

**МОДУЛЬНЫЕ КОНВЕРТОРНЫЕ СИСТЕМЫ
ПОСТОЯННОГО ТОКА
НА БАЗЕ МОДУЛЕЙ-КОНВЕРТОРОВ
DC/DC-500-48/60В-10А-1U
С КОНСТРУКТОМ БАЗОВОЙ КОРЗИНЫ
19" 1U (0/2) И КОНТРОЛЛЕРОМ ВЕРСИИ УКУ-201**

**DC/DC-500-48/60В-10А-1U-RS485
DC/DC-1000-48/60В-20А-1U-RS485**

09.12.2021

Глава 1

Назначение

Модульные конверторные системы постоянного тока на базе модулей-конверторов DC/DC-500-48/60B-10A-1U с конструктивом базовой корзины 19'' 1U (0/2): **DC/DC-500-48/60B-10A-1U-RS485**, **DC/DC-1000-48/60B-20A-1U-RS485** (в дальнейшем DC/DC) предназначены для обеспечения электропитания электронной аппаратуры и средств связи стабилизированным выходным напряжением номиналом 60В. Модульные конверторные системы обеспечивают гальваническую развязку входных и выходных цепей. Входные и выходные цепи конвертора штатно изолированы от потенциалы «земли» и соответственно имеется возможность «заземления» любого из входных и выходных полюсов (при необходимости).

DC/DC имеет принудительный тип воздушного охлаждения. Вентиляторы охлаждения встроены непосредственно в силовой модуль-конвертор. Забор охлаждающего воздуха организован с лицевой стороны, выброс нагретого – с задней стороны.

DC/DC реализованы по модульной структуре, что позволяет обеспечивать «горячий» резерв и «горячую» замену силовых модулей-конверторов, а также построение систем электропитания за счет параллельного включения необходимого числа модулей-конверторов (рекомендуемое число до 4-6 шт.).

В комплект поставки системы входят корзины DC/DC, модули DC/DC (количество модулей и корзин определяется в соответствии с необходимой номинальной мощностью конвертора) и устройство контроля и управления версии УКУ-201, обеспечивающего мониторинг параметров конверторной системы по интерфейсу RS485 (протокол ModBUS RTU), а также мониторинг основных состояний системы с помощью светодиодной индикации.

При выходе из строя контроллера УКУ вся система переходит в автономный режим работы с поддержанием заданного в автономном режиме вых. напряжения номиналом 60В.

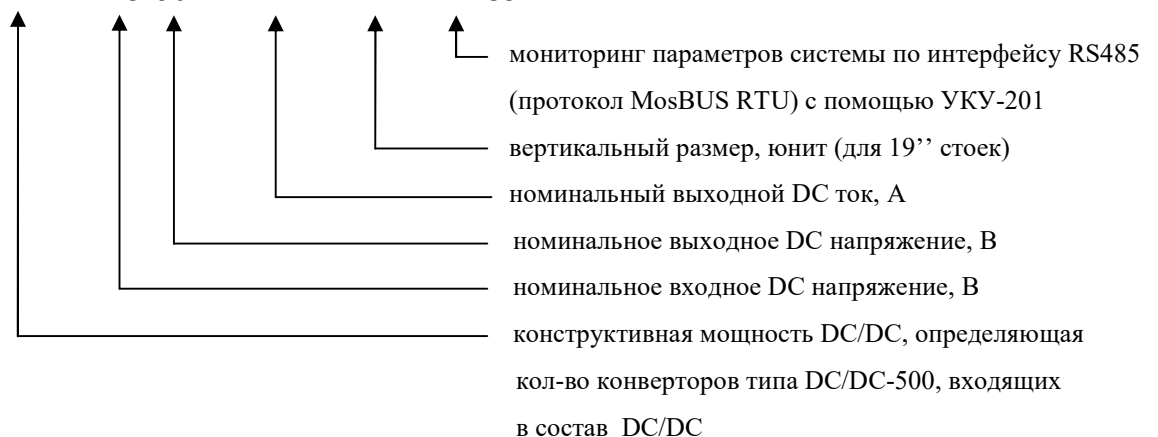
Дополнительно каждая система комплектуется всеми необходимыми информационными соединительными шлейфами. Информация по стандартным длинам шлейфов приведена в таблице 3. По согласованию возможно изменение длин шлейфов.

В таблице 1 приведены возможные варианты комплектации конверторной системы.

На выходе каждого модуля DC/DC штатно установлен выходной развязывающий диод, что автоматически обеспечивает возможность параллельной работы нескольких модулей в составе одной общей конверторной системы параллельно на общую нагрузку.

Условное обозначения DC/DC:

DC/DC-XXXXX-48/60B-XXxA-XU-RS485



Корзина DC/DC конструктивно исполнена в варианте для установки в 19'' стойках электротехнических шкафов глубиной не менее 400 мм с вертикальным размером одной корзины 1U (44 мм). Штатным исполнением является вариант с односторонним фронтальным обслуживанием. При этом с лицевой стороны корзины выведены винтовые клеммные колодки для подключения входного источника питания (входа DC 48В), нагрузки (выхода DC 60В), а также релейные и интерфейсные выходы для дистанционной сигнализации и мониторинга.

Базовая может комплектоваться 1 или 2-мя модульными преобразователями (модулями-конверторами) типа:

- DC/DC-500-48/60В-10А-1U (модули с конфигурацией входного напряжения DC 48В с номинальными выходными параметрами DC 60В, 10А).

Глава 2

Технические характеристики:

- 2.1. Основные технические характеристики DC/DC приведены в таблице 2.
- 2.2. DC/DC имеет защиту от короткого замыкания на выходе.
- 2.3. DC/DC имеет защиту от недопустимого снижения или пропадания питающего напряжения.
- 2.4. DC/DC имеет защиту от перегрева.
- 2.5. DC/DC имеет три программируемых реле аварийной сигнализации (возможные варианты аварийных событий описаны ниже).
- 2.6. DC/DC автоматически контролирует:
 - напряжение, ток и температуру каждого преобразователя напряжения (модуля DC/DC);
 - напряжение питающей сети постоянного тока;
 - напряжение нагрузки;
- 2.7. DC/DC автоматически обеспечивает:
 - распределение нагрузки между параллельно работающими модулями DC/DC;
 - включение модуля DC/DC при появлении напряжения сети постоянного тока, если они выключились в результате пропадания этого напряжения;
 - защиту нагрузки и модулей DC/DC от аварийных и аномальных режимов;
 - селективное отключение неисправного модуля DC/DC;
 - поддержание заданного фиксированного номинального выходного напряжения;
 - мониторинг по интерфейсу RS-485 (протокол ModUS RTU) следующих основных параметров:
 - СЕТЬ
 - напряжение по DC вводу, исправность в соответствии с заданными порогами (норма/завышено/занижено);
 - Модуль DC/DC
 - выходное напряжение (норма/завышено/занижено);
 - выходной ток;
 - температура (предупредительная сигнализация и аварийное отключение при перегреве);
 - аварии с указанием вида;
 - Нагрузка
 - напряжение на нагрузке, исправность в соответствии с заданными порогами (норма/завышено/занижено);
 - суммарный ток нагрузки.

Глава 3

Перечень защит, используемых в DC/DC

Нагрузка

- от недопустимого отклонения напряжения на выходе DC/DC;

Модуль DC/DC

- двухпороговая защита от перегрева преобразователя с программируемыми значениями порогов срабатывания;
- быстродействующая токовая защита от короткого замыкания на выходе;
- защита от токовых перегрузок модуля DC/DC (при перегрузке переход в режим ограничения тока);
- защита от недопустимого превышения выходного напряжения с программируемым значением максимального напряжения;
- защита от недопустимого снижения выходного напряжения с программируемым значением минимального напряжения;
- защита от недопустимого отклонения напряжения питающей сети;
- защита от выключения модуля DC/DC при отсутствии связи с центральным процессором (переход в автономный режим работы).

