



**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВИБРОБИТ»**

## **АППАРАТУРА «ВИБРОБИТ 300»**

### **Модуль контроля МК71**

#### **Инструкция по настройке**

(с версией ПО модуля от 1.10)

**ВШПА.421412.3071 И1**

Тел/Факс +7 863 218-24-75  
Тел/Факс +7 863 218-24-78  
info@vibrobit.ru  
www.vibrobit.ru

Инструкция по настройке модуля МК71 предназначена для ознакомления пользователей (потребителей) с основными принципами работы и методами настройки модуля логики защитного отключения МК71 аппаратуры «Вибробит 300».

***Данный документ является дополнением к  
ВШПА.421412.300 РЭ «Аппаратура «Вибробит 300» Руководство по эксплуатации».***

ООО НПП «Вибробит» оставляет за собой право замены отдельных деталей и комплектующих изделий без ухудшения технических характеристик изделия.

*Microsoft и Windows являются зарегистрированными торговыми марками Microsoft Corporation.*

*Редакция 5 от 08.12.16*

## Содержание

1 Общие сведения.....	4
2 Работа модуля.....	7
2.1 Средства индикации и управления.....	7
2.2 Включение питания.....	8
2.3 Сброс модуля в исходное состояние.....	8
2.3.1 Сброс логики защиты.....	8
2.3.2 Сброс ПЛИС и микроконтроллера.....	8
2.3.3 «Холодный старт» модуля.....	9
2.4 Логические входы.....	9
2.4.1 Входы логики защитного отключения.....	9
2.4.2 Вход сброса логики защитного отключения.....	10
2.4.3 Блокировка логики защитного отключения.....	10
2.4.4 Дополнительные логические входы ПЛИС.....	10
2.4.5 Дополнительные логические входы микроконтроллера (сервисная функция).....	10
2.5 Логические выходы.....	10
2.5.1 Логические выходы ПЛИС.....	11
2.5.2 Логические выходы микроконтроллера (сервисная функция).....	11
2.5.3 Логическая сигнализация, принимаемой по CAN интерфейсу.....	13
2.5.4 Логическая сигнализация, настраиваемая логической формулой.....	19
2.6 Генерация тестового сигнала.....	20
2.6.1 ШИМ выход микроконтроллера (сервисная функция).....	20
3 Логика защитного отключения.....	21
3.1 Группировка логических входов/выходов.....	21
3.2 Назначение микропереключателей.....	22
3.3 Защита от опасного уровня вибрации.....	23
3.3.1 Режим взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF).....	23
3.3.2 Режим взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF).....	25
3.3.3 Режим взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=OFF).....	27
3.3.4 Режим взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=OFF).....	28
3.4 Защита от скачка уровня вибрации.....	29
3.4.1 Режим взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=ON).....	29
3.4.2 Режим взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=ON).....	30
3.4.3 Режим взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=ON).....	31
3.4.4 Режим взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=ON).....	32
4 Цифровые интерфейсы управления.....	33
4.1 Интерфейс RS485.....	33
4.1.1 Настройка параметров работы модуля по протоколу ModBus.....	33
4.1.2 Вычисление контрольной суммы в сообщениях.....	33
4.1.3 Особенности управления модулем МК71 по протоколу ModBus.....	33
4.1.4 Поддерживаемые команды протокола ModBus.....	34
4.2 Интерфейс CAN2.0B.....	35
4.3 Ведомый интерфейс I2C.....	36
4.4 Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов).....	36
4.4.1 Интерфейсы связи.....	36
4.4.2 Системные настройки модуля.....	40
4.4.3 Идентификационная информация.....	42
4.4.4 Управляющие команды.....	43
4.4.5 Состояние входов/выходов модуля.....	44
4.4.6 Состояние логической сигнализации с CAN интерфейса.....	45
5 Программное обеспечение.....	46
6 Техническое обслуживание.....	47
Приложение А.....	48
Приложение Б.....	49
Приложение В.....	51
Приложение Г.....	53
Приложение Д.....	54
Приложение Е.....	55

## 1 Общие сведения

Модуль контроля МК71 (далее модуль МК71) предназначен для выполнения логической сигнализации и генерации сигнала защитного отключения контролируемого оборудования. Модуль МК71 построен на основе ПЛИС (программируемая логическая интегральная схема) Altera. Логика работы выходов защитного отключения оборудования определяется положением микропереключателей на плате модуля. Модуль МК71 позволяет реализовать большинство логических схем по защите турбоагрегатов от опасного уровня вибрации и скачка вибрации.

