



**НПФ ВЕКТОР**

**Микроконтроллер  
универсальный МКУ40**

**ВКФП.421243.189 РЭ**

**Руководство по эксплуатации**

**Паспорт**

**Москва 2015**



## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>6</b>
<b>НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ</b> .....	<b>7</b>
Общие данные .....	7
Технические характеристики .....	7
Состав устройства .....	9
<b>ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ</b> .....	<b>10</b>
<b>УСТРОЙСТВО И РАБОТА</b> .....	<b>11</b>
Центральный процессор .....	11
Основные характеристики процессора: .....	12
Тактирование процессора .....	12
Мониторинг питания и схема сброса процессора .....	13
Питание контроллера .....	13
Светодиодная индикация контроллера .....	13
Управление ключами инверторов и преобразователей напряжения .....	14
Модуль ввода и предварительная обработка аналоговых сигналов .....	15
Ввод и предварительная обработка сигналов датчика положения ротора .....	16
Часы реального времени .....	17
Гальванически развязанные коммуникационные интерфейсы связи .....	17
Гальванически развязанные промышленные интерфейсы связи CAN1 и CAN2 .....	18
Отладочный интерфейс .....	19
Программное обеспечение .....	19

<b>СПЕЦИФИКАЦИЯ СИГНАЛОВ НА РАЗЪЕМАХ.....</b>	<b>20</b>
Разъем X1 (PLD-20) – Отладочный интерфейс внутрисхемного эмулятора .....	20
Разъем X2 (PLD-4) – Цифровое питание контроллера .....	21
Разъем X3 (PLD-6) – Питание аналоговых цепей контроллера .....	21
Разъем X4 (PLD-6) – Интерфейс CAN1 .....	21
Разъем X5 (PLD-6) – Интерфейс CAN2.....	22
Разъем X6 (PLD-6) – Последовательный асинхронный интерфейс RS-485(1).....	22
Разъем X7 (PLD-6) – Последовательный асинхронный интерфейс RS-485(2).....	22
Разъем X8 (PLD-16) – Интерфейс с первым инвертором .....	23
Разъем X9 (PLD-16) – Интерфейс со вторым инвертором.....	23
Разъем X10 (PLD-20) – Аналоговые входы ADC(0)-ADC(7) .....	24
Разъем X11 (PLD-20) – Аналоговые входы ADC(8) – ADC(15)..	24
Разъем X12 (PLD-6) – Интерфейс с импульсным датчиком положения с дифференциальными выходами .....	25
Разъем X13 (PLD-4) – Питание гальванической развязки интерфейса импульсного датчика положения и внешнего датчика положения ротора.....	26
Разъем X14 (PLD 12) – Интерфейс расширения. ....	27
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....</b>	<b>28</b>
Эксплуатационные ограничения.....	28
Подготовка изделия к использованию.....	28
Подключение к интерфейсу CAN.....	29
Подключение к интерфейсу RS-485 .....	30
<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....</b>	<b>31</b>

Общие указания .....	31
Меры безопасности.....	31
Текущий ремонт .....	31
Транспортирование и хранение .....	32
Утилизация .....	32
<b>КОМПЛЕКТНОСТЬ .....</b>	<b>33</b>
<b>ПАСПОРТ .....</b>	<b>34</b>
Гарантийные обязательства .....	34
Условия гарантии .....	36
Настоящая гарантия не распространяется на:.....	36
Настоящая гарантия не предоставляется в случаях: .....	37
<b><i>Для заметок.....</i></b>	<b>38</b>

## ВВЕДЕНИЕ

### Важные общие указания по применению

Микроконтроллер универсальный МКУ40 (в дальнейшем контроллер) следует использовать только в соответствии с его назначением и при соблюдении руководства по эксплуатации (РЭ). Техническое обслуживание и ремонт должны производиться только уполномоченным для этого квалифицированным персоналом.

Настоящее руководство по эксплуатации описывает назначение, устройство и принцип действия контроллера, предназначенного для построения высокопроизводительных встраиваемых систем прямого цифрового управления статическими преобразователями энергии, в том числе для управления силовыми преобразователями тяговых электродвигателей и тяговых электрогенераторов. Руководство содержит необходимые сведения для организации интерфейса контроллера с силовой электроникой, а также системами управления верхнего уровня. Контроллер выполнен на отечественной элементной базе и является полным функциональным аналогом контроллера МК17.3,

совместимым с ним по габаритным, а также присоединительным разъемам.

РЭ предназначено для инженеров-конструкторов, проектирующих аппаратную часть силовых преобразователей с системой управления на базе контроллера, для инженеров-программистов, занятых разработкой и отладкой программного обеспечения, а также для наладчиков преобразовательной техники. В состав руководства пользователя включены спецификации сигналов на всех разъемах контроллера, а также рекомендации по настройке режимов работы контроллера.

Приведенные в настоящем руководстве технические параметры изделия гарантируются предприятием-изготовителем.

### Мы оставляем за собой право на технические изменения!

Вследствие постоянного совершенствования оборудования возможны незначительные изменения в визуальных, функциональных решениях и технических параметрах.

**Внимательно** прочитайте данное руководство перед пуском в эксплуатацию.

## !!!ВНИМАНИЕ!!!

Неправильное подключение хотя бы одного датчика может повлиять на работу всей системы, поскольку аналоговые входы контроллера взаимосвязаны между собой общей сигнальной «землей».

## НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

### Общие данные

Контроллер предназначен для использования в качестве встраиваемой системы прямого цифрового управления двигателями различных типов, устанавливаемой в статические преобразователи частоты, и системами вторичного стабилизированного питания.

Ядром контроллера является современный отечественный микроконтроллер K1921BK01T с периферией MotorControl (с периферией специализированная под задачи управления электроприводом). Контроллер имеет высокую производительность – максимальная системная частота составляет 100 МГц, что достигается применением 32-разрядного ядра ARM Cortex-M4F. Высокое быстродействие и стандартизация интерфейсов контроллера позволяют применять его в системах скалярного и векторного управления асинхронными, синхронными, шаговыми и вентильно-индукторными двигателями. Контроллер обеспечивает распространенный интерфейс с силовыми ключами преобразователей, поддерживая режимы синусоидальной векторной широтно-импульсной модуляции для мостовых инверторов, а также прямой цифровой интерфейс с

датчиками положения: импульсными, с «квадратурным» выходом, цифровыми или аналоговыми датчиками на элементах Холла и другими. Высокая производительность процессора допускает реализацию бездатчиковых систем управления двигателями.

Контроллеры могут быть подключены к локальным промышленным сетям с помощью гальванически развязанных интерфейсов RS-485 или CAN. На программном уровне поддерживаются протоколы высокого уровня MODBUS RTU и CANOpen, что позволяет объединять изделия в распределенную систему автоматического управления для решения задач комплексной автоматизации производства.

Контроллер изготавливается в виде платы-наездника, встраиваемой непосредственно в плату управления силовым преобразователем. Все сигналы, в том числе питания и информационные, передаются между платами через межплатные соединители без дополнительных кабелей.

### Технические характеристики

Основные технические характеристики контроллера универсального МКУ40 приведены в таблице 1.