Таблица 1

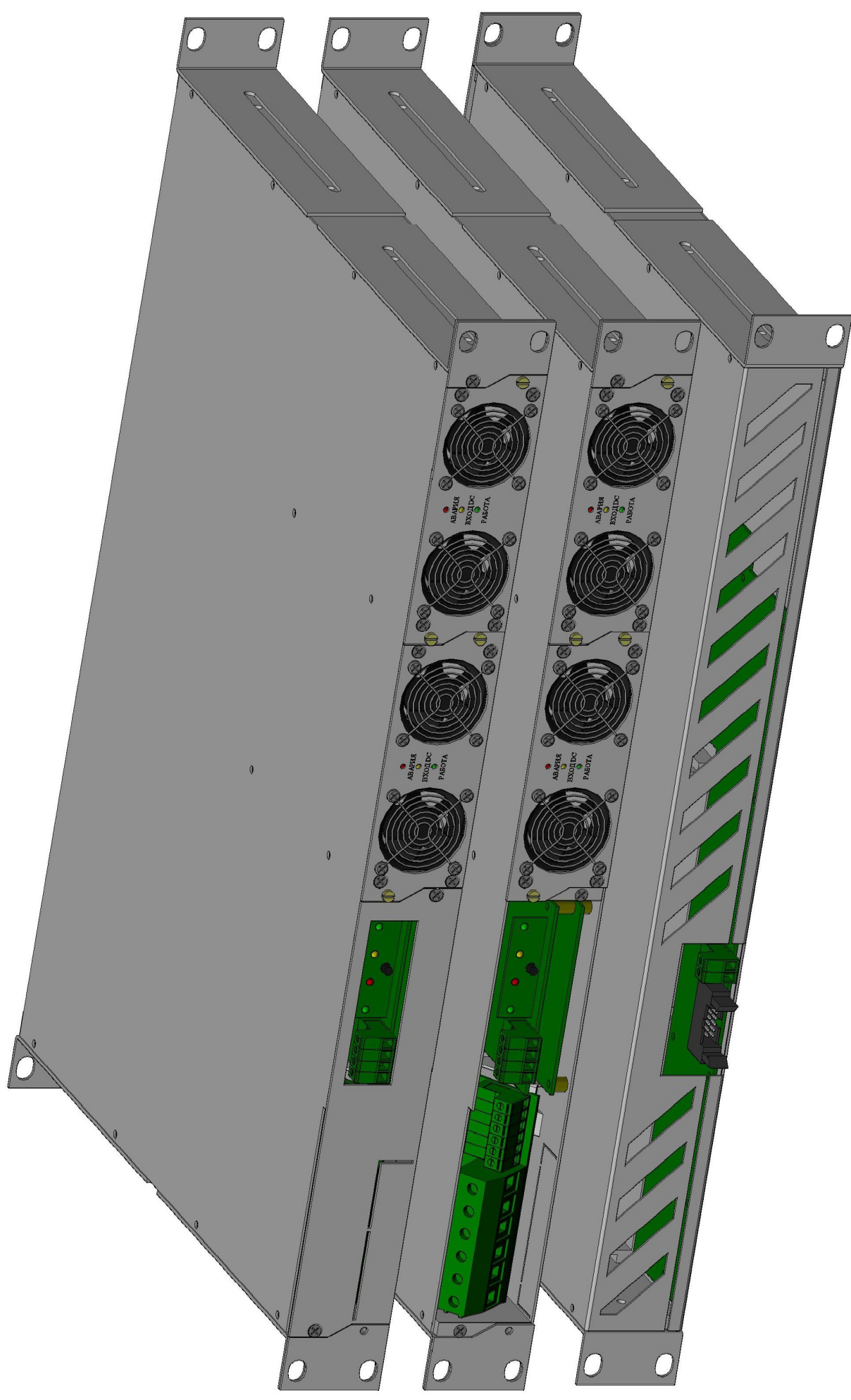
Конфигурация конверторной системы	Общее наименование конверторной системы	Версия УКУ	Кол-во УКУ	Примечание	Мониторинг			Корзина	Модули БПС
					Ethernet (ModBUS TCP, SNMP v1)	RS485 (ModBus RTU)	Светодиодная индикация основных состояний		
Конвертор 48/60В 10А	DC/DC-500-48/60В-10А-1U-RS485	УКУ-201-DC/DC-1U	1 шт.	Система состоит из 1 корзины. УКУ встроено в корзину с модулями на отдельное (непосредственно для УКУ) посадочное место.	-	+	+	DC/DC-1000-48/60В-20А-0/2-1U-RS485 1 шт.	DC/DC-500-48/60В-10А-1U 1 шт.
Конвертор 48/60В 20А	DC/DC-1000-48/60В-20А-1U-RS485	УКУ-201-DC/DC-1U	1 шт.	Система состоит из 1 корзины. УКУ встроено в корзину с модулями на отдельное (непосредственно для УКУ) посадочное место.	-	+	+	DC/DC-1000-48/60В-20А-0/2-1U-RS485 1 шт.	DC/DC-500-48/60В-10А-1U 2 шт.
Конвертор 48/60В 30А	DC/DC-1500-48/60В-30А-2U-RS485	УКУ-201-DC/DC-1U	1 шт.	Система состоит их 2-х корзин (основная + дополнительная). Доп. корзина соединяется с основной по внутреннему CAN интерфейсу. УКУ встроено в основную корзину с модулями на отдельное (непосредственно для УКУ) посадочное место.	-	+	+	DC/DC-1000-48/60В-20А-0/2-1U-RS485 - 1 шт. DC/DC-1000-48/60В-20А-0/2-1U-CAN-201 - 1 шт.	DC/DC-500-48/60В-10А-1U 3 шт.
Конвертор 48/60В 40А	DC/DC-2000-48/60В-40А-2U-RS485	УКУ-201-DC/DC-1U	1 шт.	Система состоит их 2-х корзин (основная + дополнительная). Доп. корзина соединяется с основной по внутреннему CAN интерфейсу. УКУ встроено в основную корзину с модулями на отдельное (непосредственно для УКУ) посадочное место.	-	+	+	DC/DC-1000-48/60В-20А-0/2-1U-RS485 - 1 шт. DC/DC-1000-48/60В-20А-0/2-1U-CAN-201 - 1 шт.	DC/DC-500-48/60В-10А-1U 4 шт.