Основные функции МК71:

- 48 логических входов;
- 3 выхода защитного отключения типа ОК;
- до 4-х дополнительных входов/выходов;
- вход сброса и блокировки логики защитного отключения;
- настраиваемая микропереключателями задержка срабатывания выходов от 0 до 3 с;
- настраиваемое время валидности входного логического сигнала для логических схем защиты по скачку вибрации
- индикация состояния логических входов;
- передача данных о состоянии логических входов/выходов по цифровым интерфейсам связи RS485, CAN2.0B, диагностическому интерфейсу;
- прием дискретных сигналов по интерфейсу CAN2.0B;
- сброс состояния модуля кнопкой на лицевой панели, внешним сигналом или командой по цифровым интерфейсам связи;
- генерация тестового сигнала.

Для передачи данных о состоянии модуля МК71 по цифровым интерфейсам связи на плате МК71 установлен высокопроизводительный 8-разрядный микроконтроллер, применение которого позволило параллельно собирать данные о состоянии логических входов/выходов, поддерживать цифровые интерфейсы связи.

Работа логики защитного определяется только положением микропереключателей и не зависит от программного обеспечения микроконтроллера.

Настройки режимов работы модуля МК71 осуществляются с помощью персонального компьютера или специализированного прибора наладчика. Для настройки модуля МК71 с помощью персонального компьютера на компьютере должна быть запущена программа обеспечение ModuleConfigurator, модуль МК71 должен быть подключен к компьютеру через модуль диагностического интерфейса MC01 USB (интерфейс USB).

Таблица 1 - Технические характеристики модуля МК71

Наименование параметра	Значение
Количество логических входов (6 групп по 8 входов)	48
Количество логических входов блокировки работы модуля	1
Количество логических входов сброса модуля	1
Количество дополнительных входов на основе ПЛИС	2
Количество дополнительных входов на основе микроконтроллера	2
Диапазон сигнала постоянного напряжения на логических входах, В	0 – 5
Уровни переключения входного буфера Шмитта по логическим входам, В	3,5
- логический 1, не более	1,5
- логическая 0, не менее (активный сигнал)	
Сопротивление подтяжки логического входа к +5 В, Ом	10 000 ±500
Количество дискретных выходов защитного отключения на основе ПЛИС	1
Количество дополнительных выходов на основе ПЛИС	2
Количество дополнительных выходов на основе микроконтроллера	3
Выходы сигналов «ИЛИ» по группам	6
Тестовый выход переменного сигнала	1
Выход неисправности модуля	1
Выходные дискретные сигналы модуля	Открытый коллектор
- тип	24
- постоянное напряжение, В, не более	100
- ток выхода, мА, не более	
Типы поддерживаемых цифровых интерфейсов связи	два RS485 (ModbusRTU) <sup>1)</sup> , CAN2.0B диагностический I2C
Диапазон рабочей температуры окружающего воздуха (от и до включ.), °С	+5...+45
Напряжение питания	+(24 ± 1,0)
Ток потребления, мА, не более	50
<sup>1)</sup> Два интерфейса RS485 реализовано в варианте исполнения модуля МК71-R2.	

Таблица 2 - Дополнительные характеристики МК71

Наименование параметра	Значение
Габаритные размеры, мм, не более	20,1 x 130 x 190
Масса, кг, не более	0,15
Время готовности (прогрева), сек, не более	10
Режим работы	непрерывный
Средний срок службы, лет, не менее	10
Средняя наработка на отказ (расчетное), часов, не менее	100 000
Допустимая относительная влажность при температуре +35 °С, %	80
Напряжение промышленных радиопомех, дБ · мкВ, не более	80
- на частотах от 0,15 до 0,5 МГц	74
- на частотах от 0,5 до 2,5 МГц	60
- на частотах от 2,5 до 30 МГц	
Гарантийный срок эксплуатации, месяцев	24
Условия транспортирования по ГОСТ 23216-78	Ж
Условия хранения по ГОСТ 15150-69	3 (ЖЗ)