Таблица 1

## КОНТРОЛЛЕР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МКУ40

Наименование параметра	Номинальное значение
<b>Питание цепей контроллера</b>	
Напряжение питания цифровых схем, В	пост. +5В± 10%
Напряжение питания аналоговых схем преобразования уровней, В	пост., ±15В ± 10%
Цифровых схем, не более, А	0,70
Аналоговых схем преобразования уровней, не более, А	0,10
Схем приема сигналов ДПР (без подкл. ДПР)	0,10
Частота работы ядра процессора, МГц	100
Входная частота тактирования, МГц	12 ± 50 ppm
<b>Аналоговые входы</b>	
Диапазоны преобразования	шт.
Формат 0-5 В	10
Формат ±5В	6
Точность преобразования сигналов аналоговых входов	± 2%
Частота среза фильтра низкой частоты, кГц	15 ± 5%
<b>Выходы управления силовым преобразователем</b>	
Количество	16
Нагрузка выхода типа открытый коллектор, не более, мА	20
<b>Входы приема аппаратных аварий инвертора</b>	
Количество	8
Потребление входа типа открытый коллектор, не более, мА	1
Частота среза фильтра низкой частоты, кГц	3± 5%
<b>Интерфейсы связи CAN</b>	
Скорость работы, не более, МБод/с	1
Гальваническая изоляция интерфейса, В	1000

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра	Номинальное значение
<b>Интерфейсы связи RS-485</b>	
Количество интерфейсов	2



Скорость работы, не более, МБод/с	5
Гальваническая изоляция интерфейса, В	1000
Масса, грамм	100 ± 5

### Состав устройства

На рисунке 1 приведена функциональная схема контроллера МКУ40, дающая представление о составе и назначении отдельных узлов, а также об интерфейсах

контроллера с внешним оборудованием.

Ниже дается краткое описание составных частей контроллера, и приводятся табличные данные о сигналах на разъемах.

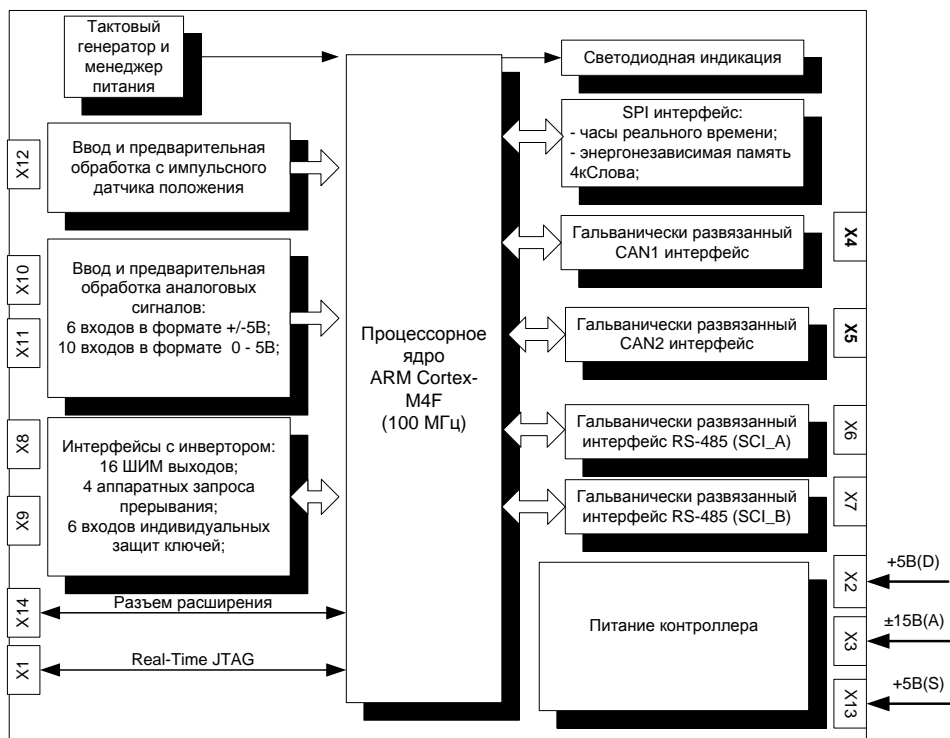


Рисунок 1 Функциональная схема контроллера МКУ40

## ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ

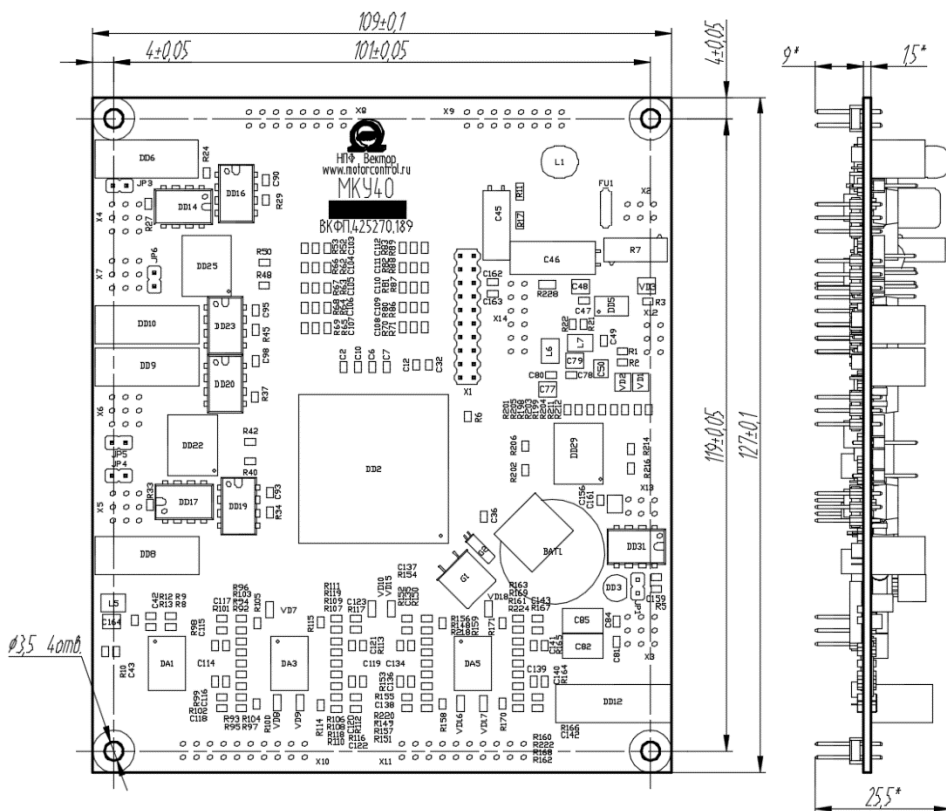


Рисунок 2 Габаритные и присоединительные размеры платы контроллера МКУ40 (\* размеры для справки)

## УСТРОЙСТВО И РАБОТА

### Центральный микроконтроллер

**Микроконтроллер K1921BK01T** – 32-разрядный микроконтроллер на базе ядра ARM Cortex-M4F с периферией, специализированной под задачи управления электроприводом, с поддержкой набора одноцикловых команд умножения с накоплением, команд централизованного управления потоком данных, арифметических и

логических команд и встроенным модулем обработки команд с плавающей запятой, производительностью не менее 125 MIPS (миллионов инструкций в секунду). Структурная схема микроконтроллера приведена на рисунке 3.

