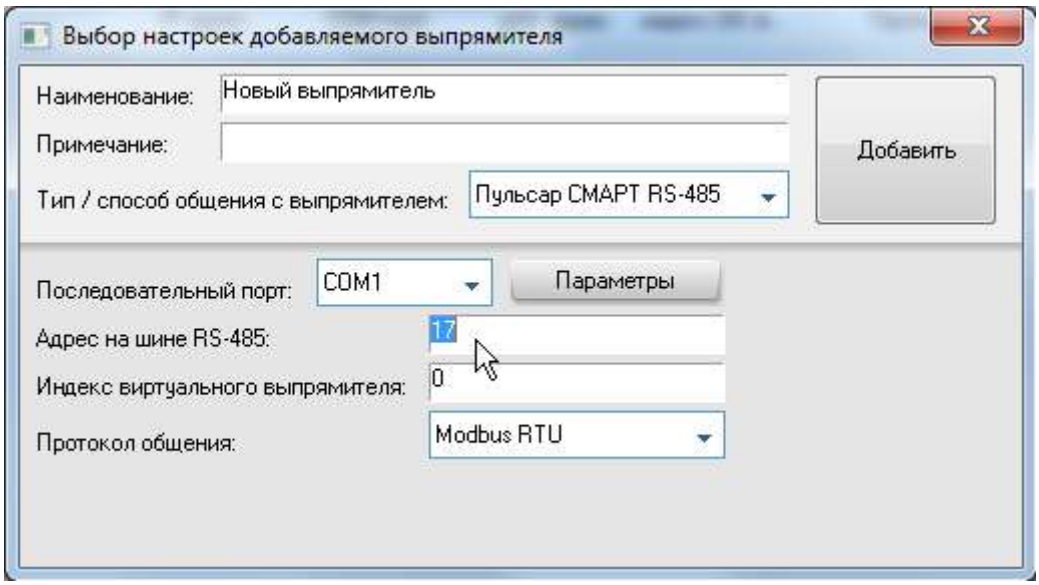


Рисунок 33

Когда все необходимые параметры установлены, нажмите кнопку «Добавить» и новый элемент справочника будет создан (рис.34).

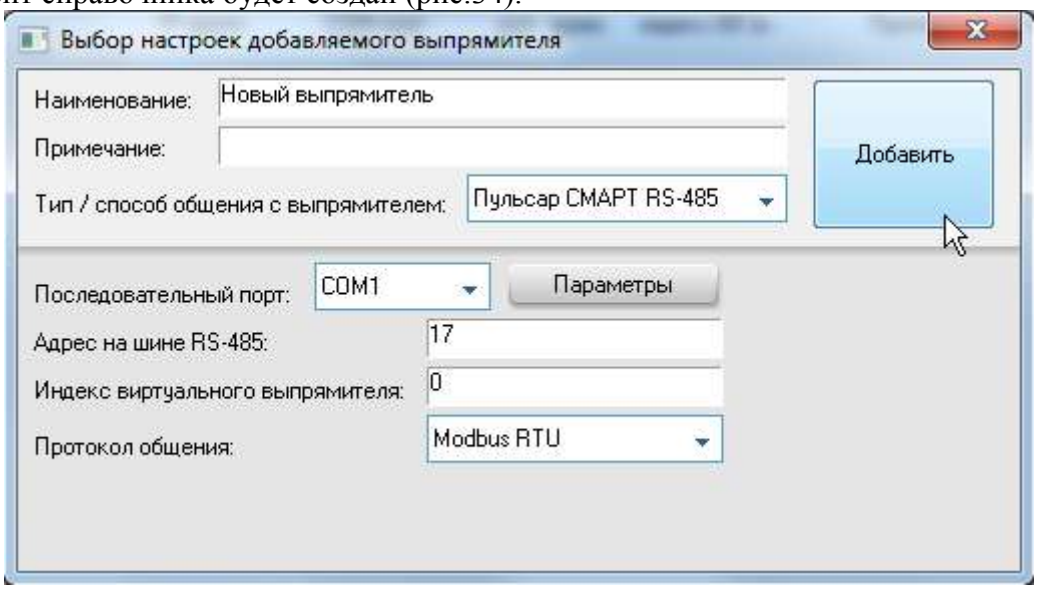


Рисунок 34

Максимальное количество выпрямителей, за работой которых производится наблюдение – 12 шт. Когда данные о выпрямителях занесены в справочник, его необходимо сохранить в файл, для этого необходимо нажать на кнопку «Сохранить данные о выпрямителях» (рис.35).

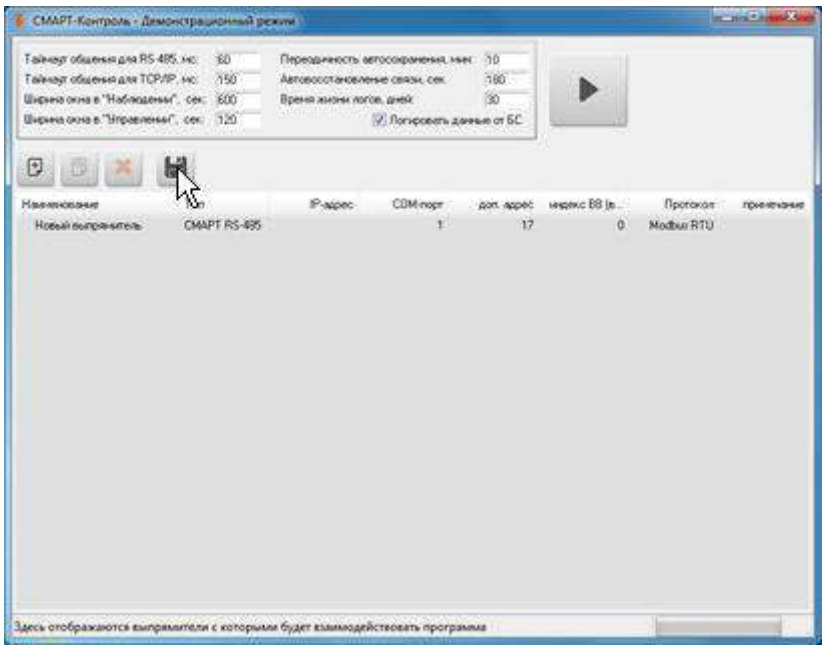


Рисунок 35

Когда изменения в справочнике выпрямителей сохранены, можно переходить непосредственно к наблюдению за выпрямителя, для этого нажать на кнопку «Перейти на основной экран» (рис.36).

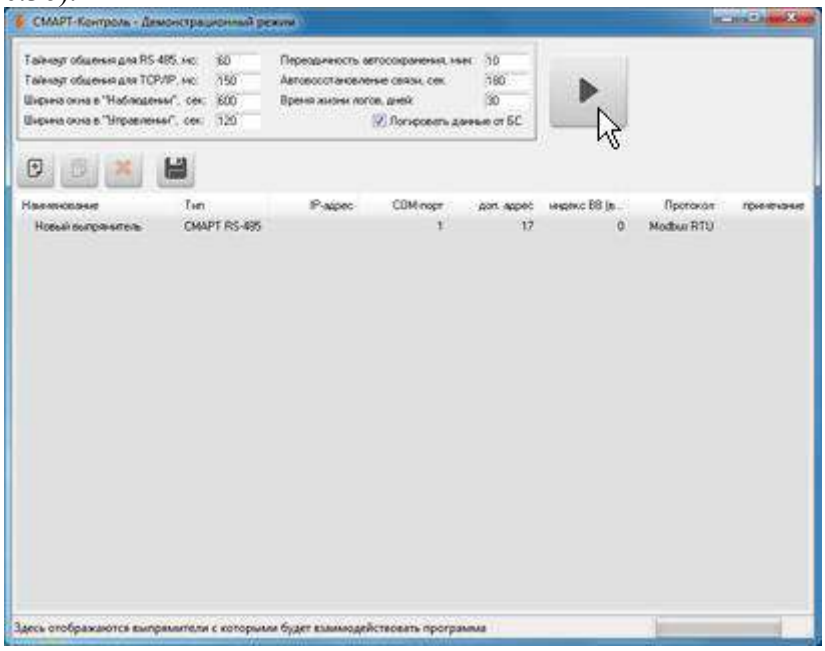


Рисунок 36

На основном экране (вкладка «Управление») отображаются текущие значения тока и напряжения (уставка и фактическое значение), их графики и таблица с информацией об ошибках при общении с выпрямителем. В зависимости от количества выпрямителей, за которыми производится наблюдение и размеров окна программы, внешний вид данного окна может меняться (рис.37).

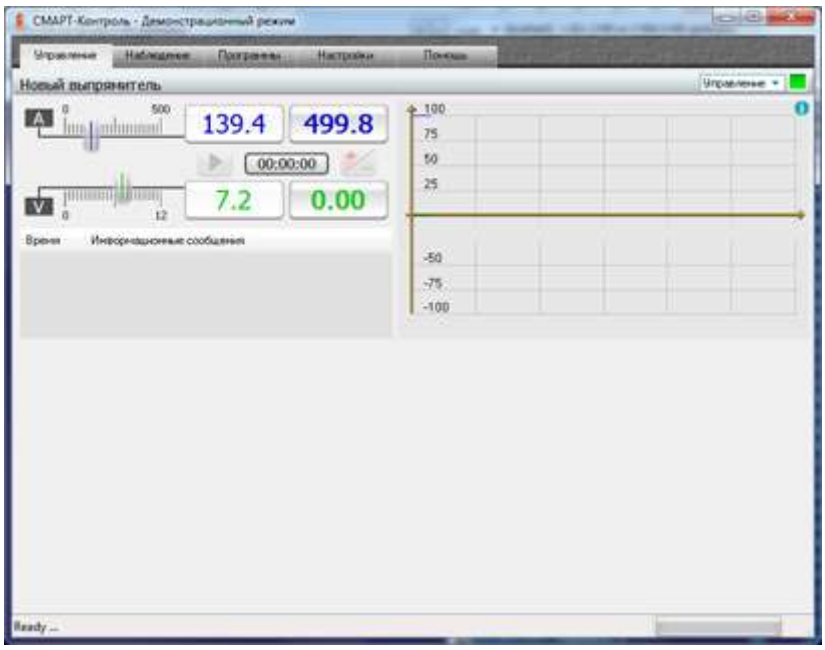


Рисунок 37

На вкладке «Наблюдение» можно просматривать информацию по работе конкретного выпрямителя (выбираемого в выпадающем списке) в различном виде (рис.38):

- «График совмещённый» – график фактического тока и напряжения
- «График тока» – график тока (максимально доступное значение, уставка и фактическое значение)
- «График напряжения» – график напряжения (максимально доступное значение, уставка и фактическое значение)
- «Таблица» – данные о работы выпрямителя в табличном виде