Таблица 2

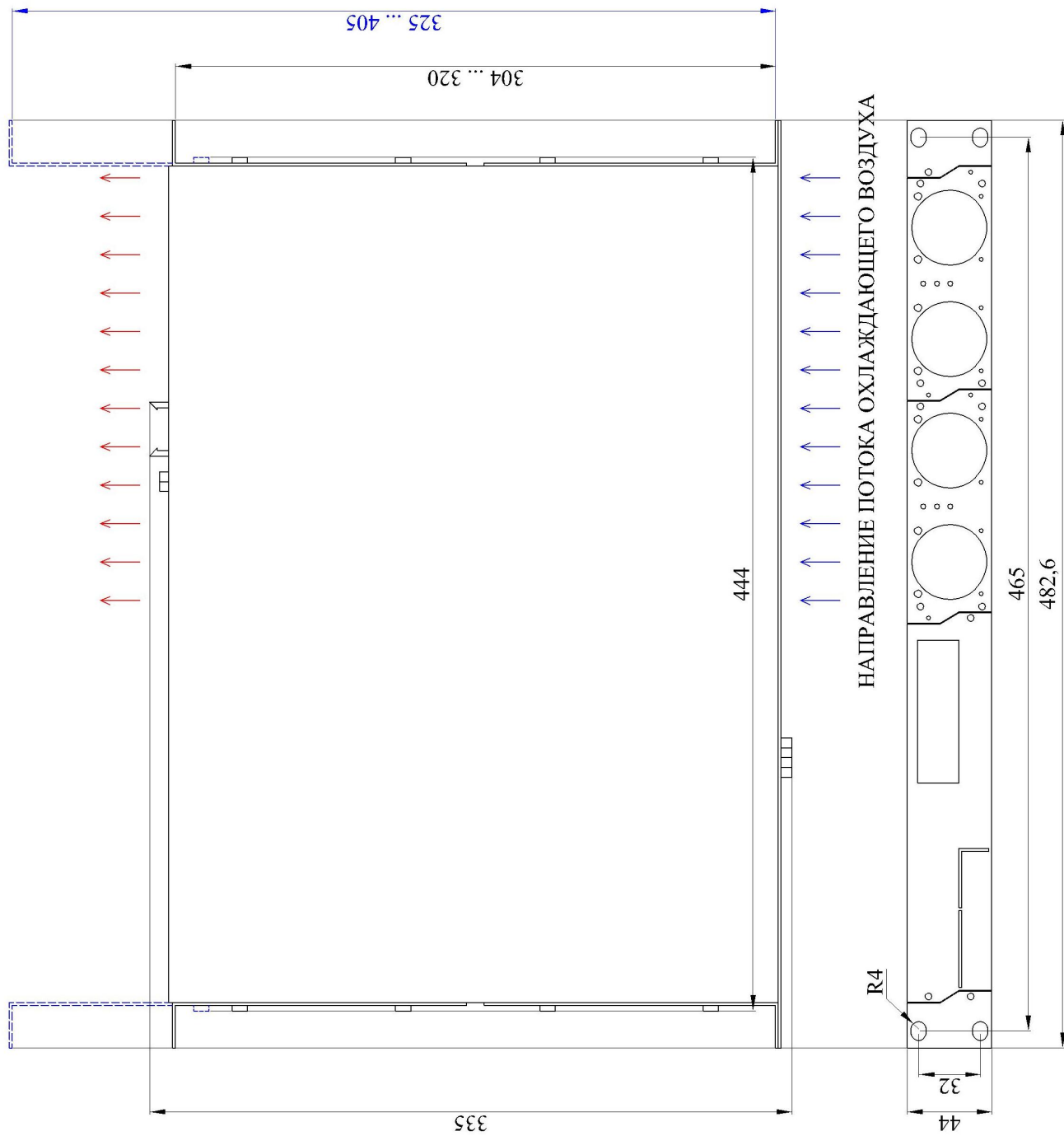
Параметр	DC/DC-500- 48/60B-10A-1U-RS485	DC/DC-1000- 48/60B-20A-1U-RS485	DC/DC-1500- 48/60B-30A-2U-RS485	DC/DC-2000- 48/60B-40A-2U-RS485
Номинальное выходное напряжение постоянного тока, В	60В			
Номинальный (максимальный) выходной ток, А	10	20	30	40
Диапазон регулирования выходного напряжения, В	60В ± 5%			
Номинальный выходной ток DC/DC, А ($N_{DC/DC} \times I_{DC/DC}$)	10 (1x10)	20 (2x10)	30 (3x10)	40 (4x10)
Пульсации выходного напряжения от пика до пика, не более, мВ	50			
Диапазон входного напряжения питания	DC (42 ÷ 58)В			
Максимальный потребляемый ток, не более, А	17	34	51	68
Максимальная потребляемая мощность, не более, Вт	700	1400	2100	2800
Коэффициент полезного действия при $I_{нагр} = (0,5 \div 1,0) I_{ном}$, не менее	0,85			
Уставка защиты от перегрузки DC/DC-500-48/60B-10A-1U (ток ограничения), А	10.5 ± 1%			
Диапазон рабочей температуры, °С	+5 ÷ +40			
Диапазон температуры хранения, °С	-50 ÷ +50			
Относительная влажность, не более, %	95			
Эл. Сопр. Изоляции вх. И вых. Цепей относительно корпуса	- в нормальных климатических условиях, не менее, МОм - при влажности 95% и температуре +30°С, не менее, МОм			20 1
Габаритные размеры (ШxГxВ), мм	483 x 335 x 44	483 x 335 x 44	483 x 335 x 88	483 x 335 x 88
Масса, не более, кг	8	10	18	20

Стандартная комплектация для конверторной системы, состоящей из 2-х и более корзин			
Шлейф CAN	Кол-во (шт.)	Длина (м)	
Шлейф CAN (10 pin)	зависит от состава системы	между корзинами	1

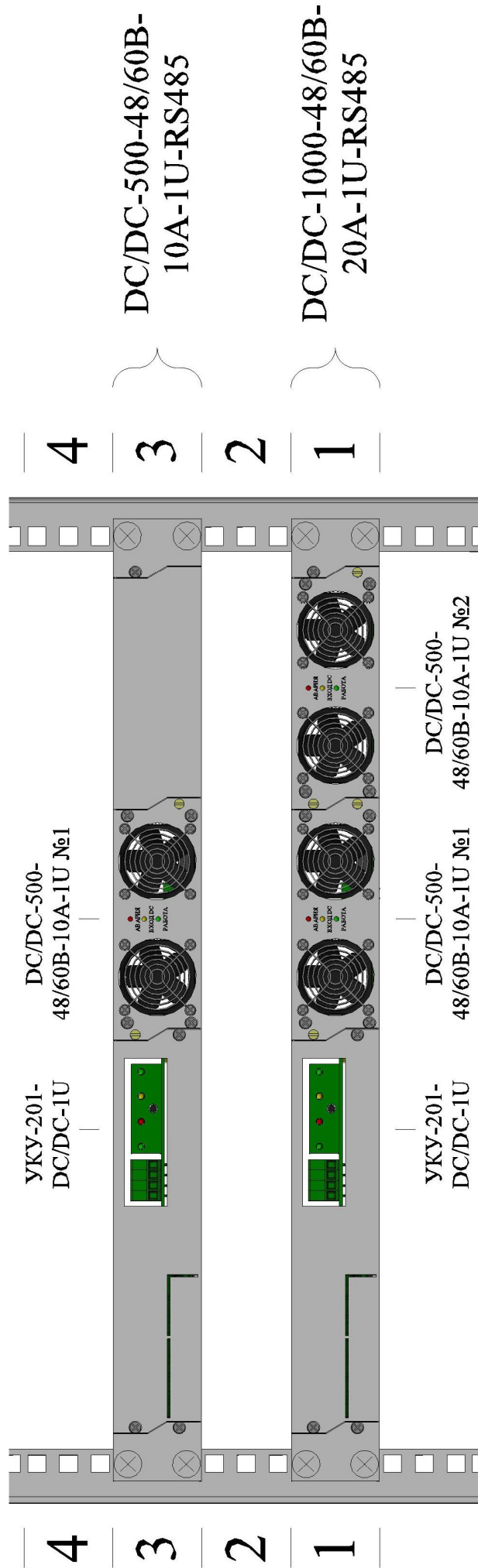
ОБЩИЙ ВИД КОРЗИНЫ DC/DC С УСТАНОВЛЕННЫМИ СИЛОВЫМИ МОДУЛЯМИ-КОНВЕРТОРАМИ



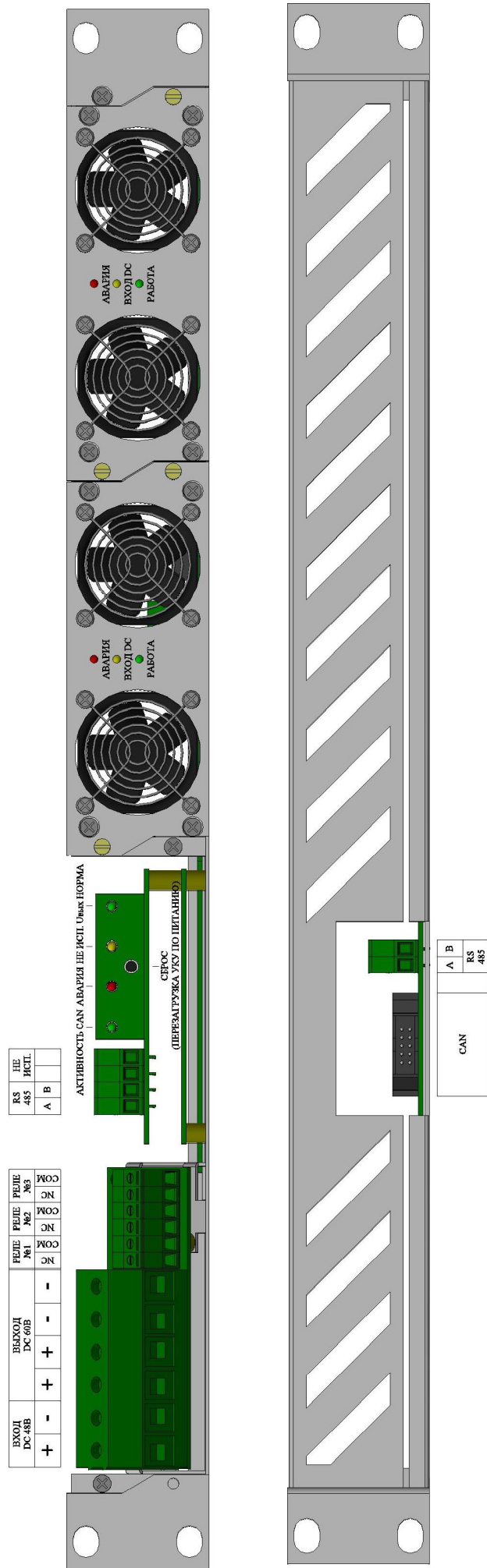
ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ КОРЗИНЫ DC/DC С УСТАНОВЛЕННЫМИ СИЛОВЫМИ МОДУЛЯМИ