Таблица 3 - Характеристики интерфейса RS485

Наименование параметра	Значение
Количество интерфейсов RS485: <ul style="list-style-type: none"> <li>ВШПА.421412.3071 Модуль контроля МК71</li> <li>ВШПА.421412.3071-01 Модуль контроля МК71-R2</li> </ul>	1 2
Протокол обмена	ModBus RTU (частичная реализация)
Формат данных	без бита паритета, 2 стоповых бита
Пауза между сообщениями, байт, не менее	3,5
Скорость обмена (устанавливается одна из скоростей), бит/с	4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200; 230400
Режим работы драйвера	полудуплекс
Максимальное число узлов на шине	256
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	12
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	± 16
Гальваническая изоляция от источника питания модуля	нет

Таблица 4 - Характеристики интерфейса CAN2.0

Наименование параметра	Значение
Количество интерфейсов CAN2.0	1
Режим работы	Активный
Формат данных	Специализированный для аппаратуры «Вибробит 300»
Код для блоков индикации	0x71 (113)
Скорость обмена (устанавливается одна из скоростей), кбит/с	1000; 500; 250; 200; 125; 100; 80; 40
Соответствие стандарту шины CAN	ISO-11898
Максимальное число узлов на шине	112
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	5
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	± 6
Гальваническая изоляция от источника питания модуля	нет

Таблица 5 - Параметры ведомого интерфейса I2C

Наименование параметра	Значение
Адрес МК71 на интерфейсе I2C	0x72
Формат адреса при обращении к регистрам модуля	16 бит
Скорость обмена, кбит/с, не более	400
Постоянное напряжение на диагностическом разъеме для питания согласующего устройства, В	5 ± 0,2
Допустимый ток потребления по цепи питания на диагностическом разъеме, мА, не более	50
Гальваническая развязка	нет

## 2 Работа модуля

### 2.1 Средства индикации и управления

На лицевой панели модуля МК71 расположены (рисунок 1):

- четыре светодиода состояния модуля:
  - зеленый светодиод '**Pwr**' - включено питание модуля;
  - двухцветный светодиод '**Ok**' - индикация состояния модуля:
    - зеленый цвет - нормальная работа модуля;
    - желтый цвет - работа логических выходов, подключенных к микроконтроллеру, заблокирована;
    - красный цвет - ошибка в работе модуля;
    - мигание - состояние сброса логики защиты.
  - желтый светодиод '**War**' - предупреждение (логика работы определяется пользователем);
  - красный светодиод '**Alarm**' - тревога (логика работы определяется пользователем).
- шесть красных светодиодов блока '**Input**' - состояние логических входов;
- три красных светодиода блока '**Output**' - состояние выходов защиты;
- кнопка сброса '**Reset**';
- разъем диагностического интерфейса '**D.port**';
- ручка для удобного демонтажа модуля из каркаса.

Светодиоды блока '**Input**' сигнализируют состояние логических входов, объединенные в группы по 8 входов:

- светодиод '**A1**' - логические входы L1A-1 — L1A-8;
- светодиод '**A2**' - логические входы L2A-1 — L2A-8;
- светодиод '**B1**' - логические входы L1B-1 — L1B-8;
- светодиод '**B2**' - логические входы L2B-1 — L2B-8;
- светодиод '**C1**' - логические входы L1C-1 — L1C-8;
- светодиод '**C2**' - логические входы L2C-1 — L2C-8.

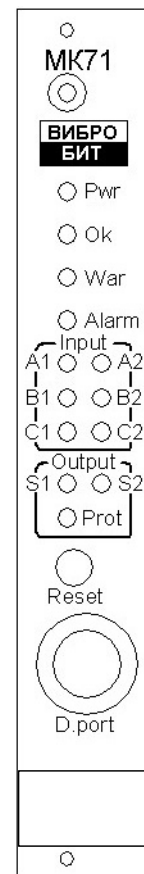


Рисунок 1 - Лицевая панель модуля МК71

Светодиоды блока '**Input**' отображают состояние логических входов. Если светодиод блока '**Input**' светиться, то на одном из логических входов соответствующей группы присутствует активный сигнал. Мигание светодиода блока '**Input**' означает, что на одном из логических входов соответствующей группы присутствовал активный уровень, на всех входах группы неактивный уровень сигнала.