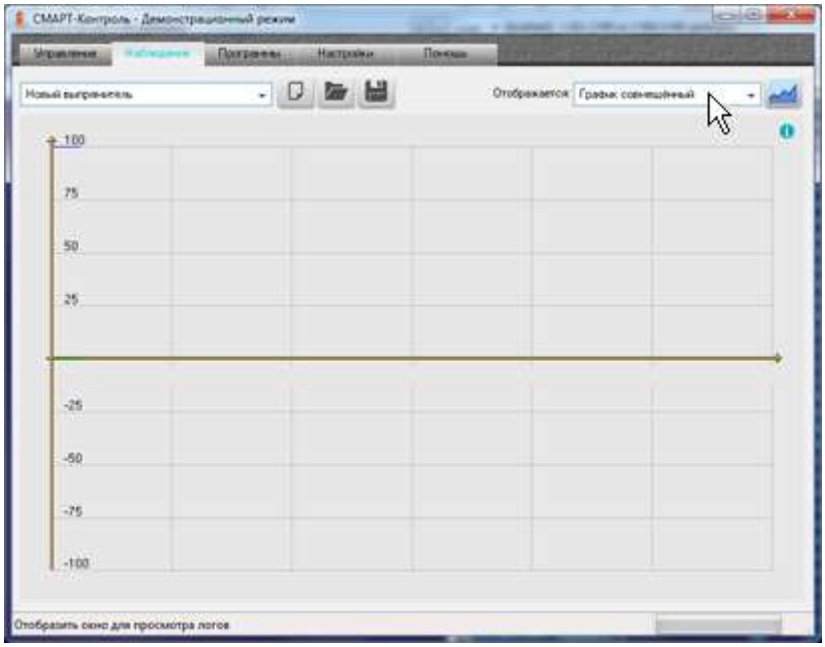


Рисунок 38

Все собираемые о работе выпрямителей данные записываются в папку “/BinaryLogs”, причём в ней формируются подпапки по шаблону «АВ»+[серийный номер выпрямителя], в которых и хранятся полученные данные во внутреннем формате программы. При желании

данные можно сохранить в выбираемый файл (например, для отправки в сервисную службу), для этого необходимо нажать на кнопку «Сохранить накопленные данные в файл» и выбрать файл (рис.39).

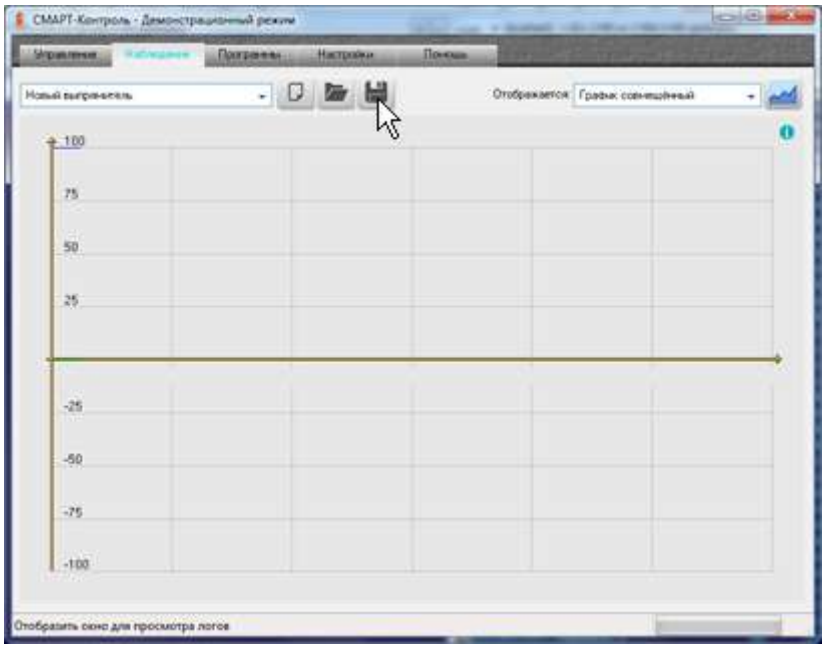


Рисунок 39

При наличии лицензии на использование программы, накопленные данные можно выгружать в файлы *.txt/*.html/*.xls для дальнейшей обработки.

3.10 Замена элементов

3.10.1 Порядок действий при замене модуля силового (МС):

- отвернуть у задней защитной крышки МС крепежные винты (рис.40);

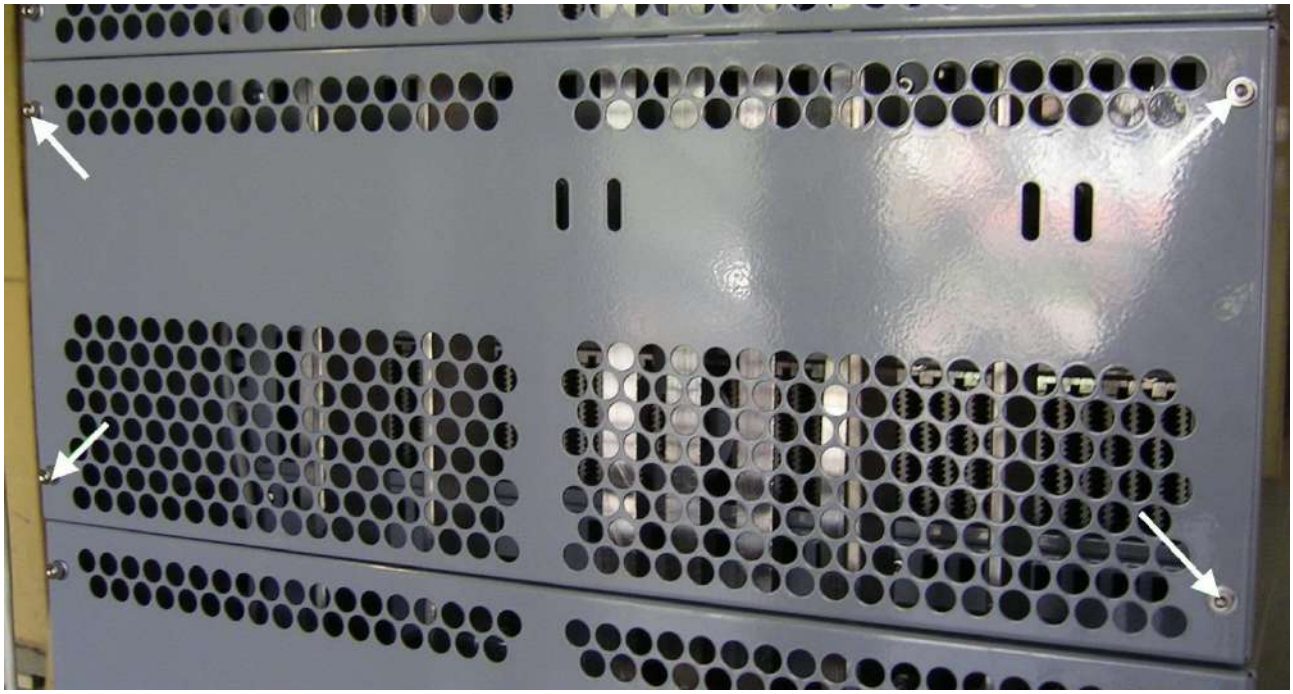


Рисунок 40

- снять крышку;
- отвернуть крепеж шин, подсоединенных к МС;
- вывернуть крепежные винты МС (4 шт.) от стойки (рис.41);

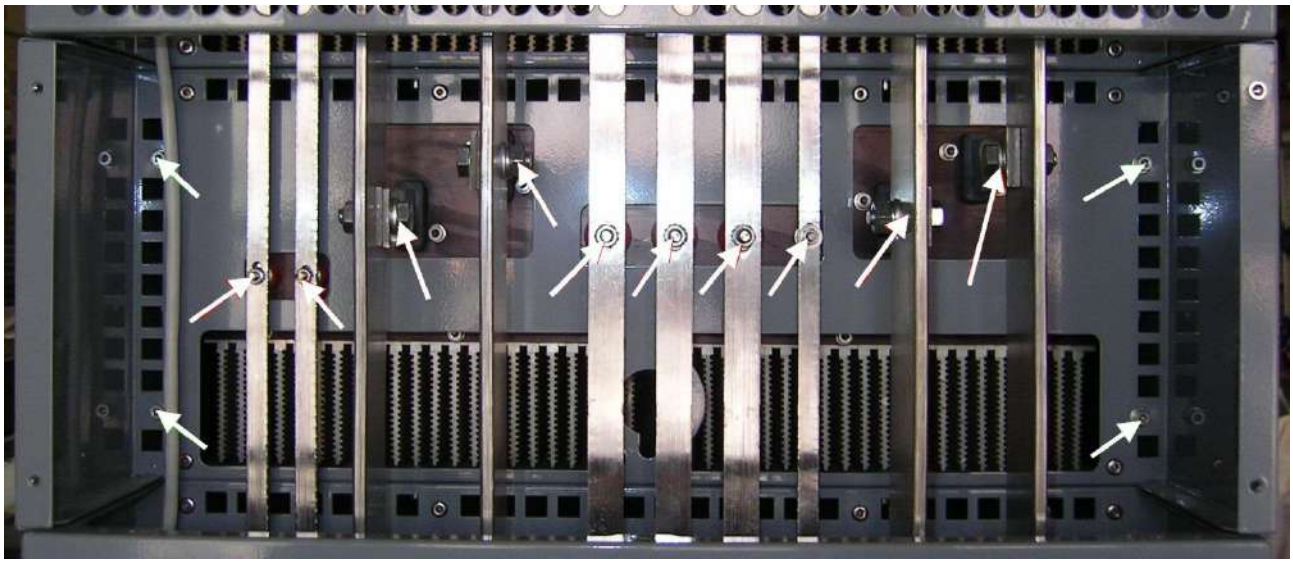


Рисунок 41

- вывернуть крепежные винты передней крышки МС (рис.42);

Рисунок 42

- откинуть крышку, придерживая ее рукой;
- отсоединить разъемы кабелей питания вентиляторов;
- отсоединить разъемы интерфейсов, поворачивая их против часовой стрелки с некоторым усилием (рис.43);