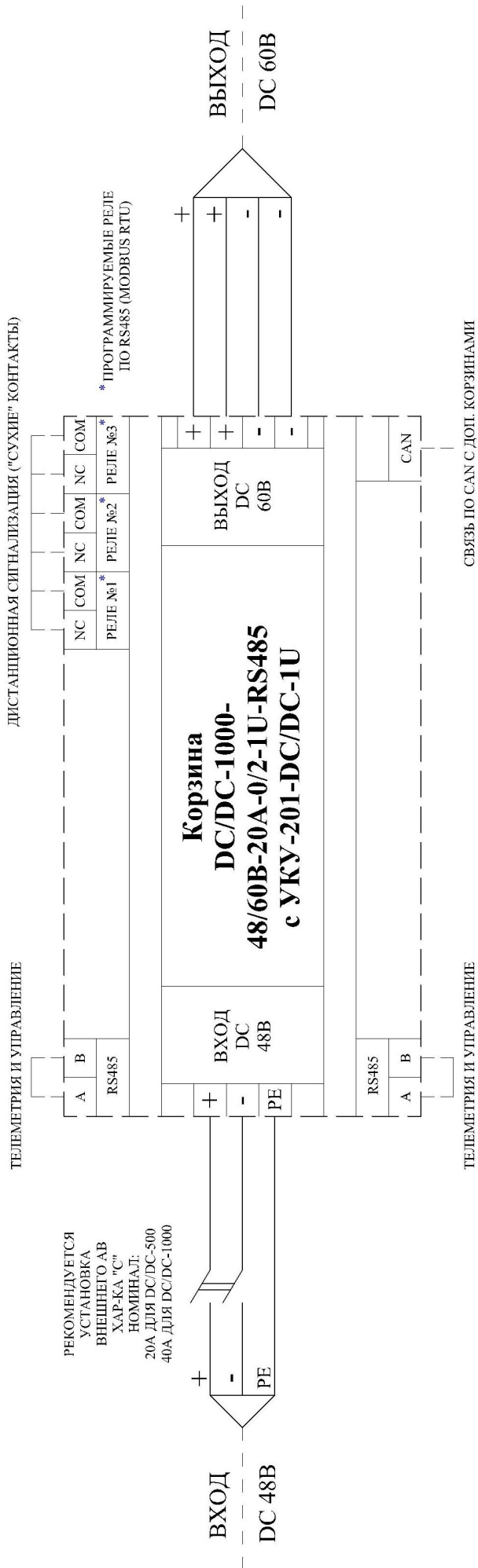
**СОСТАВ БАЗОВОЙ КОРЗИНЫ DC/DC-1000-48/60B-20A-0/2-1U-RS485 В СООТВЕТСТВИИ
С ЧИСЛОМ УСТАНОВЛЕННЫХ МОДУЛЕЙ**



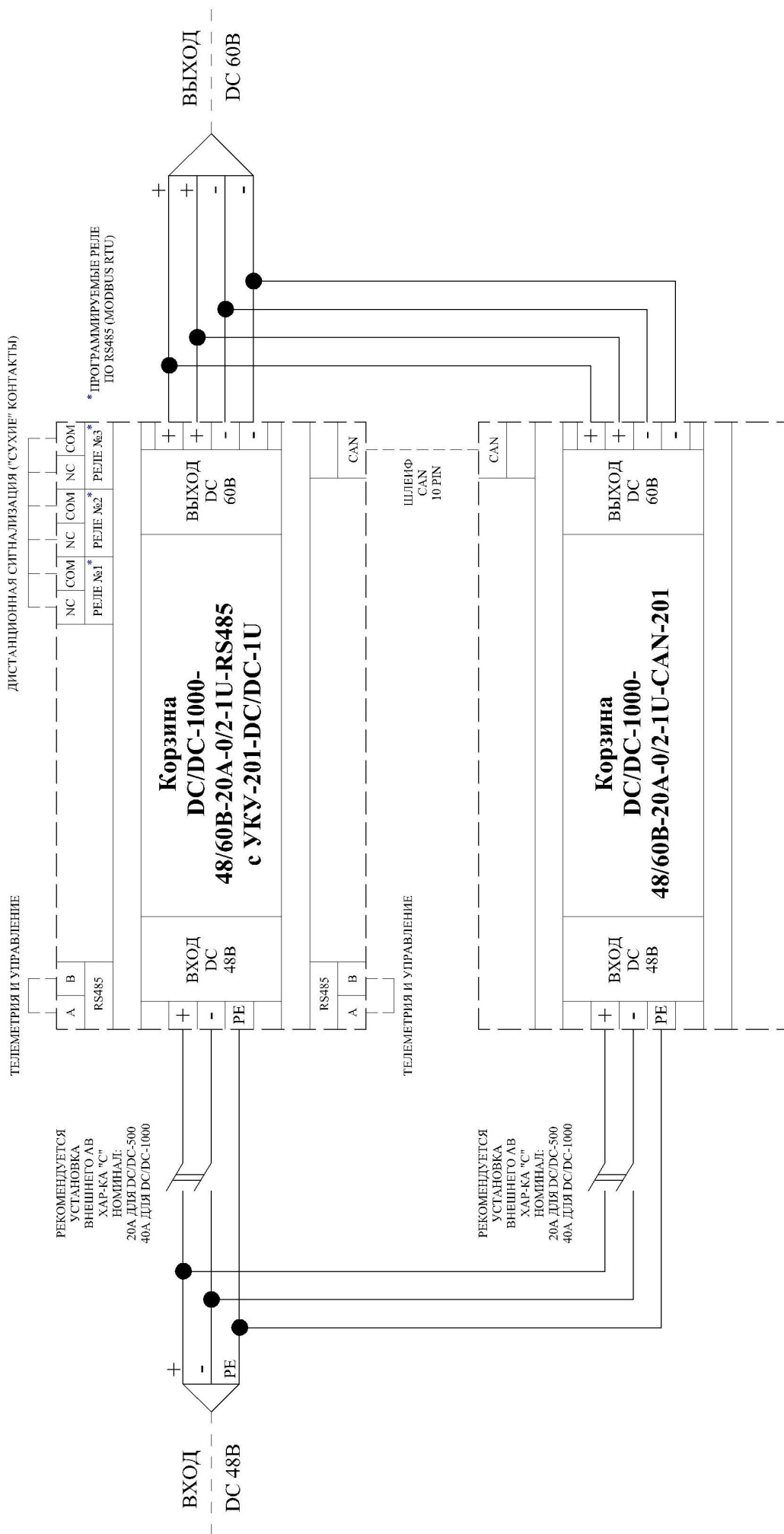
РАСПИНОВКА СИЛОВЫХ И СИГНАЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ БАЗОВОЙ КОРЗИНЫ DC/DC-1000-48/60В-20А-0/2-1U-RS485



ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ DC/DC-1000-48/60B-20A-1U-RS485 и DC/DC-500-48/60B-10A-1U-RS485



ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ DC/DC, СОСТОЯЩЕГО ИЗ 2-Х КОРЗИН, НА ПРИМЕРЕ DC/DC-2000-48/60В-40А-2U-RS485 и DC/DC-1500-48/60В-30А-2U-RS485



Глава 4

Принцип работы модуля-конвертора DC/DC-1U со входом DC 48В (07.12.2021)

DC/DC конвертор содержит от одного до нескольких преобразователей напряжения DC/DC, включенных на параллельную работу.