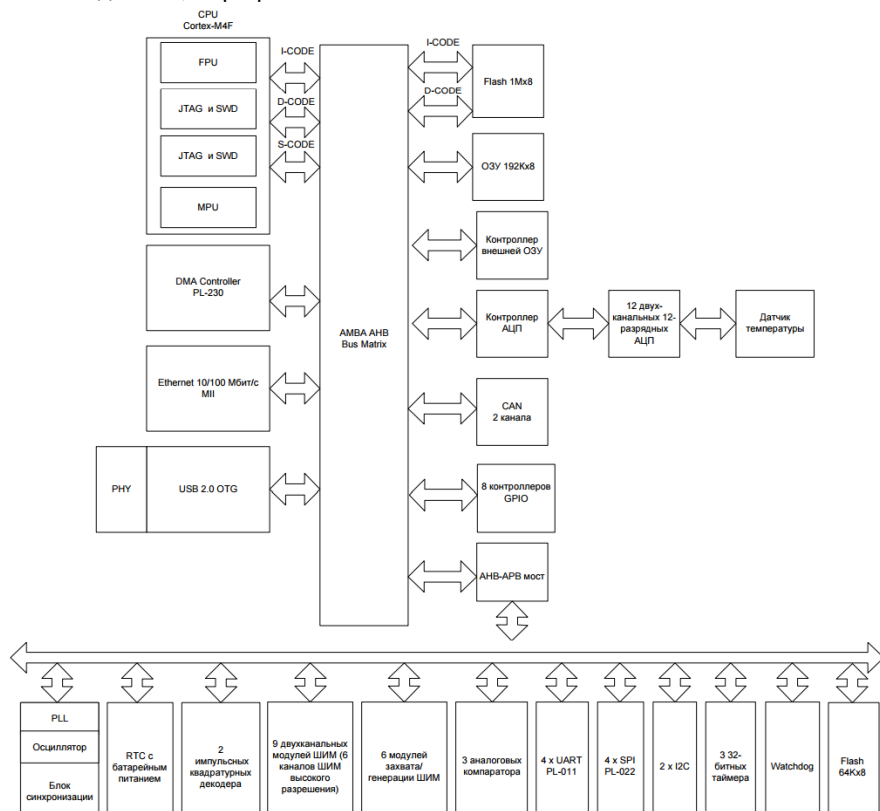


Рисунок 3 Структурная схема микроконтроллера

## Основные характеристики процессора:

- загрузочная FLASH емкостью 1 Мбайт;
- ОЗУ объемом 192 Кбайт;
- пользовательская FLASH объемом 64 Кбайта;
- контроллер внешней статической памяти (SRAM, PROM, NOR Flash);
- 32-канальный контроллер прямого доступа к памяти (DMA);
- схемы сброса и сторожевой таймер (Watchdog);
- часы реального времени (Real Time Clock) с батарейным питанием;
- синтезатор частоты на основе ФАПЧ (PLL);
- двенадцать 2-канальных 12-разрядных АЦП (2 Мега Выборок/сек.) с режимами цифрового компаратора для каждого из каналов, функция автоматического запуска модулей ШИМ по событию АЦП (окончанию преобразования);
- девять модулей ШИМ (18 выходов), из них шесть модулей с режимом "высокого" разрешения (HRPWM, возможность изменения длительности импульсов на величину менее периода тактового сигнала);
- шесть модулей захвата/сравнения (CAP);
- три аналоговых компаратора, функция автоматического запуска модулей ШИМ по событию сравнения (равно или больше, равно или меньше);
- три 32-битных таймера ЦПУ;
- два порта CAN 2.0b;
- два интерфейса I2C, с поддержкой режима High Speed (более 1 МГц);
- два импульсных квадратурных декодера (Enhanced Quadrature Encoded Pulse-e QEP), используемых для обработки сигналов датчика положения ротора в высокопроизводительных системах для определения положения, направления и скорости вращения;
- четыре порта SPI;
- четыре порта SCI (UART);
- интерфейс USB 2.0 Device / Host с физическим уровнем (PHY);
- интерфейс Ethernet 10/100 Мбит/с с интерфейсом MII;
- встроенный отладочный интерфейс JTAG или SWD (ARM Serial Wire Debug);
- 88 раздельно программируемых мультиплексированных портов ввода/вывода (GPIO);
- Рабочий температурный диапазон процессора от -40 до +85 °С.

## Тактирование процессора

Процессор имеет два источника тактирующего сигнала: внешний кварцевый осциллятор и встроенный RC-генератор модуля POR. Модуль POR выдает программируемый тактовый сигнал частотой 3.5–6.5 МГц. В контроллере устанавливается

внешний кварцевый резонатор 12 МГц, который позволяет увеличить внутреннюю частоту тактирования ядра процессора до 100 МГц.

Модуль сторожевого таймера (Watchdog) аппаратно настроен на тактирование от модуля POR.

## Мониторинг питания и схема сброса процессора

В контроллере осуществлено два механизма мониторинга питания, которые обеспечивают правильную последовательность

включения/выключения процессора при подаче/снятие питания, а также его ручном перезапуске. Первый механизм – это внешний контроль входного питания +5В с помощью отдельной микросхемы, второй – встроенный в

процессор мониторинг цепей питания периферии и ядра процессора (+3.3В и +1.8В).

Внешний контроль питания при достижении питающим напряжением порогового уровня 4.45-4.65В выполняет принудительный сброс процессора. Для ручного перезапуска процессора установлен замыкатель JP1.

## Питание контроллера

Для полной работоспособности контроллеру требуется подключение 3-х источников питания: питание цифровых цепей, питание аналоговых схем преобразования уровня и питание схем преобразования сигналов интерфейса ДПР.

Внешний источник цифрового питания подключается к разъему X2, аналогового питания – к разъему X3, источник питания схем гальванической

развязки и преобразования уровней сигналов ДПР к разъему X13. Спецификация разъемов приведена ниже.

При загрузке программного обеспечения или при использовании контроллера без ввода аналоговых цепей допускается питание контроллера только от источника питания цифровых цепей.

## Светодиодная индикация контроллера

Контроллер имеет светодиодную индикацию, которая может использоваться для визуального контроля работы/отладки программного обеспечения и контроля питания.

Наличие питания процессора отображается светодиодом VD3 («зеленый»). При неисправностях в цепях питания светодиод VD3 может либо быть выключен, либо светить тускло.

Программно-настраиваемая пользователем индикация состояния процессора осуществляется с помощью светодиодов VD1 («желтый») и VD2 («красный») (например, для индикации состояний «Работа» и «Авария»). Светодиоды контролируются по дискретным выходам процессора соответственно А(11) (вывод 39) и А(12) (вывод 40). Сигнал включения светодиодов – «активный высокий».

## Управление ключами инверторов и преобразователей напряжения

Контроллер обеспечивает прямое управление драйверами силовых ключей преобразователей частоты. Контроллер способен на одновременное управление двумя шести-ключевыми мостовыми инверторами напряжения в режиме асимметричной, симметричной ШИМ или ШИМ-модуляции базовых векторов с общим количеством выходных сигналов до 16ти (PWM1÷PWM16), а

также прием до 8-ми сигналов аппаратно-идентифицированных аварий (PWMTz(0) – PWMTz(7)) в силовой части инверторов с обслуживанием аварийных ситуаций.