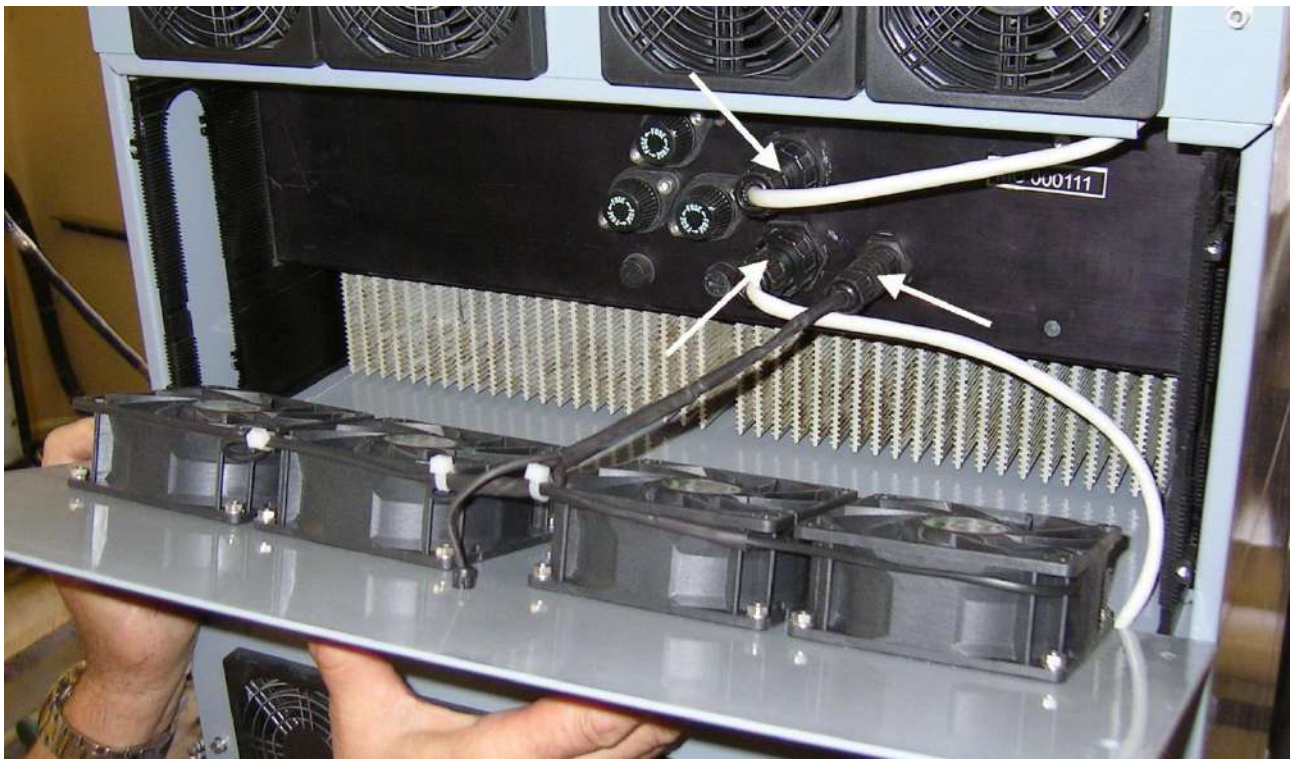


Рисунок 43

- за вырезы у боковых стенок выдвинуть МС из стойки, при этом следить, чтобы кабель интерфейса попал между ребер радиатора (рис.44);

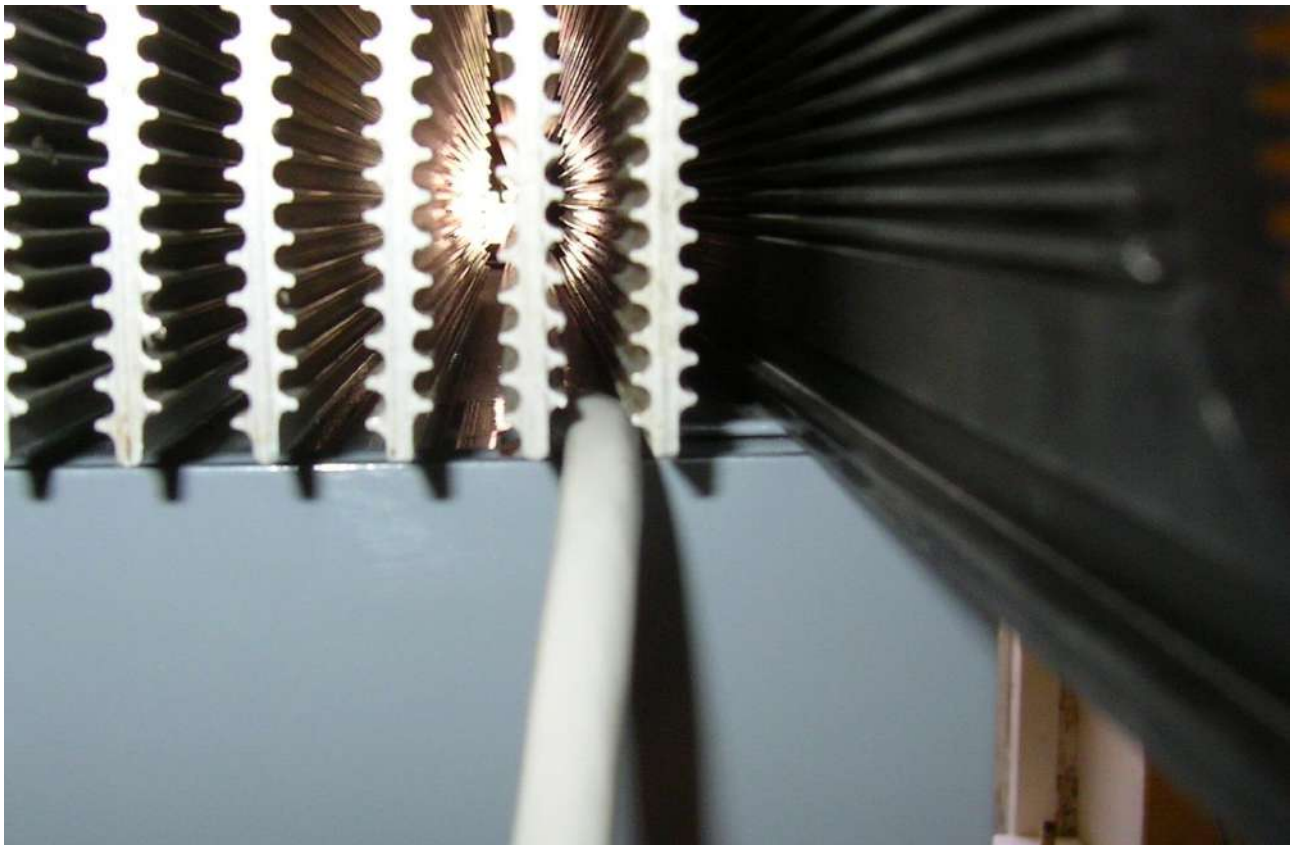


Рисунок 44

Установку МС проводить в обратной последовательности.

ВАЖНО! При монтаже новых силовых модулей следует соблюдать осторожность при затяжке следующих резьбовых соединений:

– Шпильки подсоединения шин (проходные изоляторы красного или черного цвета, 6 штук) выполнены из латуни, их легко оборвать!

– Болты М4, крепящие МС к корпусу (4 штуки с задней стороны) и крепящие панель вентиляторов (4 штуки спереди) ввинчиваются в алюминий – легко сорвать резьбу!

– Болты М4, крепящие заднюю крышку к кожуху (4 штуки с задней стороны) ввинчиваются в пресс-гайку – при попытке закрутить «не по резьбе» гайка срывается.

ВСЕ БОЛТЫ И ГАЙКИ НАЖИВЛЯТЬ ВРУЧНУЮ!!!

3.10.2 Порядок действий при замене вентилятора в силовом модуле:

– отключите выпрямитель от линии подачи электроэнергии;

– открутить 4 винта крепления передней крышки соответствующего МС с неисправным вентилятором;

– выдвинуть на себя переднюю крышку МС;

– отсоединить кабель питания вентилятора от разъема МС;

– открутите винты крепления неисправного вентилятора;

– извлеките вентилятор;

– установите новый вентилятор;

– в зависимости от модели вентилятора (24В или 48В) выполните электрические соединения (смотрите схему в приложении А);

– сборку произвести в обратной последовательности.

3.10.3 Порядок действий при замене плавких предохранителей в МС

– отключите выпрямитель от подачи электроэнергии;

– повернув крышку предохранителя против часовой стрелки, извлеките предохранители;

– установите исправные силовые керамические предохранители;

– типы предохранителей указаны в приложении «Техническое описание» модуля силового (доступно на сайте http://navicom.org).

3.10.4 **По вопросам, связанным с работой выпрямителей, следует обращаться на предприятие–изготовитель по адресу: ООО «Навиком», 150007, г. Ярославль, ул.Университетская, 21. тел. (4852) 741-121, 741-567. E-mail: support@navicom.org и navicom@navicom.org.**

3.11 Правила хранения и транспортирования

3.11.1 Выпрямители должны храниться в транспортной упаковке. Сохраняемость аппаратов в транспортной упаковке составляет один год. После истечения указанного срока и необходимости дальнейшего хранения необходимо вскрыть упаковку аппаратов, убедиться в качественном их состоянии и вновь упаковать. При необходимости выполнить техническое обслуживание выпрямителей.

3.11.2 Выпрямители должны храниться в закрытых помещениях с температурой не ниже 0 ^{o}C при наибольшей влажности воздуха 80 % при температуре 25 ^{o}C.

3.11.3 ВНИМАНИЕ! Все погрузочно-разгрузочные работы и транспортировку производить только за основание агрегата.

3.11.4 Перевозка выпрямителей возможна любым видом транспорта, обеспечивающим сохранность их в транспортной упаковке.

3.11.5 В соответствии с ГОСТ 14192 на транспортную упаковку выпрямителей наносятся маркировочные знаки: «Хрупкое», «Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх», и может наноситься «Поднимать непосредственно за груз».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Электрические схемы внешних и внутренних соединений выпрямителя ПУЛЬСАР СМАРТ

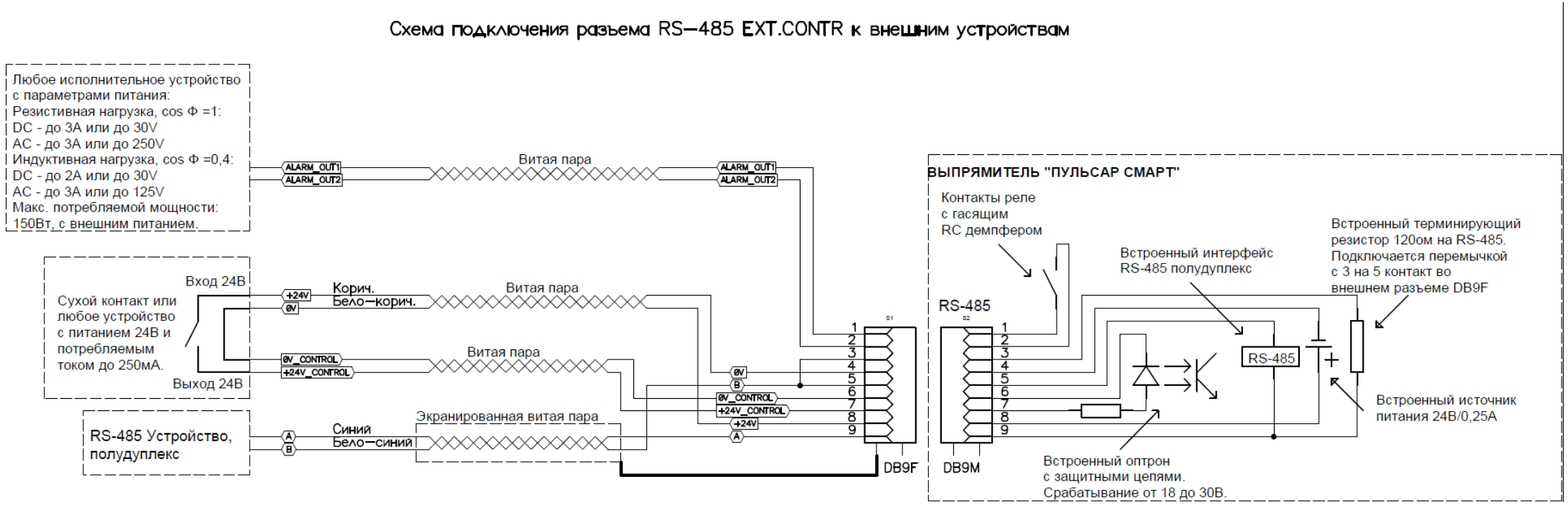


СХЕМА РАСПАЙКИ И ПОДСОЕДИНЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ИНТЕРФЕЙСА между МС v.3 и МО v.3 ВЫПРЯМИТЕЛЯ "ПУЛЬСАР СМАРТ"