Каждый модуль DC/DC выполнен по схеме двух последовательно включенных мостовых преобразователей с независимым возбуждением и бестрансформаторным входом.

Структурная схема модуля DC/DC приведена на рис.1.

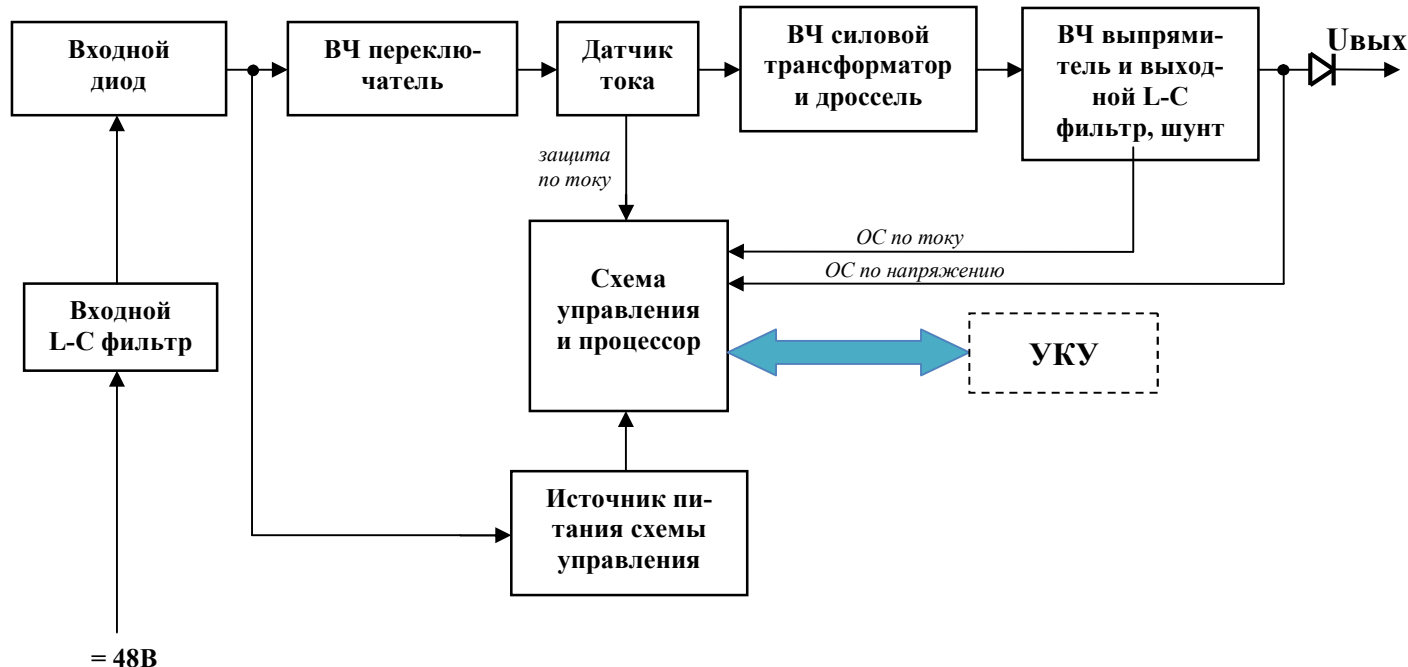


Рис.1. Структурная схема модуля DC/DC

Входное напряжение через сетевой L-C фильтр поступает на входной развязывающий диод и далее на источник питания схемы управления. Источник питания схемы управления формирует на выходе необходимое для системы управления напряжение 12В.

Далее входное напряжение через схему ограничения тока заряда конденсаторов сглаживающего фильтра подается на высокочастотный (ВЧ) переключатель.

Схема ограничения включает в себя токоограничивающий резистор, тиристор и схему управления тиристором.

Напряжение управления тиристором формируется схемой управления. Гальваническое разделение цепей +12В от цепей управления тиристором обеспечивается высокочастотным трансформатором, выходное напряжение которого выпрямляется, сглаживается и через резистор, ограничивающий ток управляющего электрода, подается на тиристор.

Высокочастотный переключатель выполнен по схеме двух последовательно включенных мостов на полевых транзисторах.

Первичная обмотка трансформатора (датчика) тока включена последовательно в цепь питания ВЧ переключателя. Ток с вторичной обмотки трансформатора тока подается на схему управления, где выпрямляется и преобразуется в напряжение, которое используется в качестве входного сигнала для быстросрабатывающей токовой защиты.

Напряжение с вторичных обмоток силового высокочастотного трансформатора поступает на выходной выпрямитель, и сглаживаются выходными L-C фильтром. Выходное напряжение также поступает на схему управления (сигнал обратной связи по напряжению). Сигнал обратной связи по току снимается с шунта, включенного между выходным дросселем и конденсаторами фильтра.

Схема управления выполнена на основе специализированного ШИМ контроллера, выходы ко-

того через ключи подключены к первичным обмоткам затворных трансформаторов ключей ВЧ переключателя. Также в схему управления включен расширитель импульсов на интегральном таймере, на вход которого подается сигнал от источника питания схемы управления. При недопустимом снижении питающего напряжения, на выходе схемы контроля напряжения появляется сигнал низкого уровня, который поступает на вход расширителя импульсов, расширяется до 0,5 – 1,5 сек., инвертируется и управляет транзисторным ключом. Ключ открывается и разряжает конденсаторы плавного пуска, обеспечивая блокирование модуля DC/DC.

Схема управления формирует сигналы управления ВЧ переключателем, обеспечивая стабилизацию выходного напряжения в нормальных режимах, автоматическое снижение выходного напряжения до нуля при перегрузке с плавным нарастанием напряжения на его выходе после устранения перегрузки и защиту от исчезновения напряжения питания.

Тепловая защита, управление выходным напряжением и связь по шине CAN с устройством контроля и управления (УКУ) обеспечиваются контроллером, установленным на плате управления. Контроллер стабилизирует выходное напряжение, контролируя его значение на выходе DC/DC конвертора, а также выходной ток, изменяя выходное напряжение. Управление выходным напряжением происходит с помощью ШИМ.

Напряжение питания +12В схемы управления формируется интегральным стабилизатором напряжения. Кроме того, источник питания схемы управления имеет пороговое устройство защиты, которое при наличии достаточного напряжения питания выдает сигнал +12В на выход, разрешающий формирование сигналов управления силовыми ключами. При недопустимом снижении сетевого напряжения разрешающий сигнал снимается, преобразователь выключается. При восстановлении напряжения преобразователь автоматически включается.

На лицевой панели модуля DC/DC имеются три светодиода, отображающие режим работы. Желтый светодиод «ВХОД DC» светится при наличии напряжения на DC вводе питания. Зеленый светодиод «РАБОТА» светится при нормальной работе БПС. Красный светодиод «АВАРИЯ» начинает периодически моргать при нагреве модуля DC/DC до температуры $t_{\text{сигн}}=70^{\circ}\text{C}$, при этом зеленый светодиод «РАБОТА» продолжает гореть непрерывно. При нагреве свыше $t_{\text{max}}=80^{\circ}\text{C}$ модуль DC/DC отключается, при этом загорается красный светодиод «АВАРИЯ» и гаснет зеленый светодиод «РАБОТА». После охлаждения на 1°C модуль DC/DC включается автоматически. Также красный светодиод загорается при отключении модуля DC/DC защитой от превышения или недопустимого снижения выходного напряжения. При отсутствии связи с УКУ красный светодиод постоянно моргает. Светодиодная индикация в модуле DC/DC, отображающая режимы работы и неисправности, подробно описана в приложении «Светодиодная индикация режимов работы БПС».