Наименование сигнала, контакты разъема, наименование и номера выводов процессора приведены в таблице 2.

Сигналы управления, а также входы аварий заводятся на разъемы X8, X9.

Таблица 2

Наименование функции	Разъем/ Контакт	Наименование сигнала процессора	Номер вывода процессора
PWM1	X8/(1)	G[2]	190
PWM2	X8/(2)	F[0]	149
PWM3	X8/(3)	G[3]	191
PWM4	X8/(4)	F[2]	151
PWM5	X8/(5)	G[4]	192
PWM6	X8/(6)	F[4]	153
PWM7	X8/(7)	H[0]	193
PWM8	X8/(8)	H[1]	13
PWMTz(0)	X8/(12)	A[8]	33
PWMTz(1)	X8/(13)	A[9]	34
Com_Tz1	X8/(11)	A[2]	25
PWMTz(7)	X8/(15)	F[14]	166
PWM Tz(2)	X8/(14)	F[11]	163
PWM+	X8/(9,10)		
GNDERR	X8/(16)		
PWM9	X9/(1)	G[5]	193
PWM10	X9/(2)	F[3]	152
PWM11	X9/(3)	G[6]	194
PWM12	X9/(4)	H[3]	18
PWM13	X9/(5)	G[7]	195

Наименование функции	Разъем/ Контакт	Наименование сигнала процессора	Номер вывода процессора
PWM14	X9/(6)	H[2]	14
PWM15	X9/(7)	H[4]	19
PWM16	X9/(8)	H[5]	20
PWMTz(3)	X9/(12)	E[12]	145
PWMTz(4)	X9/(13)	E[13]	146
Com_Tz(2)	X9/(11)	E[14]	147
PWMTz(6)	X9/(15)	F[15]	167
PWM+	X9/(9,10)		
GNDERR	X9/(16)		

Выдача ШИМ-сигналов и прием сигналов аварий осуществляется в стандарте «открытый коллектор» для оптимизации интерфейса контроллера

с модулями гальванической развязки драйверов силовых преобразователей. Максимальная токовая нагрузка ШИМ выхода - до 20 мА.

### Модуль ввода и предварительная обработка аналоговых сигналов

Модуль предназначен для подключения отдельными витыми парами (сигнал – земля) до 16 аналоговых сигналов с датчиков токов, напряжений и датчиков технологических переменных, а также ввода задающих сигналов с потенциометров пультов оперативного и дистанционного управления.

Контроллер может принимать 2 типа входных аналоговых сигналов:

6 каналов АЦП ADC0 – ADC5 обеспечивают прием аналоговых сигналов в формате  $\pm 5$  В;

10 каналов АЦП ADC6 - ADC15 - прием аналоговых сигналов в стандарте 0–5 В;

Цепи предварительной обработки аналоговых сигналов имеют фильтры низкой частоты, которые обеспечивают защиту аналоговых входов от электромагнитных помех на частотах коммутации силовых ключей (частота среза фильтра низкой частоты 15 кГц).

Наименование сигнала, контакты разъема, наименование ножки процессора и номер ножки процессора приведены в таблице 3

Таблица 3

Номер канала/формат	Разъем/контакт	Наименование вывода процессора	Номер вывода процессора
ADC(0)/(+-5B)	X10/(1,2)	ADC(0)	172
ADC(1)/(+-5B)	X10/(3,4)	ADC(1)	173
ADC(2)/(+-5B)	X10/(5,6)	ADC(2)	174
ADC(3)/(+-5B)	X10/(7,8)	ADC(3)	175
ADC(4)/(+-5B)	X10/(9,10)	ADC(4)	178
ADC(5)/(+-5B)	X10/(11,12)	ADC(5)	179
ADC(6)/(0-5B)	X10/(13,14)	ADC(6)	180
ADC(7)/(0-5B)	X10/(15,16)	ADC(7)	181
GND(A)	X10/ (17, 18, 19, 20)	GND	
ADC(8)/(0-5B)	X11/(1,2)	ADC(8)	184
ADC(9)/(0-5B)	X11/(3,4)	ADC(14)	77
ADC(10)/(0-5B)	X11/(5,6)	ADC(9)	185
ADC(11)/(0-5B)	X11/(7,8)	ADC(15)	76
ADC(12)/(0-5B)	X11/(9,10)	ADC(10)	186
ADC(13)/(0-5B)	X11/(11,12)	ADC(12)	75
ADC(14)/(0-5B)	X11/(13,14)	ADC(11)	187
ADC(15)/(0-5B)	X11/(15,16)	ADC(13)	74

## Ввод и предварительная обработка сигналов датчика положения ротора

Интерфейс с импульсным датчиком положения ротора обеспечивается через разъем X12. Для питания датчика, гальванической развязки сигналов и схем преобразования уровней требуется подключения внешнего источника питания +5B(S). Внешний источник подключается к разъему X13. Внешнее

питание может передаваться через разъем X12 к подключаемому ДПР.

Схема приема и обработки поддерживает два типа выходных сигналов датчика положения: дифференциальные и потенциальные. Наименование сигналов, контакты разъема входных сигналов, наименование и номера выводов процессора приведены в таблице 4.



Наименование входного сигнала	Разъема /Контакт	Наименование вывода процессора	Номер вывода процессора
A+	X12/ (1)	G[10]	201
A-	X12/ (2)		
B+	X12/ (3)	G[11]	202
B-	X12/(5)		
C+	X12/(6)	G[12]	203
C-	X12/(4)		

### Часы реального времени

Процессор содержит встроенные часы реального времени (RTC) для получения реального значения времени: долей секунд, секунд, минут, часов, дней недели, месяцев и лет, имеют встроенный режим самотестирования. Счетчик долей секунд представлен в двоичном коде,

остальные счетчики в бинарно - десятичном коде.

Контроллер имеет внешний источник питания (литиевая батарея), обеспечивающий сохранение данных при отключении основного питания. Срок службы литиевой батареи не более 10 лет с момента ввода в эксплуатацию.

### Гальванически развязанные коммуникационные интерфейсы связи

Контроллер поддерживает два последовательных асинхронных интерфейса процессора SCI(0) и SCI(1) с полудуплексным интерфейсом RS-485. Возможна работа двух интерфейсов RS-485 одновременно.

Драйвер интерфейса RS-485(1) использует порт SCI(0) процессора, который выведен на разъем контроллера – X6. Переключение режима приема/передачи данных осуществляется по дискретному порту C[10].

Драйвер интерфейса RS-485(2) использует порт SCI(1) процессора, который выведен на разъем – X7. Переключение режима приема/передачи данных осуществляется по дискретному порту C[11]

Наименование сигнала, назначение сигнала, наименование вывода и номер вывода процессора приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование сигнала	Назначение сигнала	Наименование вывода процессора	Номер вывода процессора
TDIR(0)	Управление каналом [0] «1» - передача	C[10]	105
SCITxD(0)	Передача по каналу [0]	C[3]	95
SCIRxD(0)	Прием по каналу [0]	C[4]	96
TDIR(1)	Управление каналом [1] «1» - передача	C[11]	106
SCITxD(1)	Передача по каналу [1]	C[7]	99
SCIRxD(1)	Прием по каналу [1]	C[6]	98

В контроллере реализован 3-х проводной интерфейс RS-485, который не требует отдельного внешнего источника питания локальной сети. Гальваническая развязка приемника от передатчика осуществляется от внутреннего трансформаторного преобразователя напряжения. По сетевому кабелю для этого интерфейса передаются дифференциальные информационные сигналы А+, В-, а также соединяются цифровые земли драйверов приемника

и передатчика GND(RS1) или GND(RS2);

При использовании контроллера крайним узлом сети на базе интерфейса RS-485 в контроллере предусмотрена установка терминального резистора 120 Ом для согласования волновых сопротивлений. Установка производится пользователем путем замыкания JP5 и JP6 для интерфейсов RS-485(1) и RS-485(2) соответственно.