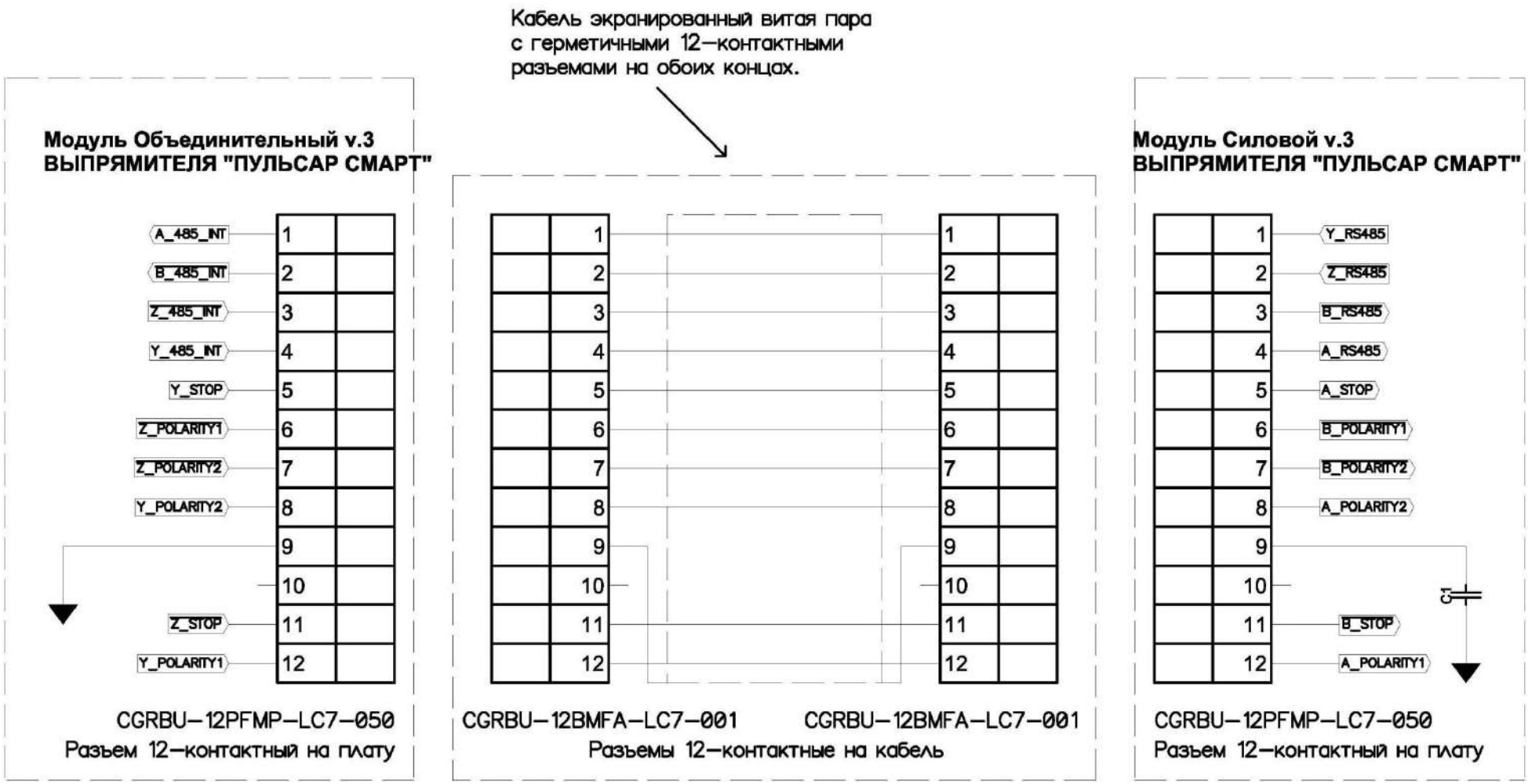
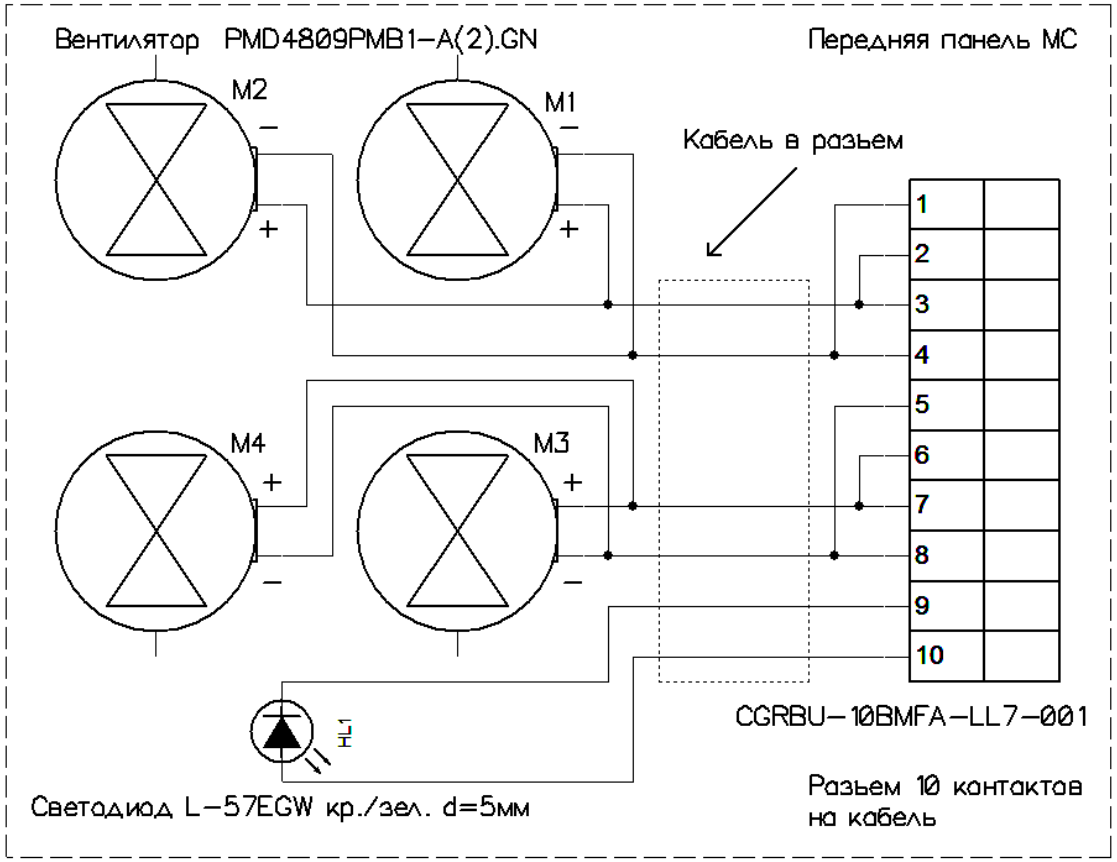


СХЕМА РАСПАЙКИ КАБЕЛЯ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВНЕШНИХ ВЕНТИЛЯТОРОВ 48В И СВЕТОДИОДА ВЫПРЯМИТЕЛЯ "ПУЛЬСАР СМАРТ" к МС v.3

Каждый вентилятор:
напряжение 48В
потребляемый ток 0,24А
мощность 11,5Вт

ВНИМАНИЕ:
Только для агрегатов с вторичным питанием 48В!



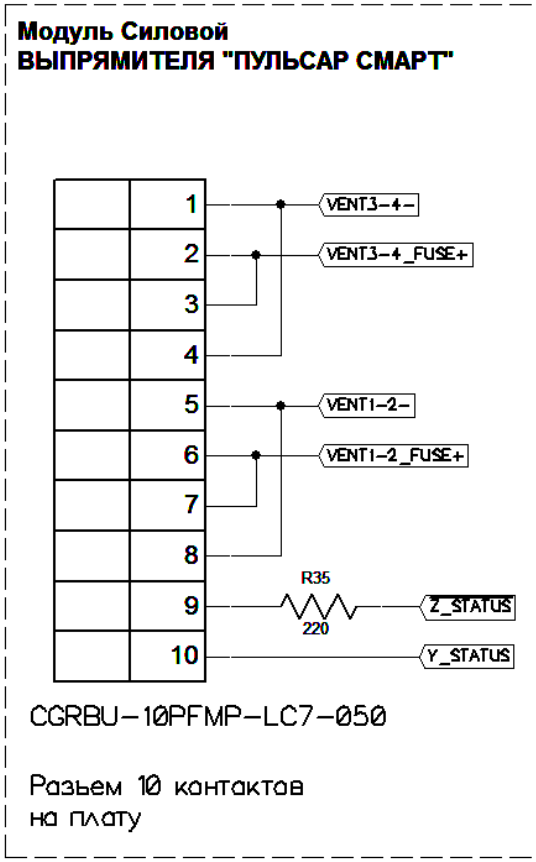
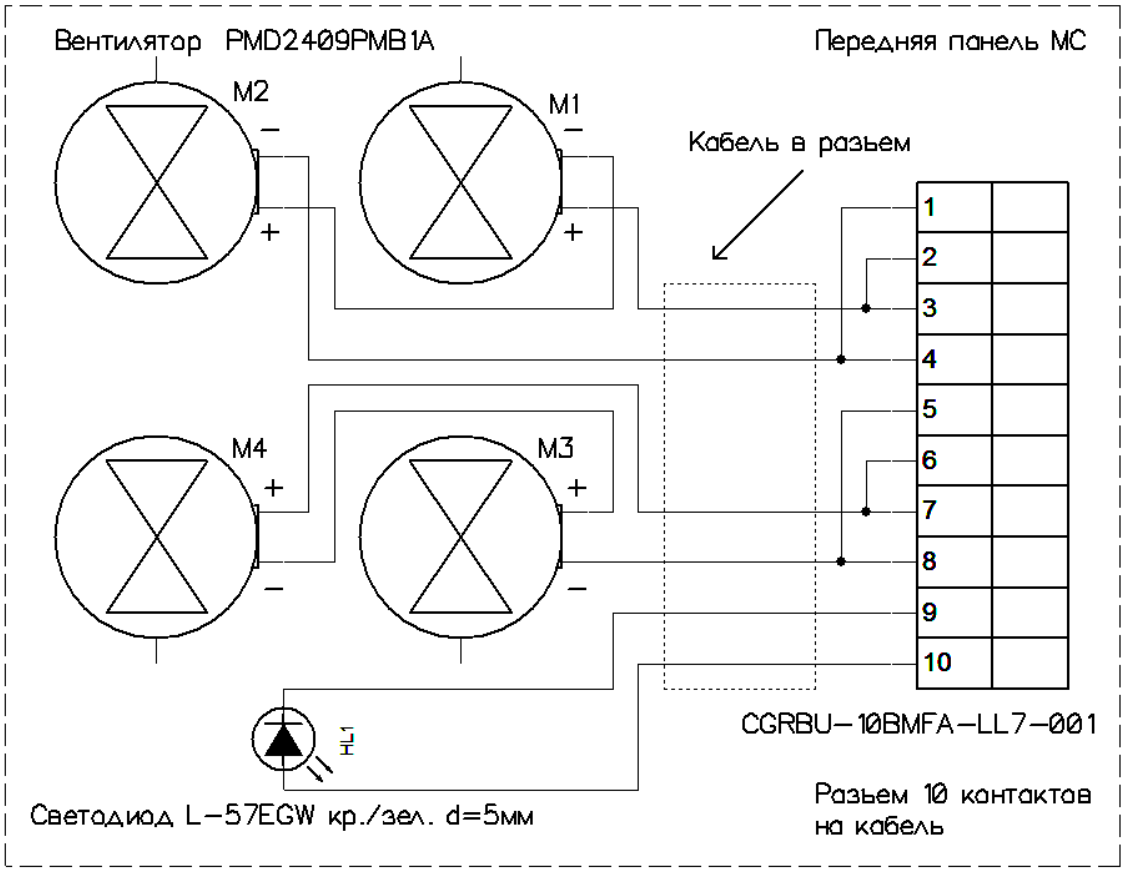


СХЕМА РАСПАЙКИ КАБЕЛЯ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВНЕШНИХ ВЕНТИЛЯТОРОВ 24В И СВЕТОДИОДА ВЫПРЯМИТЕЛЯ "ПУЛЬСАР СМАРТ" к МС v.3

Каждый вентилятор:
напряжение 24В
потребляемый ток 0,51А
мощность 12,2Вт

ВНИМАНИЕ:
Только для агрегатов с вторичным питанием 48В!