Адрес (номер) DC/DC задается непосредственно на кросс-плате внутри корзины DC/DC (с помощью адресных резисторов). Адресация ведётся с лицевой стороны корзины в очередности слева-направо, то есть левое посадочное место под модуль DC/DC имеет адрес №1, правое соответственно №2 и т.д. В случае, если конверторная система состоит из 2-х корзин, то адресация будет иметь сквозную нумерацию (в корзине №1 левое посадочное место будет иметь адрес №1, правое №2, далее уже в корзине №2 левое посадочное место будет иметь адрес №3, правое соответственно №4 и т.д.).

Выходное напряжение модуля DC/DC при работе без УКУ программируется на заводе-изготовителе.

Глава 5

Состав и функции устройства контроля и управления (УКУ) (07.12.2021)

5.1 УКУ включает в себя:

- светодиодную индикацию основных режимов работы;
- микропроцессор для обработки контрольно-измерительной информации и управления конвертором;
- CAN интерфейс для внутренней связи с силовыми модулями-конверторами;
- контроллер **RS-485** обеспечивающий функции телеметрии и телеуправления;
- преобразователь напряжения для питания микропроцессора;

5.2 УКУ обеспечивает:

- включение модулей DC/DC на параллельную работу и выравнивание токов между исправными модулями в составе системы;
- выявление исчезновения сети или недопустимого снижения её напряжения;
- формирование сигналов неисправности и аварийных сигналов на соответствующих программируемых реле дистанционной сигнализации (3 реле);
- звукового сигнала «**АВАРИЯ**»;
- управление выходными напряжениями модулей DC/DC для поддержания заданного номинального значения на выходе
- формирование по интерфейсу RS485 (протоколу ModBUS RTU) сигналов телеметрии о состоянии модулей DC/DC (исправное состояние и наличие аварий), параметров нагрузки (напряжение в норме/завышено/занижено, ток), параметров входного напряжения (норма/завышено/занижено)
- формирование соответствующих команд на управление и при телеметрии;

Глава 6

Меры безопасности (08.05.2020)

- 6.1.** Организация эксплуатации DC/DC должна соответствовать требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», а также «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок».
- 6.2.** Запрещается работа конвертора без соединения клеммы (болта) заземления с контуром заземления.
- 6.3.** К работе с DC/DC допускаются лица, ознакомившиеся с паспортом и настоящим руководством по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности, аттестованные и имеющие квалификационную группу не ниже третьей для электроустановок до 1000В.
- 6.4.** При работе с включенным DC/DC необходимо принимать необходимые меры предосторожности, учитывая, что внутри DC/DC высокое напряжение присутствует на всех элементах силовой части.

Глава 7

Подключение DC/DC (07.12.2021)

При обесточенной питающей сети и отключенной нагрузке:

- 7.1. Скоммутировать конверторную систему в соответствии с одной из типовых схем включения, приведенных в приложениях раздела 1-3.
- 7.2. Подключить заземляющий проводник к контуру заземления электроустановки.
- 7.3. Подключить, соблюдая полярность, к выходному клеммному разъему «ВЫХОД DC» провода нагрузки с соответствующим сечением проводов (для удобства монтажа выходные клеммы «+» и «-» дублируются, к каждой клемме возможно подключить кабель сечением до 6 мм.кв.).
- 7.4. Подключить к клеммным разъемам «РЕЛЕ №1...№3» цепи дистанционной сигнализации (при необходимости). Реле №1...№3 являются программируемыми (список событий, на который штатно запрограммировано каждое из реле смотреть в соответствующем разделе по настройке DC/DC по интерфейсу RS485).
- 7.5. Подключить, соблюдая полярность (А к А, В к В), к клеммному разъему «RS485» (с фронтальной либо с задней стороны) сигнальные проводники для мониторинга и управления по интерфейсу RS485 (протокол ModBUS RTU).
- 7.6. Подключить, соблюдая полярность, к клеммному разъему «ВХОД DC 48В» обесточенные провода питания от источника постоянного тока DC 48В с сечением проводов каждого, не менее:
2.5 мм.кв. для модификации DC/DC-500;
4 мм.кв. для модификации DC/DC-1000.
- 7.7. При наличии второй и более корзин необходимо состыковать соответствующие свободные разъемы «CAN», расположенные на кросс-платах каждой корзины сзади, соответствующими шлейфами «CAN» 10 PIN.

Глава 8

Включение DC/DC (07.12.2021)

- 8.1. Подать напряжение питающей сети от источника постоянного тока DC 48В в соответствии с допустимым рабочим диапазоном 42...58В;
- 8.2. Убедиться, что спустя 3-5 сек. активировалась работа вентиляторов охлаждения на всех установленных модулях-конверторах, на лиц панели каждого модуля DC/DC непрерывно светится желтый светодиод «ВХОД DC», непрерывно светится зеленый светодиод «РАБОТА», а красный светодиод «АВАРИЯ» не светится и не моргает.
- 8.3. Убедиться, что на контроллере УКУ-201:
 - периодически моргает зеленый светодиод «АКТИВНОСТЬ CAN»;
 - красный светодиод «АВАРИЯ» не горит и не моргает;
 - зеленый светодиод «Uвых НОРМА» горит непрерывно.
- 8.4. Убедиться, что в течение 2-3 минут выходное напряжение конвертора плавно изменяется до достижения номинального значения (в момент включения выходное напряжения конвертора может быть в диапазоне $U_{ном} \pm 5\%$).
- 8.5. Проверить исправное состояние выходных контактов «РЕЛЕ №1...№3» (при отсутствии аварий выходные контакты реле разомкнуты в соответствии со штатной настройкой/программированием реле на заводе-изготовителе при проверке).
- 8.6. При необходимости проверить связь по RS485 с УКУ-201 (штатные настройки ModBUS АДРЕС = 1 и ModBUS BAUDRATE (скорость) = 9600 бод).

Глава 9

Работа с микропроцессорным УКУ (08.12.2021)

Контроллер УКУ-201 имеет 4 сигнальных светодиода для отображения основных состояний системы:

Зеленый светодиод «АКТИВНОСТЬ CAN» - в нормальном режиме моргает одинарной вспышкой с периодичностью 1-2 сек. Для связи («общения») контроллера УКУ с силовыми модулями конверторами используется внутренний интерфейс CAN. При установлении связи между УКУ и хотя бы одним из силовых модулей DC/DC интерфейс CAN считается исправным, в противном случае зеленый светодиод «АКТИВНОСТЬ CAN» не горит и не моргает.

Красный светодиод «АВАРИЯ» - горит непрерывно при возникновении любой из аварий. Список аварийных событий определяется в соответствии с исходными настройками (программированием уставок/порогов). Возможные варианты назначаемых событий:

входное DC не в норме (завышено/занижено) с программируемыми порогами по верхнему и нижнему уровню + программируемая уставка выдержки по времени;

выходное DC не в норме (завышено/занижено) с программируемыми порогами по верхнему и нижнему уровню + программируемая уставка выдержки по времени;

неисправность одного или нескольких силовых модулей с программируемыми порогами (перегрев, выходное напряжение завышено/занижено, отсутствие связи по CAN с модулем).

Более подробно смотреть раздел по работе с интерфейсом RS485 и настройке параметров УКУ.

Желтый светодиод - в данной модификации не используется.

Зеленый светодиод «Увых НОРМА» - светится непрерывно при исправном состоянии выходного напряжения. Исправное состояние определяется в соответствии с исходными настройками (программированием уставок/порогов, относящихся непосредственно к выходному напряжению). Более подробно смотреть раздел по работе с интерфейсом RS485 и настройке параметров УКУ.