## Гальванически развязанные промышленные интерфейсы связи CAN1 и CAN2

CAN интерфейс используется для создания быстродействующих, помехоустойчивых, гальванически-развязанных промышленных сетей со скоростями приема/передачи данных до 1 Мбит/с. В контроллере реализованы два порта CAN интерфейсов CAN1 и CAN2 с

поддержкой стандартного протокола обмена CAN 2.0В.

Аппаратная поддержка 3-х проводного CAN-интерфейса осуществляется трансивером K555ИН14БСИ. Дифференциальные информационные сигналы CANH1, CANL1 в виде витых пар и земельный

провод GND(CAN1) отдельной витой парой для выравнивания потенциалов между далеко расположенными узлами сети выведены на разъем X4. Аналогично сигналы CAN- интерфейса CAN2 выведены на разъем X5.

При использовании контроллера крайним узлом сети, предусмотрена установка терминального резистора

120 Ом для согласования волновых сопротивлений. Установка производится пользователем путем замыкания JP3 (CAN1) и JP4 (CAN2).

Наименование сигнала, назначение сигнала, наименование и номер вывода процессора приведены в таблице 6.

Таблица 6

Наименование сигнала	Назначение сигнала	Наименование вывода процессора	Номер вывода процессора
CANTx(0)	Передача по каналу [0].	V[14]	70
CANRx(0)	Прием по каналу [0].	V[15]	71
CANTx(1)	Передача по каналу [1].	C[1]	93
CANRx(1)	Прием по каналу [1].	C[2]	94

## Отладочный интерфейс

Отладочный интерфейс контроллера поддерживает 2 типа стандартов отладки JTAG и ARM Serial Wire Debug (SWD). Подключение контроллера осуществляется через

разъем X1 к любому стандартному внутрисхемному эмулятору, например J-Link, для отладки программного обеспечения и программирования встроенной флэш-памяти.

## Программное обеспечение

Контроллер имеет полную совместимость со стандартными аппаратными средствами отладки внутрисхемных эмуляторов типа J-Link.

В зависимости от типа силового преобразователя и функционального назначения изделия в контроллер может устанавливаться

специализированное программное обеспечение.

Программное обеспечение выполняется отдельно в специализированной среде разработки IAR, либо Eclipse. За правильность работы ПО предприятие-изготовитель ответственности не несет.

## СПЕЦИФИКАЦИЯ СИГНАЛОВ НА РАЗЪЕМАХ

**Разъем X1 (PLD-20) – Отладочный интерфейс внутрисхемного эмулятора**

Таблица 7

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	+3.3B(D)	Цифровое питание +3.3B(D)
2	NC	Не подключен
3	TRST#	Сброс режима тестирования (в стандарте JTAG)
4	GND(D)	Цифровая земля
5	TDI	Ввод данных в режиме тестирования (в стандарте JTAG)
6	GND(D)	Цифровая земля
7	TMS/SWDIO	Выбор режима тестирования (стандарт JTAG)/ Сигнал данных (стандарт SWD)
8	GND(D)	Цифровая земля
9	TCK/SWCLK	Тактирование (в стандарте JTAG)/ Тактирование (в стандарте SWD)
10	GND(D)	Цифровая земля
11	NC	Не подключен
12	GND(D)	Цифровая земля
13	TDO/SWO	Вывод данных (в стандарте JTAG)/ Вывод данных (в стандарте SWD)
14	GND(D)	Цифровая земля
15	NC	Не подключен
16	GND(D)	Цифровая земля
17	NC	Не подключен
18	GND(D)	Цифровая земля
19	NC	Не подключен
20	GND(D)	Цифровая земля

## Разъем X2 (PLD-4) – Цифровое питание контроллера

Таблица 8

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	+ 5B(D)	Внешний источник питания цифровых цепей +5В
2	+ 5B(D)	Внешний источник питания цифровых цепей +5В
3	GND(D)	Земля внешнего источника питания цифровых цепей
4	GND(D)	Земля внешнего источника питания цифровых цепей

## Разъем X3 (PLD-6) – Питание аналоговых цепей контроллера

Таблица 9

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	+ 15B(A)	Внешний источник питания блока ввода аналоговых сигналов +15В
2	+ 15B(A)	Внешний источник питания блока ввода аналоговых сигналов +15В
3	GND(A)	Земля внешних источников аналоговых сигналов
4	GND(A)	Земля внешних источников аналоговых сигналов
5	- 15B(A)	Внешний источник питания блока ввода аналоговых сигналов –15В
6	- 15B(A)	Внешний источник питания блока ввода аналоговых сигналов –15В

## Разъем X4 (PLD-6) – Интерфейс CAN1

Таблица 10

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	CANH1	Дифференциальный вход CANH1 драйвера
2	CANH1	Дифференциальный вход CANH1 драйвера
3	CANL1	Дифференциальный вход CANL1 драйвера
4	CANL1	Дифференциальный вход CANL1 драйвера
5	GND(CAN1)	Земля драйвера CAN1
6	GND(CAN1)	Земля драйвера CAN1

## Разъем X5 (PLD-6) – Интерфейс CAN2

Таблица 11

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	CANH2	Дифференциальный вход CANH2 драйвера
2	CANH2	Дифференциальный вход CANH2 драйвера
3	CANL2	Дифференциальный вход CANL2 драйвера
4	CANL2	Дифференциальный вход CANL2 драйвера
5	GND(CAN2)	Земля драйвера CAN2
6	GND(CAN2)	Земля драйвера CAN2

## Разъем X6 (PLD-6) – Последовательный асинхронный интерфейс RS-485(1)

Таблица 12

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	A+	Дифференциальный выход A+ драйвера
2	A+	Дифференциальный выход A+ драйвера
3	B-	Дифференциальный выход B- драйвера
4	B-	Дифференциальный выход B- драйвера
5	GND(RS1)	Цифровая земля (Земля драйвера)
6	GND(RS1)	Цифровая земля (Земля драйвера)

## Разъем X7 (PLD-6) – Последовательный асинхронный интерфейс RS-485(2)

Таблица 13

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	A+	Дифференциальный выход A+ драйвера
2	A+	Дифференциальный выход A+ драйвера
3	B-	Дифференциальный выход B- драйвера
4	B-	Дифференциальный выход B- драйвера
5	GND(RS2)	Цифровая земля (Земля драйвера)
6	GND(RS2)	Цифровая земля (Земля драйвера)