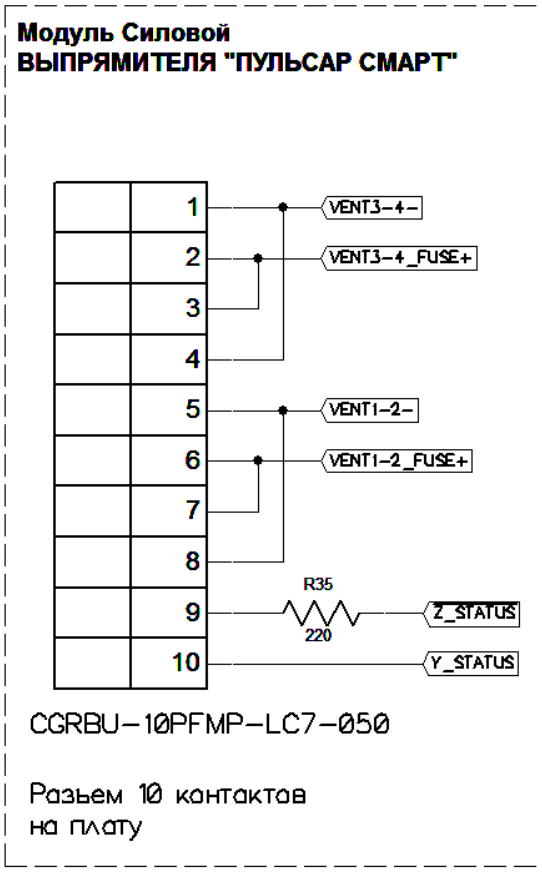


СХЕМА РАСПАЙКИ КАБЕЛЯ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВНЕШНИХ ВЕНТИЛЯТОРОВ 24В И СВЕТОДИОДА ВЫПРЯМИТЕЛЯ "ПУЛЬСАР СМАРТ" к МС v.3

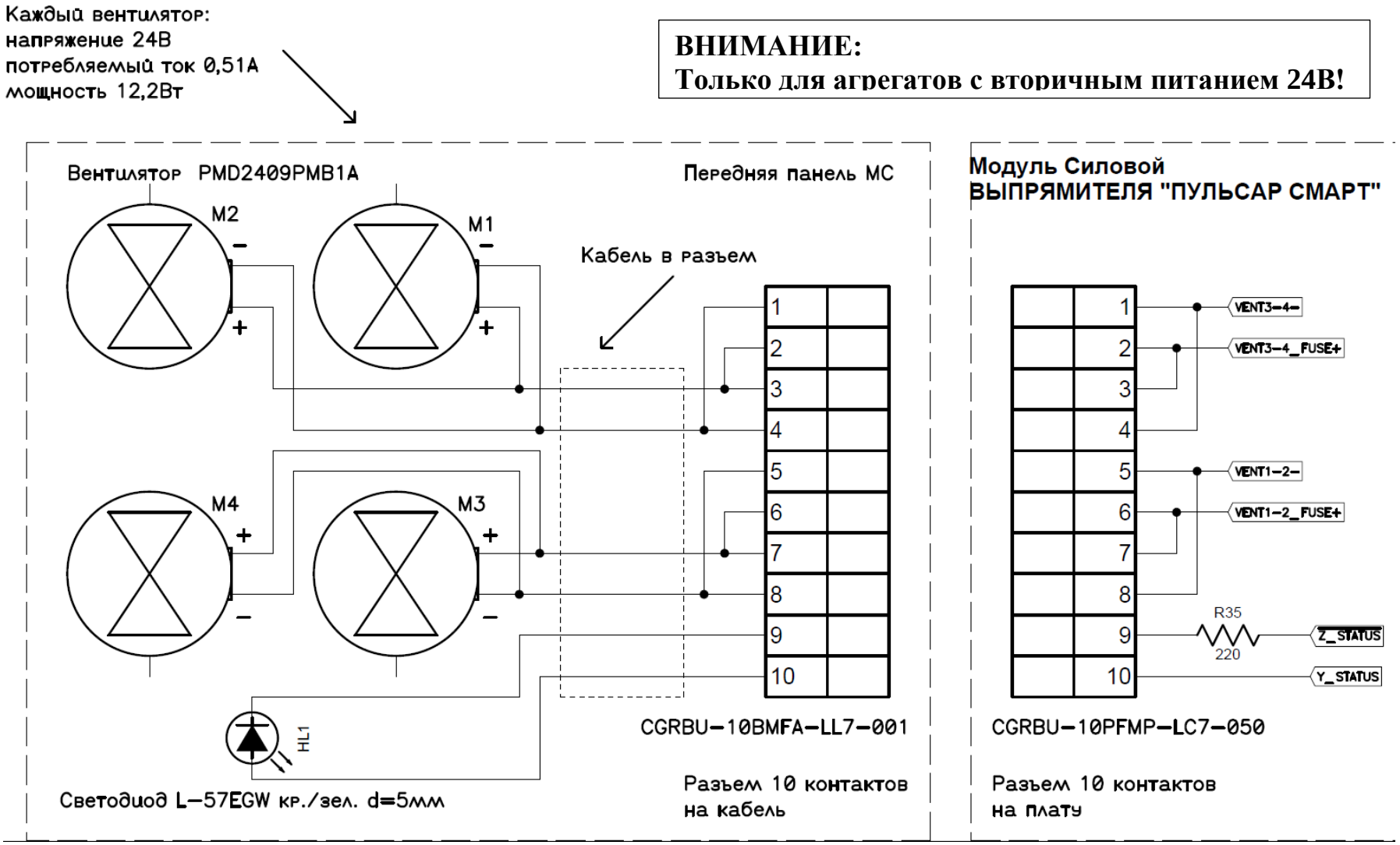


СХЕМА РАСПАЙКИ ТЕРМИНАТОРА ВНУТРЕННЕГО ИНТЕРФЕЙСА между МС v.3 и МО v.3 ВЫПРЯМИТЕЛЯ "ПУЛЬСАР СМАРТ"