Контроллер УКУ также имеет кнопку «СБРОС». При нажатии на эту кнопку производится принудительная перезагрузка контроллера УКУ по питанию. Также с помощью этой кнопки по определенной методике можно сбросить настройки по ModBUS (адрес и скорость) в заводские (адрес =1 и скорость = 9600 бод). Для этого необходимо:

- 1) При наличии входного DC питания и исправности УКУ необходимо нажать и удерживать непрерывно в течение 10 сек. кнопку «СБРОС», после чего отпустить и убедиться, что все 4 штатных светодиода на УКУ поочередно моргнули по 1 разу.
- 2) Повторить п.1 и убедиться, что все светодиоды также поочередно моргнули по 1 разу.
- 3) Повторить п.1 и убедиться, что все светодиоды уже моргнули не поочередно, а **ОДНОВРЕМЕННО**. Эта характерная индикация означает, что параметры настройки по ModBUS успешно сброшены на заводские (адрес =1 и скорость = 9600 бод).

Программирование УКУ, задание уставок/порогов на аварийные события производится по RS485. Более подробную информацию смотреть в следующем разделе.

Глава 10

MODBUS RTU DC/DC-1U-RS485 (08.12.2021)

Штатные (заводские) настройки RS485 для MODBUS RTU следующие:

- Данные – 8
- Стоп бит – 1
- Паритет – нет
- Управление потоком – нет
- Скорость обмена – 9600.
- Адрес устройства – 1.

Максимальное количество запрошенных регистров – 13.

Все регистры двухбайтные (16 бит). Нумерация битов в байте начинается с нуля. Далее приведено описание регистров, единицы измерения и точность данных находящихся в регистре.

Изменяемые (установочные) параметры, чтение - команда 0x03, запись - команда 0x06 (после записи в регистр командой 6 какого-либо значения рекомендуется дополнительно проверить корректность изменений путем считывания регистра командой 3):

Номер регистра	Параметр	Единицы измерения, точность, диапазон значений
20	Количество модулей DC/DC в составе системы	1 единица
31	Максимальное (аварийное) выходное напряжение конвертора (для каждого из модулей анализируется независимо). Защита нагрузки от повышенного напряжения. При превышении вых. напряжения модуля выше этой уставки непрерывно в течение 5-10 сек. производится автоматическая блокировка работы модуля (принудительное выключение). При этом в байте флагов модуля DC/DC бит №1 устанавливается в «1» (см. команду 4 регистры №26, 31). Снятие аварии модуля возможно только путем снятия входного DC питания с модуля и последующего перезапуска. Уставка влияет на срабатывание красного светодиода «АВАРИЯ» на УКУ-201.	0.1В
32	Минимальное (аварийное) выходное напряжение конвертора (для каждого из модулей анализируется независимо). При снижении вых. напряжения модуля ниже этой уставки непрерывно в течение 90-100 сек. блокировка работы модуля НЕ производится, но фиксируется соответствующее сниженное вых. напряжение модуля. При этом в байте флагов модуля DC/DC бит №2 устанавливается в «1» (см. команду 4 регистры №26, 31). Уставка влияет на срабатывание красного светодиода	0.1В

	«АВАРИЯ» на УКУ-201.	
33	Номинальное выходное напряжение системы	0.1В
43	Время задержки включения модулей в работу после появления нормального входного DC напряжения питания.	1с
44	Аварийное значение температуры радиатора охлаждения модуля (для каждого из модулей анализируется независимо). Защита модуля от перегрева. При превышении температуры модуля выше этой уставки непрерывно в течение 60 сек. производится автоматическая блокировка работы модуля (принудительное выключение). При этом в байте флагов модуля DC/DC бит №0 устанавливается в «1» (см. команду 4 регистры №26, 31). Работа модуля автоматически восстанавливается после уменьшения температуры на 5-10 градусов. Уставка влияет на срабатывание красного светодиода «АВАРИЯ» на УКУ-201.	1С
45	Сигнальное значение температуры радиатора охлаждения модуля (для каждого из модулей анализируется независимо). При превышении температуры модуля выше этой уставки непрерывно в течение 60 сек. автоматическая блокировка работы модуля НЕ производится. При этом в байте флагов модуля DC/DC бит №4 устанавливается в «1» (см. команду 4 регистры №26, 31).	1С
48	Максимальное (аварийное) входное DC напряжение (измеряется непосредственно УКУ-201). При превышении входного напряжения питания выше этой уставки непрерывно в течение времени «t зад. Uвх» в регистре №75 бит №2 устанавливается в «1» (Uвх.dc завышено). Уставка влияет на срабатывание красного светодиода «АВАРИЯ» на УКУ-201. Уставка длительности времени на анализ задается в регистре 50.	0.1В
49	Минимальное (аварийное) входное DC напряжение (измеряется непосредственно УКУ-201). При снижении входного напряжения питания ниже этой уставки непрерывно в течение времени «t зад. Uвх» в регистре №75 бит №1 устанавливается в «1» (Uвх.dc занижено). Уставка влияет на срабатывание красного светодиода «АВАРИЯ» на УКУ-201. Уставка длительности времени на анализ задается в регистре 50.	0.1В
50	Время задержки на анализ неисправности входного DC напряжения. Уставка влияет на срабатывание красного светодиода «АВАРИЯ» на УКУ-201.	1с
51	Максимальное (аварийное) выходное DC напряжение (вычисляется непосредственно УКУ-201). При превышении выходного напряжения выше этой уставки непрерывно в течение времени «t зад. Uвых» в регистре №76 бит №2 устанавливается в «1» (Uвых.dc завышено). Уставка влияет на срабатывание красного светодиода «АВАРИЯ» на УКУ-201. Уставка длительности времени на анализ задается в регистре 53.	0.1В

52	<p>Минимальное (аварийное) выходное DC напряжение (вычисляется непосредственно УКУ-201). При снижении выходного напряжения ниже этой уставки непрерывно в течение времени «t зад. Увых» в регистре №76 бит №1 устанавливается в «1» (Увых.dc занижено). Уставка влияет на срабатывание красного светодиода «АВАРИЯ» на УКУ-201.</p> <p>Уставка длительности времени на анализ задается в регистре 53.</p>	0.1В
53	<p>Время задержки на анализ неисправности выходного DC напряжения.</p> <p>Уставка влияет на срабатывание красного светодиода «АВАРИЯ» на УКУ-201.</p>	1с
70	Адрес ModBUS	1÷100
71	Скорость обмена данных по ModBus	1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200.
78	Программирование/назначение событий на срабатывание РЕЛЕ №1	0÷65535
79	Программирование/назначение событий на срабатывание РЕЛЕ №2	0÷65535
80	Программирование/назначение событий на срабатывание РЕЛЕ №3	0÷65535
	<p>Список событий для программирования РЕЛЕ №1...№3:</p> <p>Бит 0 = 1 – Увх занижено;</p> <p>Бит 1 = 1 – Увх завышено;</p> <p>Бит 2 = 1 – Увых занижено;</p> <p>Бит 3 = 1 – Увых завышено;</p> <p>Бит 4 = 1 – Температура радиатора любого из модулей выше сигнальной уставки;</p> <p>Бит 5 = 1 – Температура радиатора любого из модулей выше аварийной уставки;</p> <p>Бит 6 = 1 – Увых любого из модулей занижено;</p> <p>Бит 7 = 1 – Увых любого из модулей завышено;</p> <p>Бит 8 = 1 – не установлена связь по CAN с любым из модулей;</p> <p>Бит 15 = 0 – При возникновении любой из назначенных аварий выходные контакты соответствующего реле размыкаются;</p> <p>Бит 15 = 1 – При возникновении любой из назначенных аварий выходные контакты соответствующего реле замыкаются;</p> <p>Для всех событий актуальны соответствующие запрограммированные уставки/пороги (уровни напряжений, выдержка времени, значение температуры и тд).</p>	
967	<p>Стандартные настройки по умолчанию:</p> <p>4860 – конфигурация конверторной системы со входом DC 48В, выходом DC 60В с 2-мя модулями;</p>	4860