Светодиоды блока '**Output**' отображают состояние логических выходов защиты, управляемые ПЛИС:

не светится — на логическом выходе неактивный уровень сигнала;

мигает — комбинация состояния логических входов соответствует логике защитного отключения (устанавливается микропереключателями), отсчитывается тайм-аут для перевода логического выхода в активное состояние (срабатывание защиты);

светится — логический выход в активном состоянии (защита сработала), состояние логических входов не влияет на выход защиты.

Работой светодиодов '**Ok**', '**War**', '**Alarm**' управляет микроконтроллер, установленный на плате МК71. На светодиоды '**War**', '**Alarm**' может быть назначена дополнительная сигнализация состояния логических входов/выходов или состояния модуля в целом.

С помощью кнопки '**Reset**' осуществляется сброс логики ПЛИС, сброс микроконтроллера и «холодный старт» модуля.

Состояние логических входов/выходов модуля МК71, режим работы (положение микропереключателей) и другие параметры доступны для считывания по цифровым интерфейсам связи.

## 2.2 Включение питания

По включению питания все выходы защитного отключения находятся в неактивном состоянии, параметры работы модуля (сервисные функции) загружаются из энергонезависимой памяти.

К каждой секции параметров работы в энергонезависимой памяти добавляется контрольная сумма, позволяющая проверить достоверность загруженных данных. Если вычисленная контрольная сумма не совпадает с записанной суммой в энергонезависимой памяти, то считается, что данные повреждены, и их использовать для работы модуля нельзя.

Каждая секция данных в энергонезависимой памяти имеет основное и резервное размещение. Если секция параметров работы из энергонезависимой памяти прочитана с ошибкой, то предпринимается попытка считывания данных из резервной области энергонезависимой памяти.

Если по одной из секций параметров работы обнаружена ошибка (из основной и резервной секции), то работа сервисных функций модуля блокируется, формируется логическая сигнализация о неисправности модуля, светодиод '**Ok**' на лицевой панели будет светиться красным цветом.

При нормальной загрузке параметров работы, перед началом работы, светодиод '**Ok**' мигает желтым цветом (с частотой около 2 Гц), показывая, что идет стартовая инициализация. Во время стартовой инициализации модуля ПЛИС находится в состоянии сброса.

Допускается, «горячая» замена модуля МК71 в секции без выключения питания.

## 2.3 Сброс модуля в исходное состояние

Существует несколько видов сброса модуля МК71:

- сброс логики защиты (сброс ПЛИС);
- сброс ПЛИС и микроконтроллера (аналогично включению питания);
- «холодный старт» модуля.

### 2.3.1 Сброс логики защиты

Сброс логики защиты (сброс ПЛИС) происходит при:

- нажатии на кнопку '**Reset**', расположенной на лицевой панели модуля;
- активным уровнем сигнала на входе L-Res;
- командой по цифровым интерфейсам связи;
- включении питания модуля;
- сброс по команде пользователя (кнопкой '**Reset**' на лицевой панели или командой по цифровым интерфейсам связи);
- изменение положения микропереключателей, устанавливающих режим работы ПЛИС.

Для сброса ПЛИС — кратковременно нажмите кнопку '**Reset**'.

Сброс ПЛИС происходит по фронту сигналов сброса, а не по уровню, что гарантирует восстановление работы логики защитного отключения даже при удержании сигналов сброса в активном состоянии. После детектирования фронта сигнала сброса ПЛИС находится в состоянии сброса около 4 секунд (светодиод '**Ok**' мигает с частотой 1 Гц).

Все входы/выходы, в состоянии сброса ПЛИС, находятся в неактивном состоянии. Причина сброса ПЛИС отображается в битах статуса, доступных для считывания по цифровым интерфейсам связи.

### 2.3.2 Сброс ПЛИС и микроконтроллера

При сбросе ПЛИС и микроконтроллера выполняется последовательность действий, соответствующая включению питания. Причинами сброса могут быть:

- включение питания модуля;
- сброс по команде пользователя (кнопкой '**Reset**' на лицевой панели или командой по цифровым интерфейсам связи);
- снижение напряжения питания микроконтроллера (неисправность источника питания);
- сброс по сторожевому таймеру из-за «зависания» программы микроконтроллера.