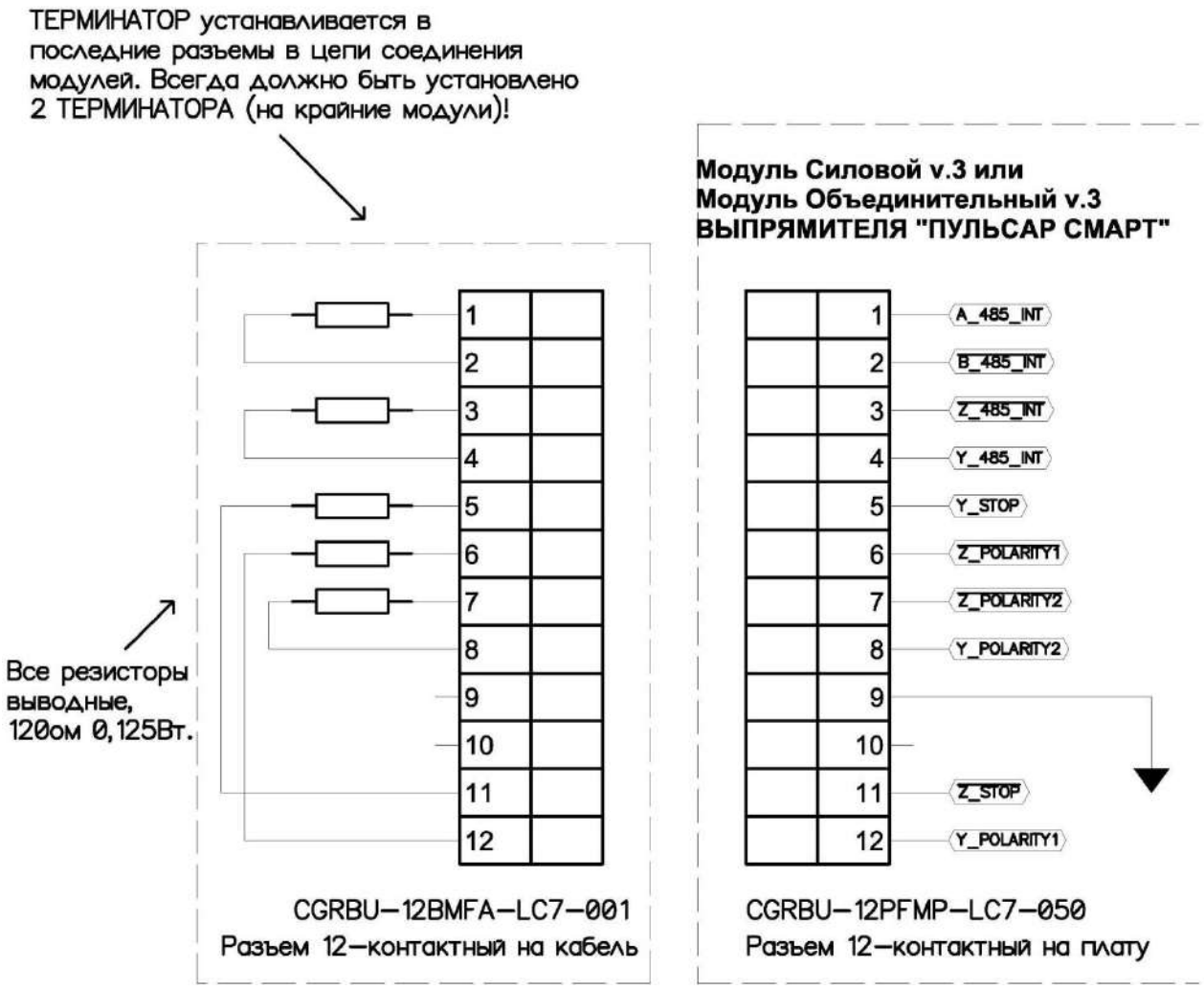


Схема подключения разъема "IN 0–10 V" к контроллеру 0–10В

Схема подключения разъема "OUT 0–10 V" к регистратору 0–10В

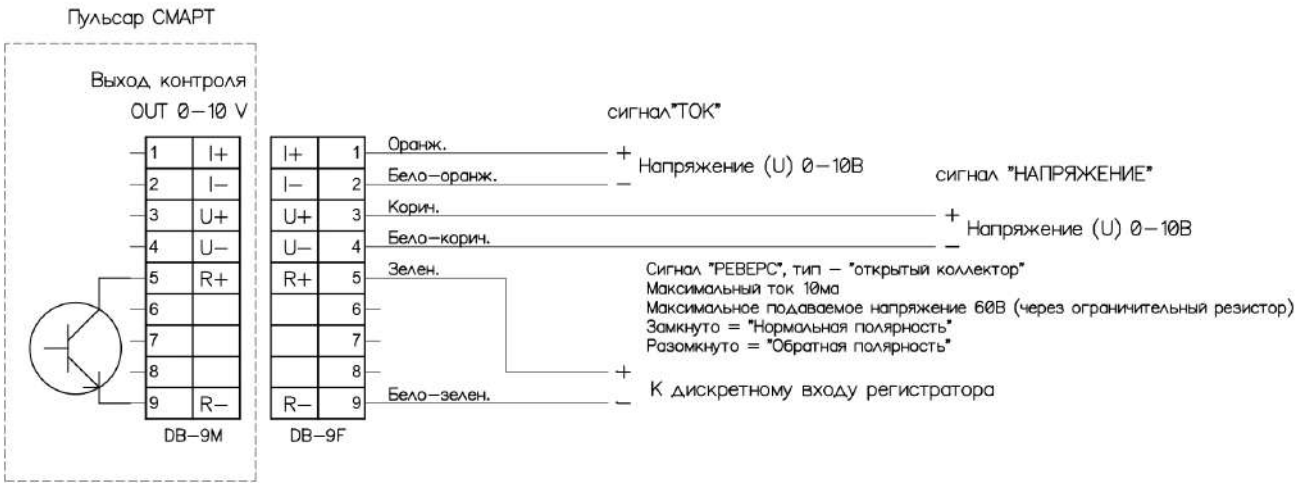
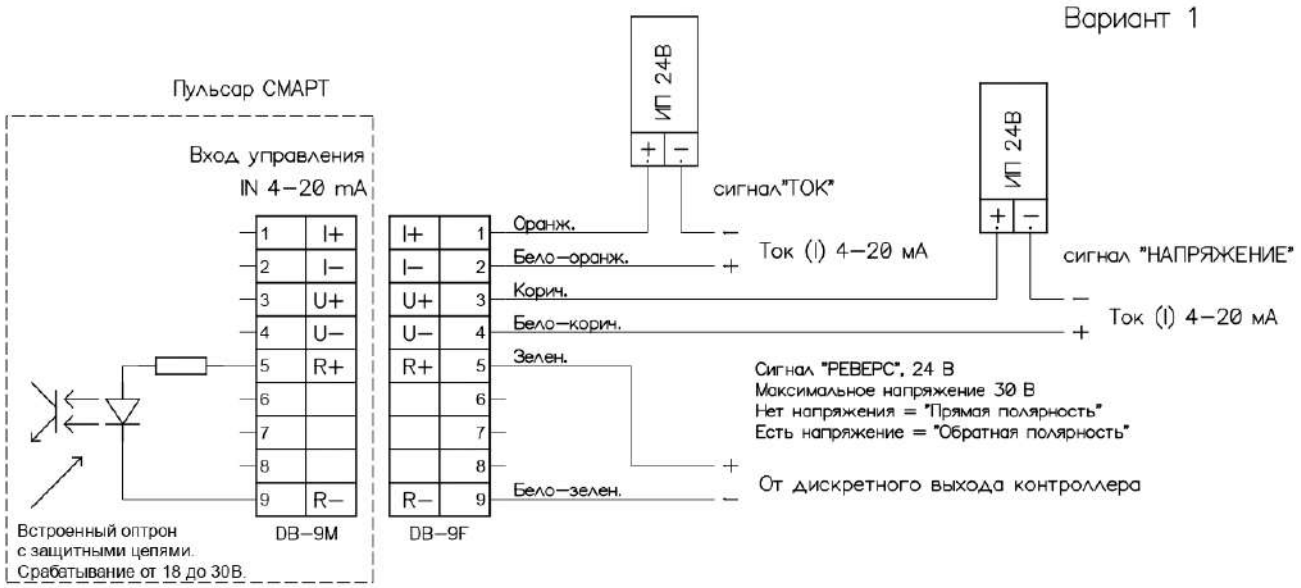
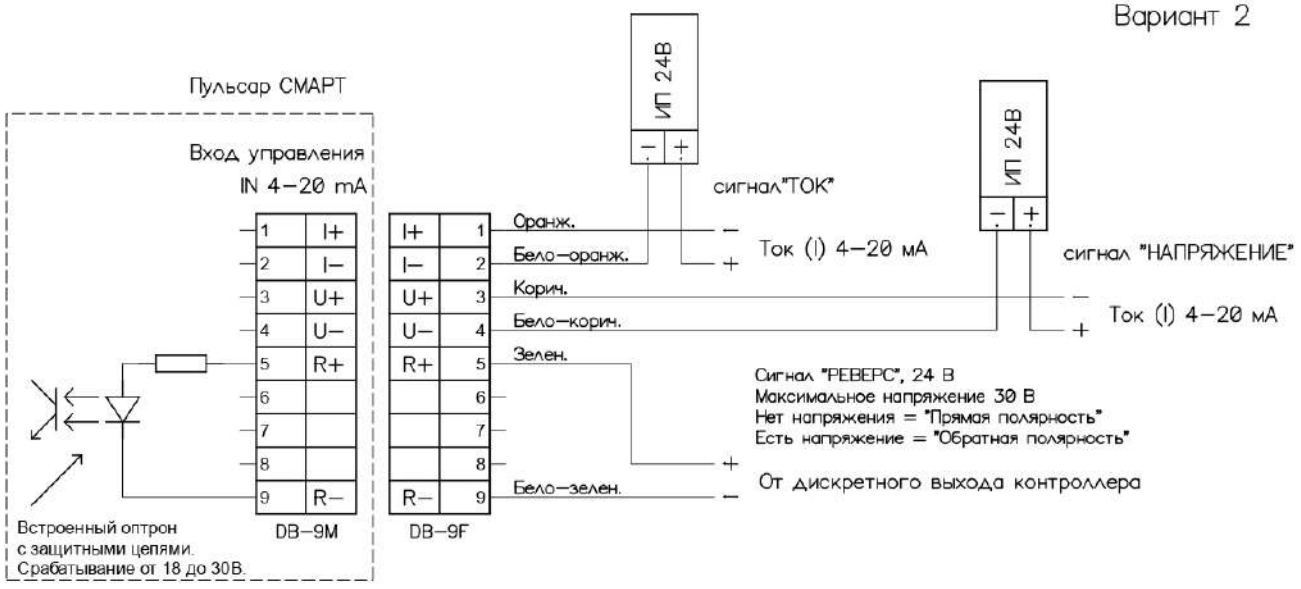


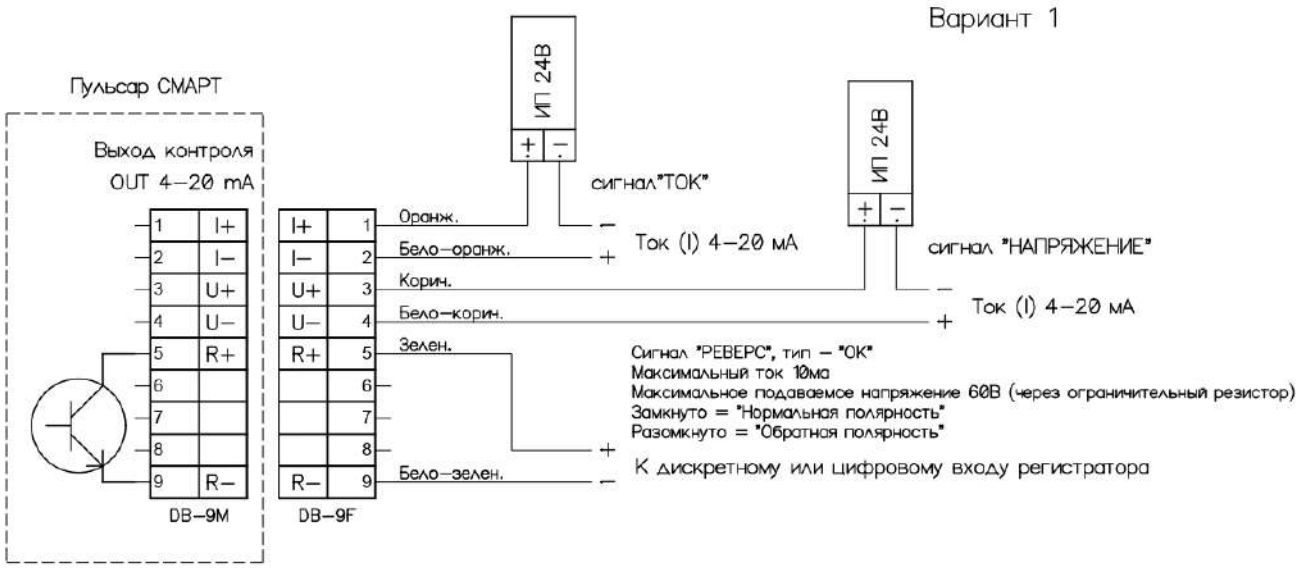
Схема подключения разъема "IN 4–20 mA" к контроллеру 4–20мА