	4848 – конфигурация конверторной системы со входом DC 48В, выходом DC 48В с 2-мя модулями; 4824 – конфигурация конверторной системы со входом DC 48В, выходом DC 24В с 2-мя модулями; 4812 – конфигурация конверторной системы со входом DC 48В, выходом DC 12В с 2-мя модулями; Более подробно весь список стандартных настроек/уставок смотреть ниже в таблице 2.	4848 4824 4812
970	Принудительное управление срабатыванием реле №1 (для проверки)	0÷2
971	Принудительное управление срабатыванием реле №2 (для проверки)	0÷2
972	Принудительное управление срабатыванием реле №3 (для проверки)	0÷2
	Управление реле: 0 – исходное состояние; 1 – на 10 сек. выходные контакты реле принудительно размыкаются с последующим возвратом в исходное состояние; 2 – на 10 сек. выходные контакты реле принудительно замыкаются с последующим возвратом в исходное состояние;	
1070	Калибровка Uвх.dc	0.1В

Параметры работы (измеряемые, вычисляемые), чтение - команда 0x04:

Номер регистра	Параметр	Единицы измерения, точность, диапазон значений
1	Выходное напряжение (расчетное значение, среднеарифметическое выходных напряжений всех исправных модулей в системе)	0.1В
2	Выходной ток (расчетное значение, сумма токов всех исправных модулей в системе)	0.1А
22	Выходное напряжение модуля №1 (потенциал ДО выходного развязывающего диода)	0.1В
23	Напряжение шины на выходе модуля №1 (потенциал после выходного развязывающего диода)	0.1В
24	Выходной ток модуля №1	0.1А
25	Температура радиатора охлаждения модуля №1	1С
26	Байт флагов модуля №1 (см. ниже таблицу №1)	0÷16
27	Выходное напряжение модуля №2 (потенциал ДО выходного развязывающего диода)	0.1В
28	Напряжение шины на выходе модуля №2 (потенциал после выходного развязывающего диода)	0.1В
29	Выходной ток модуля №2	0.1А
30	Температура радиатора охлаждения модуля №2	1С
31	Байт флагов модуля №2 (см. ниже таблицу №1)	0÷16
70	Входное DC напряжение (измеряется непосредственно УКУ-201)	0.1В
74	Обобщенная авария Бит 0 = 1 – общая авария Uвх.dc (завышено/занижено) Бит 1 = 1 – общая авария Uвых.dc (завышено/занижено) Бит 2 = 1 – общая авария модуля №1 (перегрев, Uвых завышено/занижено, потеря связи по CAN) Бит 3 = 1 – общая авария модуля №2 (перегрев, Uвых завышено/занижено, потеря связи по CAN)	0÷65535
75	Исправность входного DC напряжения: 0 – норма 1 – занижено 2 - завышено	0÷2
76	Исправность выходного DC напряжения: 0 – норма 1 – занижено 2 - завышено	0÷2

Табл.1. Расшифровка байта флагов модулей:

Номер бита в байте	Событие, если бит равен 1:
0	Перегрев. Порог задается в регистре 44 командой 6.
1	Модуль отключен, было превышено Uвых. Порог задается в регистре 31 командой 6.
2	Модуль в работе, было занижено Uвых. Порог задается в регистре 32 командой 6.
3	Отсутствует связь по CAN с модулем
4	Модуль в работе, температура радиатора охлаждения превысила сигнальную уставку. Порог задается в регистре 45 командой 6.

Таблица 2. Список стандартных настроек по умолчанию
(конфигурация вход 48В, выход 60В, 2 модуля):

Номер регистра	Параметр	Стандартное значение
20	Количество модулей DC/DC в составе системы	2
31	Uвых dc/dc max (для каждого модуля независимо)	660 (66.0В, 60В+10%)
32	Uвых dc/dc min (для каждого модуля независимо)	540 (54.0В, 60В-10%)
33	Номинальное выходное напряжение системы	600 (60В)
43	Время задержки включения модулей в работу после появления нормального входного DC напряжения питания.	3 (3 сек)
44	Аварийное значение температуры радиатора охлаждения модуля (для каждого из модулей анализируется независимо).	80 (80 гр)
45	Сигнальное значение температуры радиатора охлаждения модуля (для каждого из модулей анализируется независимо).	70 (70 гр)
48	Максимальное (аварийное) входное DC напряжение (измеряется непосредственно УКУ-201).	580 (58В, заряд АБ до 2.4В/Эл)
49	Минимальное (аварийное) входное DC напряжение (измеряется непосредственно УКУ-201).	420 (42В, разряд АБ до 1.75В/Эл)
50	Время задержки на анализ неисправности входного DC напряжения.	5 (5 сек)
51	Максимальное (аварийное) выходное DC напряжение (измеряется непосредственно УКУ-201).	630 (63В, 60В+5%)
52	Минимальное (аварийное) выходное DC напряжение (измеряется непосредственно УКУ-201).	570 (57В, 60В-5%)
53	Время задержки на анализ неисправности выходного DC напряжения.	5 (5 сек)
78	Программирование/назначение событий на срабатывание РЕЛЕ №1: Анализ Uвх.dc (завышено/занижено). При аварии выходные контакты реле замыкаются.	32771
79	Программирование/назначение событий на срабатывание РЕЛЕ №2: Анализ Uвых.dc (завышено/занижено). При аварии выходные контакты реле замыкаются.	32780
80	Программирование/назначение событий на срабатывание РЕЛЕ №3: Общая авария (любое событие). При аварии выходные контакты реле замыкаются.	65535

Глава 11

Светодиодная индикация режимов работы модулей DC/DC (08.12.2021)

На лицевой панели модуля имеется три светодиода для индикации режимов работы или аварии. Индикация светодиодов в нормальном режиме работы приведена в таблице 1, в аварийном режиме в таблице 2.

Таблица 1

Светодиоды Режим работы	желтый	красный	зеленый
нормальный	включен	выключен	включен
DC/DC модуль работает без УКУ и является ведущим.	включен	выключен	мигает 2 раза с интервалом 5 секунд.
DC/DC модуль находится в резерве.	включен	выключен	мигает

Таблица 2

Светодиоды			Неисправность	Возможная причина	Метод устранения
<i>желтый</i>	<i>красный</i>	<i>зеленый</i>			
выключен	выключен	выключен	отсутствует выходное напряжение.	отсутствует напряжение питания.	проверить источник питания.
				не соответствует норме величина напряжения питания.	использовать источник с нормальными параметрами напряжения питания.
				нарушена целостность цепей питания или контактов.	восстановить поврежденные цепи или контакты.
			неисправность внутренних элементов	связаться с заводом изготовителем	
включен	включен	мигает	нагрев радиатора выше tсигн (по умолчанию 70°C)	высокая температура окружающей среды.	использовать систему кондиционирования воздуха, вентиляцию.
				засорились	с помощью сжатого

				вентиляционная решетка или ребра радиатора.	воздуха или механически очистить решетку и ребра радиатора.
				неисправен вентилятор.	заменить вентилятор.
включен	включен	выключен	нагрев радиатора выше t_{max} (по умолчанию $80^{\circ}C$)	неисправен вентилятор	заменить вентилятор
				высокая температура окружающей среды	использовать систему кондиционирования воздуха, вентиляцию.
включен	мигает двумя вспышками	выключен	выходное напряжение модуля DC/DC стало больше U_{max} (задается в установках УКУ) и модуль выключен защитой от повышенного напряжения на выходе.	неисправность внутренних элементов	связаться с заводом изготовителем
включен	мигает тремя вспышками	выключен	выходное напряжение модуля DC/DC стало меньше U_{min} (задается в установках УКУ).	неисправность внутренних элементов	связаться с заводом изготовителем
включен	мигает	включен	отсутствует связь с УКУ.	неисправность внутренних элементов.	проверить соединения, разъемы. Связаться с заводом изготовителем
включен	мигает	мигает	Модуль DC/DC не может определить свой адрес для шины CAN.	неисправность внутренних элементов	связаться с заводом изготовителем

неравномерное свечение, «мерцание».	выключен	выключен		неисправность внутренних элементов источника самопитания модуля	связаться с заводом изготовителем
-------------------------------------	----------	----------	--	---	-----------------------------------