## Разъем X8 (PLD-16) – Интерфейс с первым инвертором

Таблица 14

Номер контакта	Обозн. сигнала	Наименование /Номер вывода процессора	Назначение
1	PWM1-	G[2] / 190	ШИМ канала 1
2	PWM2-	F[0] / 149	ШИМ канала 2
3	PWM3-	G[3] / 191	ШИМ канала 3
4	PWM4-	F[2] / 151	ШИМ канала 4
5	PWM5-	G[4] / 192	ШИМ канала 5
6	PWM6-	F[4] / 153	ШИМ канала 6
7	PWM7-	H[0] / 12	ШИМ канала 7
8	PWM8-	H[1] / 13	ШИМ канала 8
9	PWM +		Общий сигнал ШИМ каналов, +5В
10	PWM +		Общий сигнал ШИМ каналов, +5В
11	\PDPA	A[2] / 25	Аппаратная авария 1 стойки
12	\PWMTZ[0]	A[8] / 33	Аппаратная авария 2 стойки
13	\PWMTZ[1]	A[9] / 34	Аппаратная авария 3 стойки
14	\PWMTZ[2]	F[11] / 163	Прерывание (без аппаратной аварии)
15	\PWMTZ[7]	F[14] / 166	Аппаратная авария 4 стойки
16	GNDERR		Общий каналов ошибок

## Разъем X9 (PLD-16) – Интерфейс со вторым инвертором

Таблица 15

Номер контакта	Обозн. сигнала	Наименование /Номер вывода процессора	Назначение
1	PWM9-	G[5] / 193	ШИМ канала 9
2	PWM10-	F[3] / 152	ШИМ канала 10
3	PWM11-	G[6] / 194	ШИМ канала 11
4	PWM12-	H[3] / 18	ШИМ канала 12
5	PWM13-	G[7] / 195	ШИМ канала 13
6	PWM14-	H[2] / 14	ШИМ канала 14
7	PWM15-	H[4] / 19	ШИМ канала 15
8	PWM16-	H[5] / 20	ШИМ канала 16
9	PWM +		Общий сигнал ШИМ каналов, +5В

Продолжение таблицы 15

Номер контакта	Обозн. сигнала	Наименование /Номер вывода процессора	Назначение
10	PWM +		Общий сигнал ШИМ каналов, +5В
11	\PDPB	E[14] / 147	Аппаратная авария 1 стойки
12	\PWMTZ[3]	E[12] / 145	Аппаратная авария 2 стойки
13	\PWMTZ[4]	E[13] / 146	Аппаратная авария 3 стойки
14	\PWMTZ[5]	F[12] / 164	Прерывание (без аппаратной аварии)
15	\PWMTZ[6]	F[15] / 167	Аппаратная авария 4 стойки
16	GNDERR		Общий каналов ошибок

## Разъем X10 (PLD-20) – Аналоговые входы ADC(0)-ADC(7)

Таблица 16

Номер контакта	Обозн. сигнала	Наименование /Номер вывода процессора	Назначение
1	ADC(0)-1	ADC(0) / 172	Вход 0 блока обработки аналоговых сигналов в формате $\pm 5В$
2	ADC(0)-2		
3	ADC(1)-1	ADC(1) / 173	Вход 1 блока обработки аналоговых сигналов в формате $\pm 5В$
4	ADC(1)-2		
5	ADC(2)-1	ADC(2) / 174	Вход 2 блока обработки аналоговых сигналов в формате $\pm 5В$
6	ADC(2)-2		
7	ADC(3)-1	ADC(3) / 175	Вход 3 блока обработки аналоговых сигналов в формате $\pm 5В$
8	ADC(3)-2		

## Разъем X11 (PLD-20) – Аналоговые входы ADC(8) – ADC(15)

Таблица 17

Номер контакта	Обозн. сигнала	Наименование /Номер вывода процессора	Назначение
1	ADC(8)-1	ADC(8) / 184	Вход 8 блока обработки аналоговых сигналов в формате 0-5В
2	ADC(8)-2		



Номер контакта	Обозн. сигнала	Наименование /Номер вывода процессора	Назначение
3	ADC(9)-1	ADC(14) / 77	Вход 9 блока обработки аналоговых сигналов в формате 0-5В
4	ADC(9)-2		
5	ADC(10)-1	ADC(9) / 185	Вход 10 блока обработки аналоговых сигналов в формате 0-5В
6	ADC(10)-2		
7	ADC(11)-1	ADC(15) / 76	Вход 11 блока обработки аналоговых сигналов в формате 0-5В
8	ADC(11)-2		
9	ADC(12)-1	ADC(10) / 186	Вход 12 блока обработки аналоговых сигналов в формате 0-5В
10	ADC(12)-2		
11	ADC(13)-1	ADC(12) / 75	Вход 13 блока обработки аналоговых сигналов в формате 0-5В
12	ADC(13)-2		
13	ADC(14)-1	ADC(11) / 187	Вход 14 блока обработки аналоговых сигналов в формате 0-5В
14	ADC(14)-2		
15	ADC(15)-1	ADC(13) / 74	Вход 15 блока обработки аналоговых сигналов в формате 0-5В
16	ADC(15)-2		
17-20	NC		Не подключен

### Разъем X12 (PLD-6) – Интерфейс с импульсным датчиком положения с дифференциальными выходами

Таблица 18

Номер контакта	Обозн. сигнала	Наименование /Номер вывода процессора	Назначение
1	A+	G[10] / 201	Ввод с датчика положения по каналу А (дифференциальный сигнал)
2	A-		
3	B+	G[11] / 202	Ввод с датчика положения по каналу В (дифференциальный сигнал)
5	B-		

Продолжение таблицы 18

Номер контакта	Обозн. сигнала	Наименование /Номер вывода процессора	Назначение
1	A+	G[10] / 201	Ввод с датчика положения по каналу А (дифференциальный сигнал)
2	A-		
3	B+	G[11] / 202	Ввод с датчика положения по каналу В (дифференциальный сигнал)
5	B-		
6	C+	G[12] / 203	Ввод с датчика положения по каналу С (дифференциальный сигнал)
4	C-		

**Разъем X13 (PLD-4) – Питание гальванической развязки интерфейса импульсного датчика положения и внешнего датчика положения ротора**

Таблица 19

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	+ 5B(S)	Питание гальванической развязки интерфейса импульсного датчика +5В
2	+ 5B(S)	Питание гальванической развязки интерфейса импульсного датчика +5В
3	GND(S)	Земля источника питания
4	GND(S)	Земля источника питания

### Примечание

Питание гальванической развязки, драйвера обработки дифференциальных сигналов с датчика положения, а так же питание датчика положения производится через разъем X13 напряжением  $5 \pm 0.5В$ ;

Подключайте все информационные каналы датчика А+, А-, В+, В-, С+, С- отдельными витыми парами, размещая каждую витую пару в своем экране. При низком уровне электромагнитных помех допускается использование общего экрана кабеля.