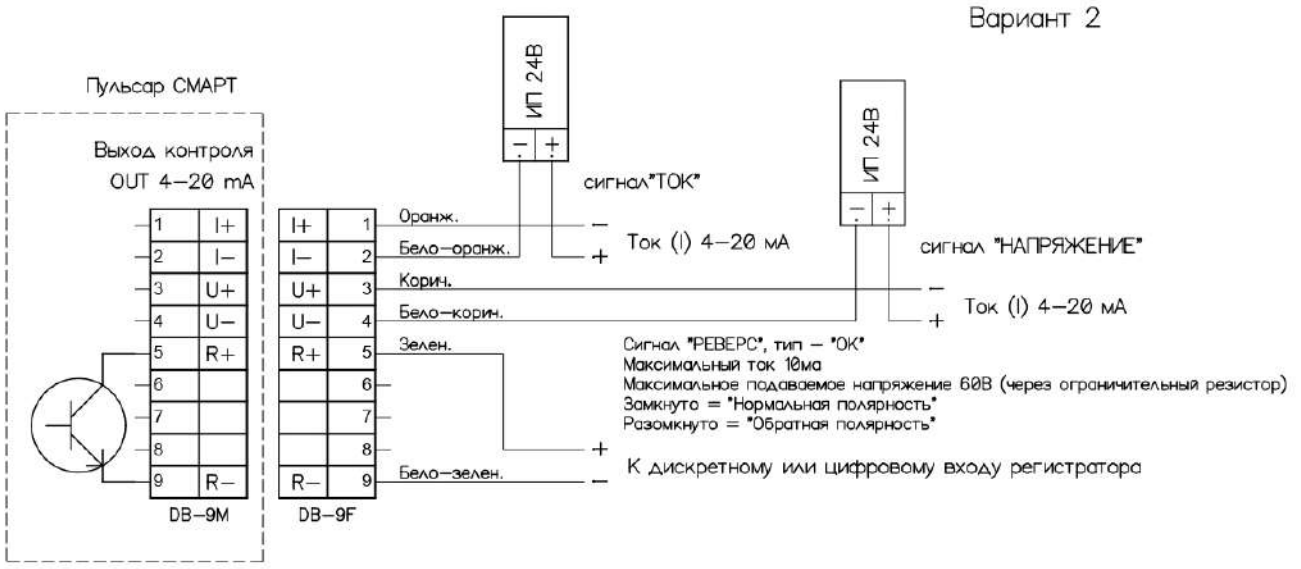




ИП 24В – источник питания на напряжение 24 В

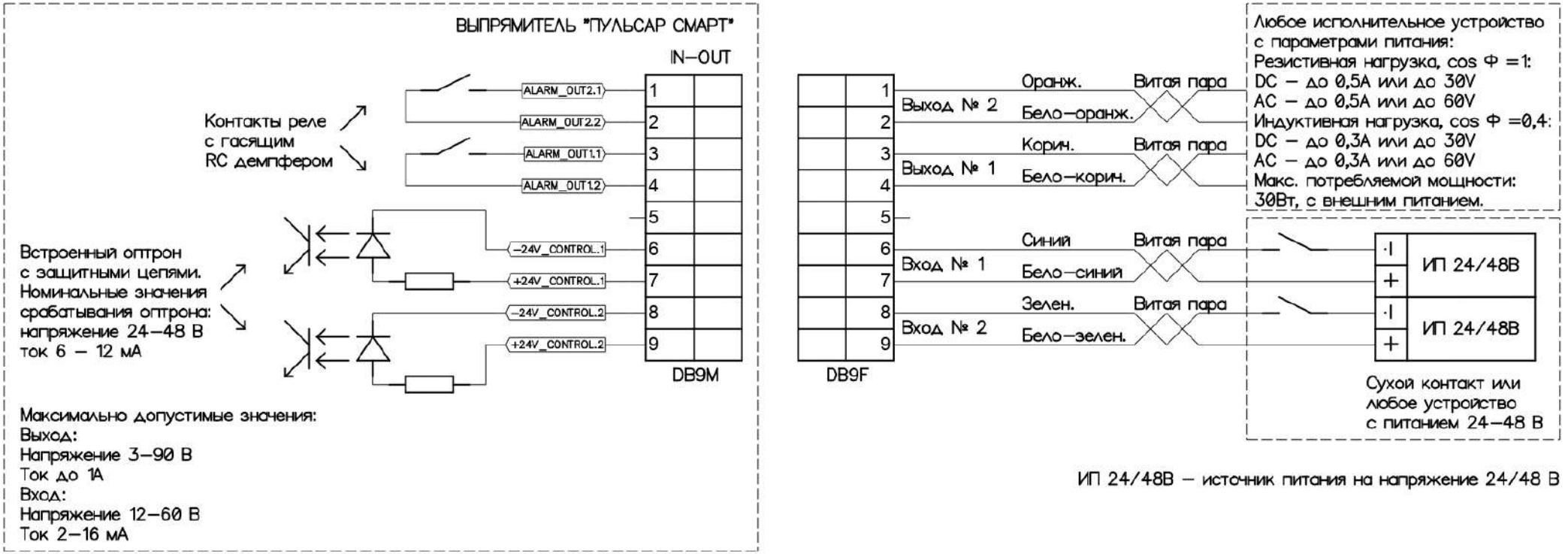
Схема подключения разъема "OUT 4–20 mA" к регистратору 4–20мА





ИП 24В – источник питания на напряжение 24 В

Схема подключения разъема IN–OUT к внешним устройствам

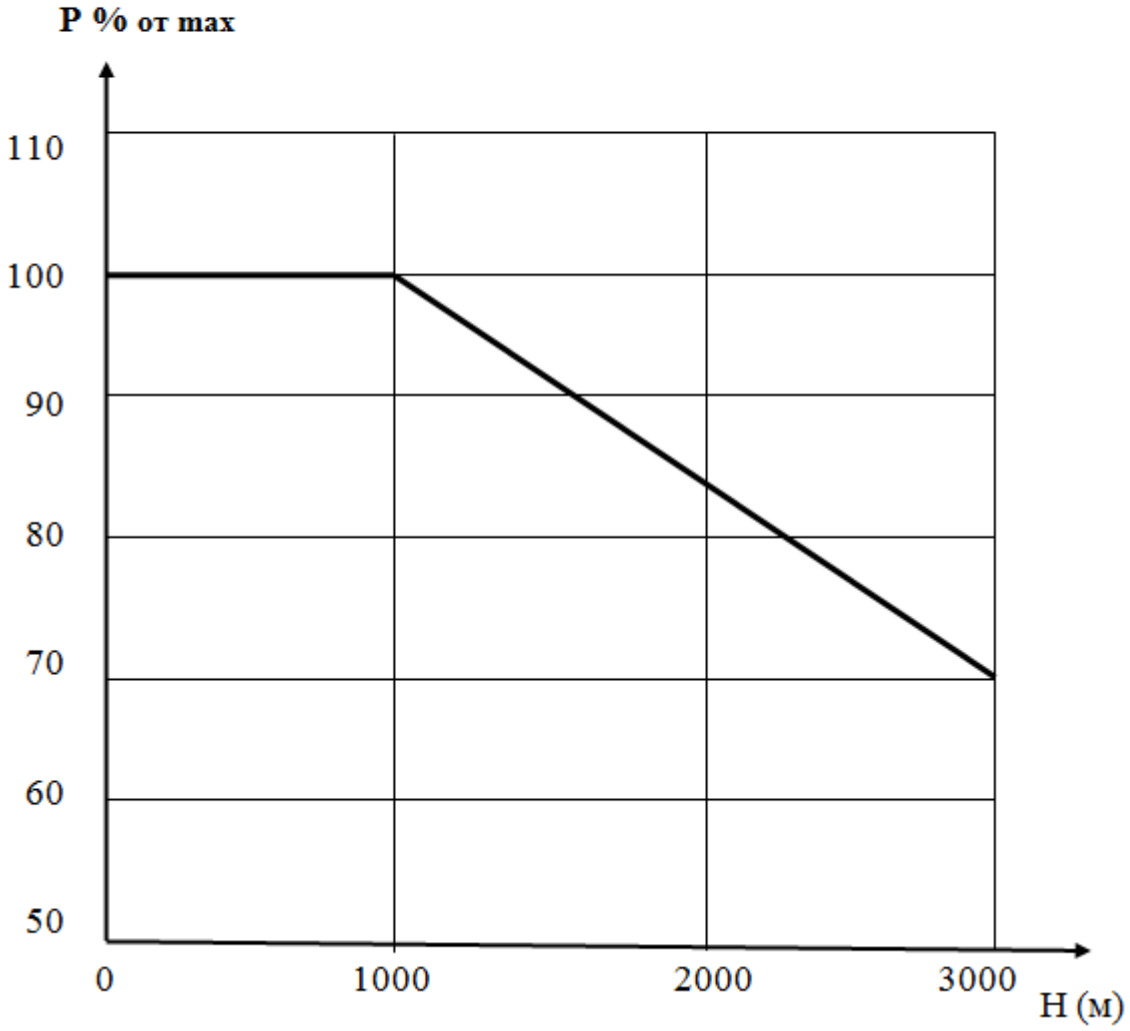


ИП 24/48В – источник питания на напряжение 24/48 В

Вход/Выход	Функция	
	Вариант №1	Вариант №2
Вход №1	"Пауза" (есть напряжение = "Работа"; нет напряжения = "Пауза")	Функция выбирается в Общих настройках
Вход №2	"Запуск/Остановка программы" (есть напряжение = "Однократный запуск"; нет напряжения = "Остановка")	Функция выбирается в Общих настройках
Выход №1	"Авария" (замкнуты контакты = "Авария")	Функция выбирается в Общих настройках
Выход №2	"Конец программы" (замкнутые контакты = "Конец программы", время замыкания настраиваемое)	Функция выбирается в Общих настройках

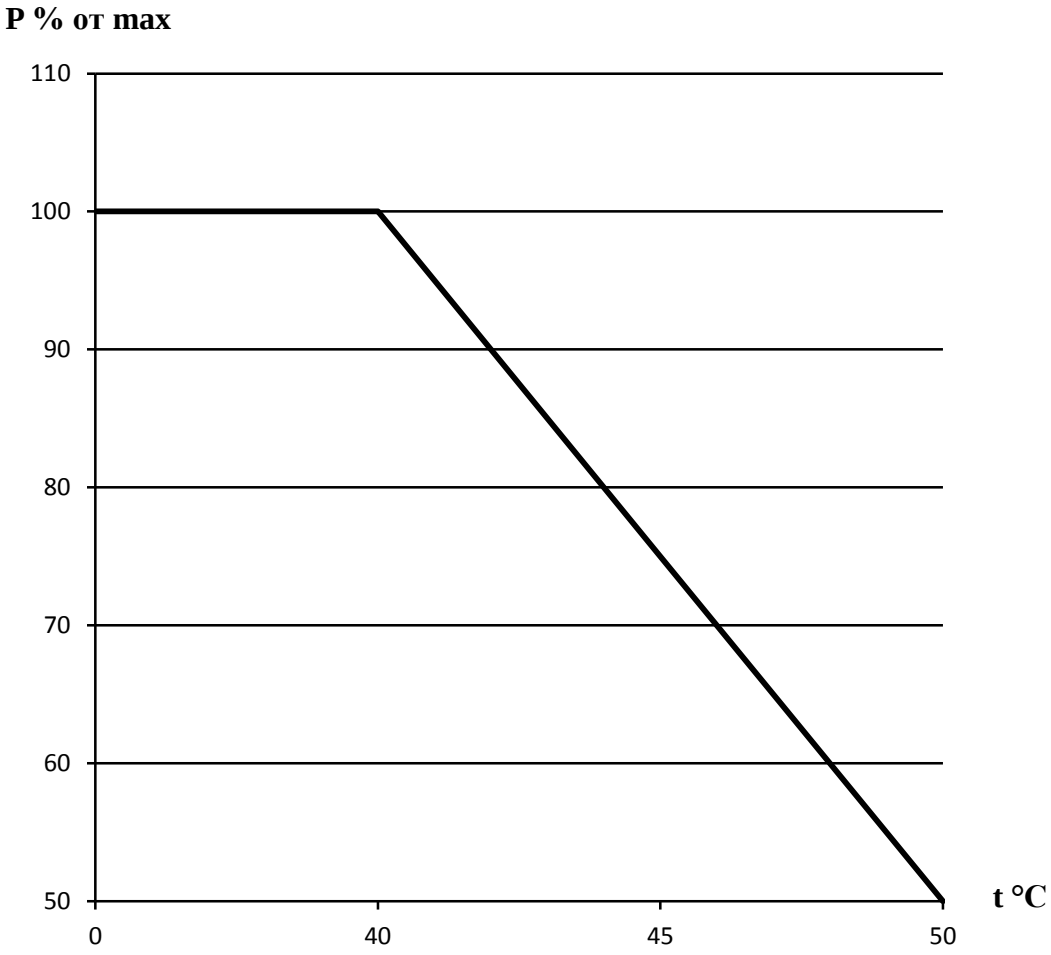
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