## Разъем X14 (PLD 12) – Интерфейс расширения.

Таблица 20

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
1	+3.3В	Цифровое питание +3.3В
2	GND(D)	Цифровая земля
3	+5В	Цифровое питание +5В
4	GND(D)	Цифровая земля
5	SSP_TxD[0]	Передача кадра синхронизации
6	SSp_RxD(0)	Прием кадра синхронизации
7	SSP_CLK[0]	Тактовая частота передачи
8	SSP_FSS[0]	Выбор устройства

Продолжение таблицы 20

Номер контакта	Обозн. сигнала	Назначение
9	PWMxA[8]	Дискретный порт G[1]/ вывод 169
10	PWMxB[8]	Дискретный порт E[11]/ вывод 144
11	\PWMxTz[8]	Дискретный порт F[13]/ вывод 165
12	A[4]	Дискретный порт A[4]/ вывод 29

**!!!ВНИМАНИЕ!!!**

Вводы **НЕ БУФЕРИРОВАНЫ** – опасайтесь пробоя входов статическим электричеством.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### Эксплуатационные ограничения

В таблице 21 содержатся предельные значения параметров контроллера, превышение которых может привести к выходу его из строя.

Таблица 21

Параметр	Мин.	Макс.
Напряжение питания цифровых цепей, В	-0.3	5.6
Ток выходов ШИМ, мА	0	20
Напряжение входов приема аппаратных аварий, В	-0.3	3.6
Напряжение аналоговых входов формата 0-5В, В	0	5.5
Напряжение аналоговых входов формата $\pm 5В$ , В	-5.5	5.5
Ток выходов разъема расширения X14, мА	0	4
Напряжение входов разъема расширения X14, В	0	3.6
Напряжение дифференциальных входов разъема X12, В	-7	+7
Количество циклов записи/стирания флеш-памяти, шт.	20000	

Запрещается производить монтаж и подключение контроллера к электрическим цепям, находящимся под напряжением.

Эксплуатация контроллера должна осуществляться с учетом требований по защите от статического электричества в соответствии с ОСТ 11 073.062-2001.

### Подготовка изделия к использованию

Схема подключения выхода ШИМ контроллера к драйверу силового ключа представлена на рисунке 4. Максимальный ток выходного буфера контроллера - 20 мА.

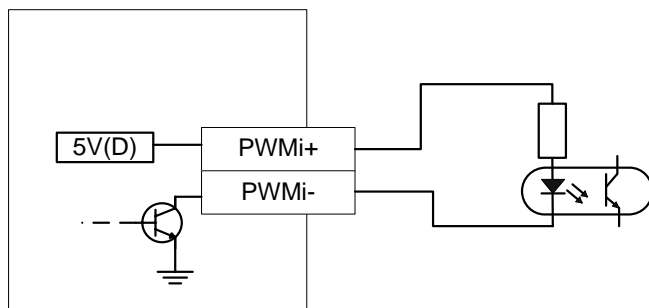


Рисунок 4 Схема подключения выходов ШИМ

Схема подключения сигналов внешних прерываний, а также аппаратно-идентифицированных аварий инвертора представлена на рисунке 5.

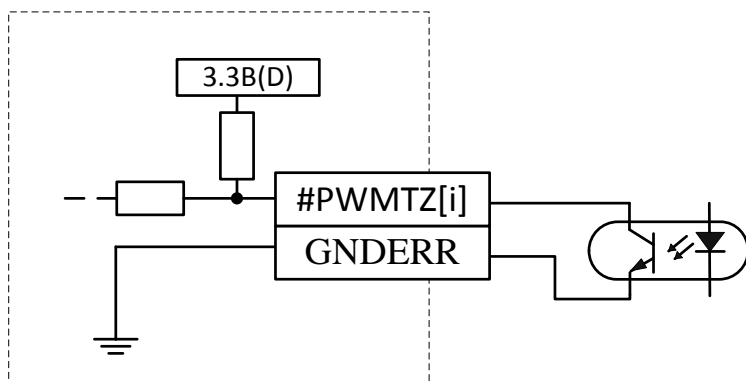


Рисунок 5 Схема подключения аппаратно-идентифицированных аварий

### Подключение к интерфейсу CAN

Пример схемы подключения контроллера к персональному компьютеру по CAN шине представлен на рисунке 6.

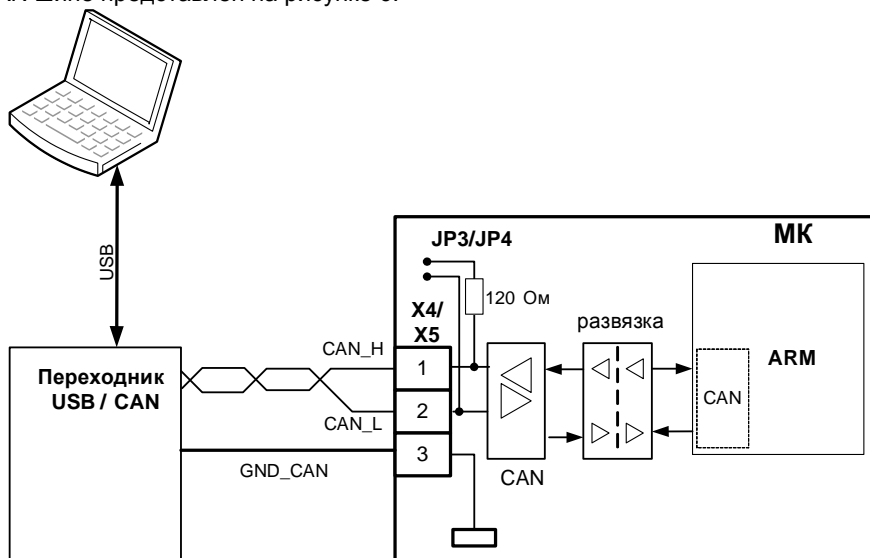


Рисунок 6 Пример подключения контроллера к персональному компьютеру по CAN-шине

## Подключение к интерфейсу RS-485

Пример схемы подключения контроллера к персональному компьютеру через интерфейс RS-485 представлен на рисунке 7.

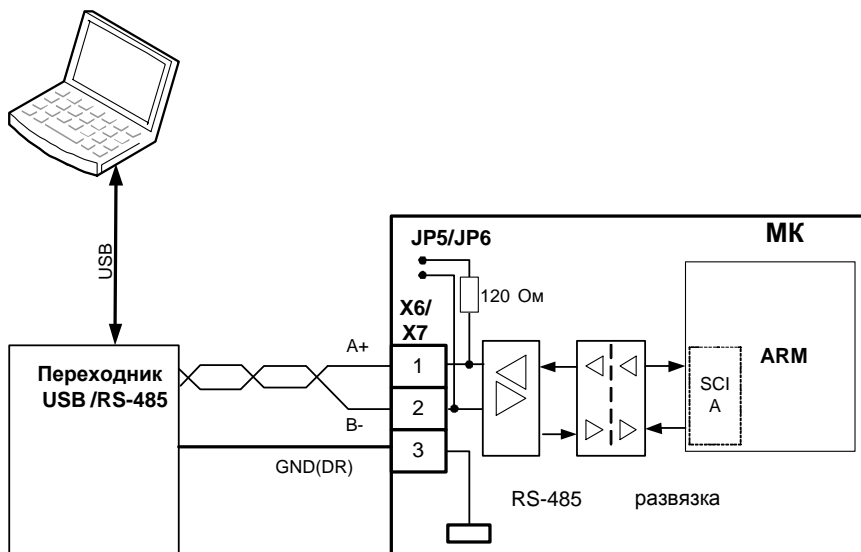


Рисунок 7 Пример подключения контроллера к персональному компьютеру через интерфейс RS-485

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### Общие указания

Контроллер является встраиваемым изделием, который интегрируется в силовое оборудование различного назначения. Правильность его функционирования/подключения в составе оборудования проверяется отдельным тестовым программным обеспечением.

Контроллер является законченным изделием и не требует специального технического обслуживания за все время использования.

Полная функциональная проверка контроллера осуществляется на стенде выходного контроля организации-изготовителя.

### Меры безопасности

Контроллер соответствует требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.030, по пожарной безопасности соответствует ГОСТ 12.1.004. Вероятность возникновения пожара не превышает  $10^{-6}$  в год. Контроллер обеспечивает безопасность персонала в соответствии с требованиями ГОСТ 27570.0.

Техническое обслуживание контроллера должно производиться с соблюдением требований действующих “Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей” (ПТЭ), “Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей” (ПТБ), “Правил

устройства электроустановок” (ПУЭ) и настоящим руководством.

Обслуживающий персонал при эксплуатации должен иметь квалификационную группу по ПТБ не ниже 2й.

Любые подключения и техническое обслуживание необходимо производить только при отключенном питании, предусмотрев для этого нужное количество автоматов питания или аналогичных устройств.

**Не допускается попадание влаги на контакты прибора.**

Должно быть обеспечено сопротивление изоляции цепей питания, а также силовых цепей относительно остальных электрических цепей не менее 40МОм при испытательном напряжении 500В.

### Текущий ремонт

Текущий ремонт контроллера может быть осуществлен только на предприятии-изготовителе. При

выявлении дефектов в его работе составляется дефектная ведомость.

## Транспортирование и хранение

Требуется соблюдать условия транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды – «1» (Л) по ГОСТ 15150;

Требуется соблюдать условия транспортирования в части воздействия механических факторов «ОЛ» по ГОСТ 23216;

Контроллер транспортируют в упаковке, предохраняющей от механических воздействий,

транспортом всех видов. Тип упаковки соответствует требованию к категории упаковки КУ-3А по ГОСТ 23216.

Контроллер хранят в упаковке поставщика или вмонтированными в аппаратуру в составе объектов во всех местах хранения, кроме открытой площадки, в соответствии с требованиями ГОСТ 23216.

Условия хранения «1» (Л) по ГОСТ 15150. Срок сохраняемости в упаковке не более 2 лет.

## Утилизация

При утилизации контроллера требования по утилизации не предъявляются, за исключением

необходимости сдачи батарейки питания часов реального времени в специализированный приемный пункт.



**КОМПЛЕКТНОСТЬ**

Комплектность поставки изделия приведена в таблице 22

Таблица 22

<b>Наименование</b>	<b>Обозначение</b>	<b>Кол</b>	<b>Прим.</b>
Изделие МКУ40	ВКФП.421243.189		
Руководство по эксплуатации	ВКФП.421243.189 РЭ	1	допускается 1 шт. на партию изделий

## ПАСПОРТ

### Гарантийные обязательства

Внимательно ознакомьтесь с данным документом и проследите, чтобы он был правильно и четко заполнен и имел штамп предприятия-изготовителя.

Тщательно проверьте внешний вид изделия и его комплектность. Все претензии по внешнему виду и комплектности предъявляйте при покупке изделия.

По всем вопросам, связанным с техобслуживанием изделия, обращайтесь только к предприятию-изготовителю.

Дополнительную информацию об этом и других изделиях марки Вы можете получить на сайте <http://www.motorcontrol.ru>.

Модель	Серийный номер	Дата выпуска

Изделие соответствует техническим условиям, проверено и признано годным к эксплуатации.

.....  
 М.П. (подпись ответственного лица)

Покупатель	Дата продажи	Срок гарантии, мес.
Продавец	..... (наименование, адрес, телефон)	
	М.П. (.....) (подпись уполномоченного лица)	..... (Ф.И.О.)

Сведения о монтажных и пуско-наладочных работах\*

Изделие, вид работ	Дата	Организация (название, адрес, тел., номер лицензии, печать)	Адрес монтажа	Мастер (Ф.И.О., подпись)	Работу принял (Ф.И.О., подпись)

\*при наличии актов сдачи-приемки монтажных и пуско-наладочных работ заполнять не обязательно

Сведения о гарантийном ремонте

Изделие, вид работ	Дата	Организация (название, адрес, тел., номер лицензии, печать)	Адрес монтажа	Мастер (Ф.И.О., подпись)	Работу принял (Ф.И.О., подпись)

## Условия гарантии

Настоящим документом покупателю гарантируется, что в случае обнаружения в течение гарантийного срока в проданном оборудовании дефектов, обусловленных неправильным производством этого оборудования или его компонентов, и при соблюдении покупателем указанных в документе условий будет произведен бесплатный ремонт оборудования. Документ не ограничивает определенные законом права покупателей, но дополняет и уточняет оговоренные законом положения.

Для установки (подключения) изделия необходимо обращаться в специализированные организации. Продавец, изготовитель, уполномоченная изготовителем организация, импортер, не несет ответственности за недостатки изделия, возникшие из-за его

неправильной установки (подключения).

В конструкцию, комплектацию или технологию изготовления изделия могут быть внесены изменения с целью улучшения его характеристик. Такие изменения вносятся в изделие без предварительного уведомления покупателя и не влекут обязательства по изменению (улучшению) ранее выпущенных изделий.

Запрещается вносить в документ какие-либо изменения, а также стирать или переписывать указанные в нем данные. Настоящая гарантия имеет силу, если документ правильно и четко заполнен.

Для выполнения гарантийного ремонта обращайтесь в предприятие-изготовитель.

Настоящая гарантия действительна только на территории РФ на изделия, купленные на территории РФ.

## Настоящая гарантия не распространяется на:

- периодическое и сервисное обслуживание оборудования (чистку и т. п.);
- изменения изделия, в том числе с целью усовершенствования и расширения области его применения;
- Батарейку часов реального времени.

**Гарантийный ремонт изделия выполняется в срок не более 3 (трех) месяцев.**

### Настоящая гарантия не предоставляется в случаях:

- если будет изменен или будет неразборчив серийный номер изделия;
- использования изделия не по его прямому назначению, не в соответствии с руководством по его эксплуатации, в том числе эксплуатации изделия с перегрузкой или совместно со вспомогательным оборудованием, не рекомендованным продавцом, изготовителем, импортером, уполномоченной организацией;
- наличия на изделии механических повреждений (сколов, трещин и т. п.), воздействия на изделие чрезмерной силы, химически агрессивных веществ, высоких температур, повышенной влажности или запыленности, концентрированных паров и т.п., если это стало причиной неисправности изделия;
- ремонта не уполномоченными на то организациями или лицами;
- ошибок в программном обеспечении
- Стихийных бедствий (пожар, наводнение и т. п.) и других событий, находящихся вне контроля продавца, изготовителя, импортера, уполномоченного организацией-изготовителем;
- Неправильного выполнения электрических и прочих соединений, а также неисправностей (несоответствия рабочих параметров указанным в руководстве) внешних сетей;
- дефектов, возникших вследствие воздействия на изделие посторонних предметов, жидкостей, насекомых и продуктов их жизнедеятельности и т.д.;
- неправильного хранения изделия;
- дефектов системы, в которой изделие использовалось как элемент этой системы;
- дефектов, возникших вследствие невыполнения покупателем руководства по эксплуатации оборудования.