График нагрузочной способности выпрямителей при воздействии пониженного атмосферного давления



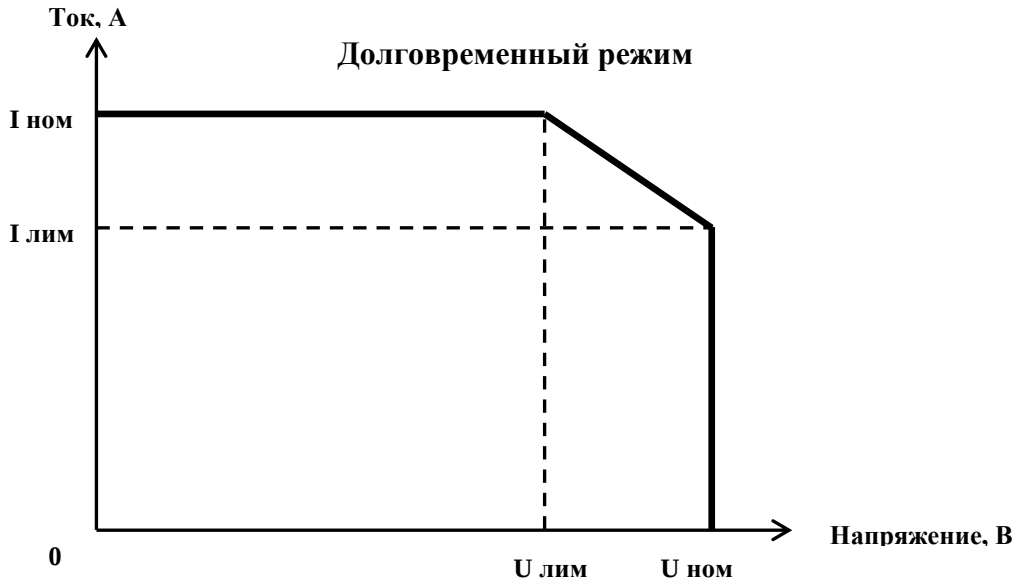
ПРИЛОЖЕНИЕ В

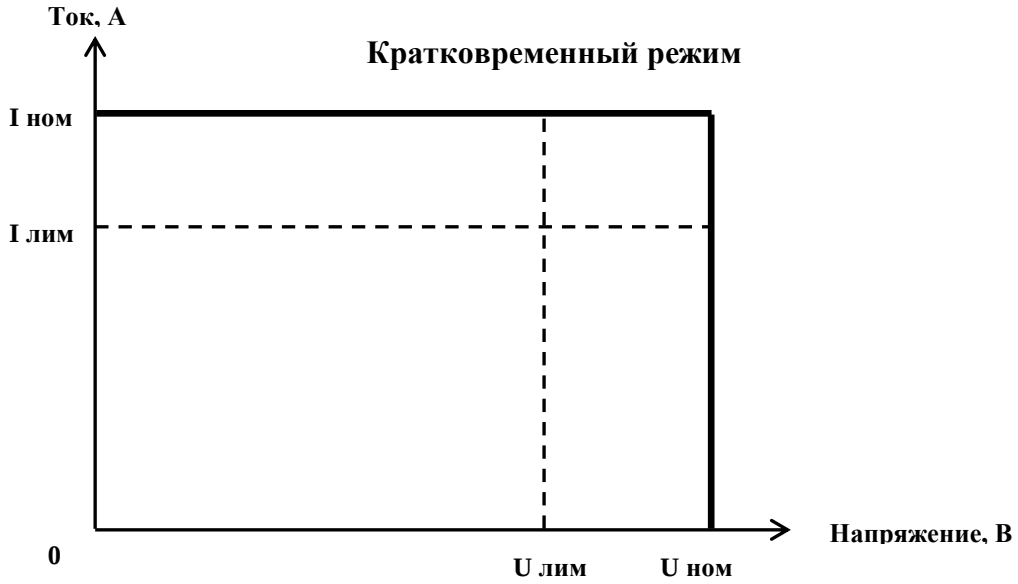
Рекомендуемая нагрузочная способность выпрямителя от температуры окружающей среды



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Рабочая область выпрямительных агрегатов, допускающих кратковременное превышение номинальной мощности





I ном – номинальный ток агрегата
U ном – номинальное напряжение агрегата
I лим – предельное значение тока при максимальном напряжении
U лим – предельное значение напряжения при максимальном токе

Предельные значения «**I лим**» и «**U лим**» для агрегата вычисляются, исходя из параметров БС, входящих в состав агрегата. Смотрите документ «Технические описания» (доступно на сайте http://navicom.org).

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Нелинейные искажения напряжения питающей сети. Рекомендации проектировщикам электроустановок, в составе которых применяются агрегаты выпрямительные

Согласно ГОСТ 32144-2013, нормально допустимый коэффициент искажения синусоидальности напряжения в сетях 0,38 кВ составляет 8%, а предельно допустимое значение — 12%. Нормативные значения для коэффициентов n-ых гармонических составляющих также приведены в стандарте: например, для 5-ой гармоники — 6,0%, для 7-ой — 5%. Предельно допустимые значения для каждой гармоники превышают нормативные в 1,5 раза.

Обязанность обеспечить соответствие параметров питающей сети требованиям действующих стандартов и правил лежит на собственнике питающей сети.

Основная причина возникновения высших гармоник — наличие потребителей с нелинейными входными цепями, которые потребляют импульсный ток. Нелинейность обусловлена применением полупроводниковых элементов: выпрямительных мостов, диодов, тиристоров и т.д. Развитие технологий и рост производства силовых полупроводниковых приборов приводят к увеличению количества оборудования с таким характером нагрузки: инверторов, высокочастотных преобразователей, конвертеров.

К нелинейным электропотребителям, вызывающим гармонические искажения, относятся:

1. Статические преобразователи (выпрямители, ИБП, тиристорные регуляторы, импульсные блоки питания, частотные преобразователи управления оборотами двигателя);
2. Газоразрядные осветительные приборы и электронные балласты;
3. Электродуговые печи постоянного и переменного тока;
4. Сварочное оборудование;
5. Устройства с насыщающимися электромагнитными элементами;
6. Специальная медицинская аппаратура и др.

Применение в промышленности мощных (более 100 кВт) нелинейных приборов в последние годы обостряет проблему гармонических искажений в электрических сетях и вынуждает энергослужбы предприятий сталкиваться с возникающими резонансами в линиях электропередачи. Они вызваны индуктивной составляющей самих линий электропередачи и емкостной составляющей ЭМС-фильтров оборудования (возникает параллельный LC-контур, который при определенных условиях начинает генерировать гармоники высших порядков). ЭМС-фильтр (фильтр электромагнитной совместимости) — это устройство, предназначенное для подавления или снижения уровня электромагнитных помех, генерируемых силовым электронным оборудованием, или для защиты оборудования от внешних электромагнитных воздействий. Основная задача ЭМС-фильтра — устранять высокочастотные помехи, которые возникают при работе частотных преобразователей, инверторов и т.д. Эти помехи могут распространяться как по силовым кабелям, так и через электромагнитное излучение, что приводит к нарушению работы других устройств. Фильтры ЭМС являются обязательным компонентом любого оборудования, имеющего в своем составе высокочастотные силовые преобразователи.

Проектно-конструкторские меры для снижения гармонических искажений и резонансов:

1. Выделение нелинейных нагрузок на отдельную систему шин/кабелей (разделение линейных и нелинейных нагрузок).

2. Снижение полного сопротивления распределительной сети. Это один из самых эффективных методов снижения нелинейных искажений и резонансов. Кабели и сборные шины имеют полное сопротивление, в значительной степени индуктивного характера (реактивную составляющую). Увеличение сечения жил (проводов) снижает активное

сопротивление распределительной сети, но не снижает ее индуктивность. Кроме этого, увеличивается межцентровое расстояние между жилами в кабеле, снижая эффект взаимной компенсации магнитных полей, что приводит к увеличению реактивной составляющей полного сопротивления. Максимальное эффективное сечение жил (проводов) составляет 70 - 95 мм². При дальнейшем увеличении сечения индуктивность жил остается относительно постоянной. Увеличение длины проводов прямо пропорционально влияет на активную и индуктивную составляющие сопротивления, поэтому необходимо любыми способами сокращать длину кабелей. Наиболее эффективным способом снижения индуктивности в трехфазных сетях является использование трех- или четырехжильных (в случае использования нейтрали) кабелей, а также их пофазное параллельное соединение.

3. Подключение нелинейной нагрузки к более мощному трансформатору питания (к более мощным обмоткам на трансформаторе).

4. Обеспечение симметричного режима работы трехфазной системы. Необходимо добиваться, насколько это возможно, сбалансированности нагрузок по фазам. Это обеспечивает минимальный ток в нейтральном проводнике и минимальное содержание гармоник.

Применительно к агрегатам выпрямительным Пульсар СМАРТ, рекомендуем придерживаться нижеследующих правил организации сети электропитания.

Если суммарная мощность выпрямителей в составе электроустановки превышает 60 кВт, рекомендуется подключать их на отдельную группу в трансформаторе, без дополнительно подключенных на эту группу нелинейных потребителей (ИБП, тиристорные регуляторы, импульсные блоки питания, частотные преобразователи управления оборотами двигателя и т.д.). Шкаф распределительный, к которому подключены выпрямители, не использовать для питания любых других потребителей.

Для прокладки линии питания от трансформатора подстанции до шкафа распределительного использовать трехжильные кабели (без нейтрали), использование одиночных фазных проводников или шин не допускается. Суммарное требуемое сечение кабеля выбирать в соответствии с ПУЭ. Сечение каждой отдельной жилы (алюминий, медь) ни в каком случае не должно превышать 95 мм2; если требуется большее суммарное сечение – выполнять путем параллельного включения нескольких трехжильных кабелей, в составе каждого обязательно должны идти все три фазы.

В зависимости от суммарной мощности агрегатов, подключаемых к одному шкафу распределительному:

1. При суммарной длине кабелей питания от трансформатора подстанции до выпрямителя не более 60 м – количество кабелей от трансформатора подстанции до шкафа распределительного должно вычисляться по формуле «один кабель на каждые 100 кВт мощности, округление в большую сторону».
2. При суммарной длине кабелей питания от трансформатора подстанции до выпрямителя 60-120 м – количество кабелей от трансформатора подстанции до шкафа распределительного должно вычисляться по формуле «один кабель на каждые 80 кВт мощности, округление в большую сторону».
3. При суммарной длине кабелей питания от трансформатора подстанции до выпрямителя более 120 м – количество кабелей от трансформатора подстанции до шкафа распределительного должно вычисляться по формуле «один кабель на каждые 40 кВт мощности, округление в большую сторону». Длина кабеля от шкафа распределительного до стойки выпрямительной должна быть минимизирована.