Нажатием на кнопку '**Reset**', пользователь может выполнить сброс модуля и «Холодный старт» модуля.

Для сброса микроконтроллера – кратковременно нажмите кнопку '**Reset**', затем нажмите кнопку '**Reset**' и удерживайте ее, пока не произойдет сброс модуля. Сброс можно выполнять только после завершения цикла инициализации.



### 2.3.3 «Холодный старт» модуля

«Холодный старт» предназначен для записи в энергонезависимую память параметров работы по умолчанию. Эта функция полезна при первоначальном включении модуля после изготовления или в случае, когда необходимо выполнить повторную настройку, установив заведомо известные параметры работы.

Переход в режим «Холодный старт» выполняется удержанием кнопки **'Reset'** во время всего цикла инициализации модуля после его сброса. Если модуль перешел в режим «Холодный старт», то светодиод **'Ok'** будет мигать желтым цветом синхронно со светодиодом **'War'**.

После перехода в режим «Холодного старта» необходимо подтвердить «Холодный старт». Подтверждением «Холодного старта» является последовательность нажатия кнопки **'Reset'**, аналогичная последовательности сброса в нормальном режиме работы (кратковременное нажатие, нажатие и удержание кнопки **'Reset'**).

При подтверждении «Холодного старта» сервисные настройки модуля инициализируются значениями по умолчанию и сохраняются в энергонезависимой памяти, затем производится сброс модуля. Если подтверждение «Холодного старта» не выполнено, модуль переходит в нормальный режим работы.

Во время записи в энергонезависимую память мигает светодиод **'War'**. Результаты записи можно определить по цвету свечения светодиода **'Ok'**:

- зеленый – запись выполнена без ошибок;
- желтый – одна из секций данных была правильно записана в энергонезависимую память со второй попытки;
- красный – одна из секций данных записана в энергонезависимую память с ошибкой.

Результаты записи в энергонезависимую память сервисных параметров работы отображаются в течение 2 секунд, затем происходит автоматически сброс модуля.

## 2.4 Логические входы

Логические входы МК71 разделены на несколько функциональных групп:

- 48 входов, участвующих в логике защитного отключения;
- вход сброса логики защитного отключения;
- вход блокировки работы логики защитного отключения;
- 2 дополнительных входа, подключенных к ПЛИС;
- 2 дополнительных входа, подключенных к микроконтроллеру.

Все логические входы модуля МК71 имеют одинаковую схемотехнику и рассчитаны на работу с уровнями сигнала (0 - 5) В (логические уровни КМОП) или подключению к выходам типа открытый коллектор.

На логических входах предусмотрен защитные диоды от перенапряжения и подтягивающий резистор 10 кОм к цепи +5 В (схемотехника логических входов МК71 позволяет подачу напряжения до +24 В).

Сигнал логического входа проходит RC фильтр (постоянная времени 1 мс) и поступает на вход триггера Шмитта. Выход триггера Шмитта соединен со входом ПЛИС (или микроконтроллера). Для каждого логического сигнала в ПЛИС предусмотрен цифровой фильтр с постоянной времени 4 мс. Аналоговый и цифровые фильтры на логических входах предназначены для фильтрации импульсных помех (например, переключение реле), которые могут вызвать ложное срабатывание защиты.

Состояние логических входов может прочитано по цифровым интерфейсам связи.

### 2.4.1 Входы логики защитного отключения

48 входов защитного отключения сгруппированы в 6 групп по 8 входов. Для отображения состояния каждой группы на лицевой панели модуля предусмотрен светодиод в блоке **'Input'**.

Для каждого из 48 входов реализованы следующие функции:

- память срабатывания;
- валидация активного состояния по времени.

Память срабатывания позволяет определить на каких логических входах присутствовал активный уровень сигнала (функция памяти не имеет временных отметок). Сброс памяти происходит при сбросе ПЛИС.

Для алгоритмов защиты по скачку параметра необходимо, чтобы логический сигнал участвовал в логике защитного отключения в течении некоторого времени с момента перехода в активное состояние. В модуле МК71 реализованы функции валидации по времени с интервалами 4 и 8 секунд (устанавливаются микропереключателями).

Если на входе присутствует активный уровень сигнала и отсчитан установленный интервал времени, то данный вход не участвует в логике защитного отключения по скачку параметра. Сброс состояния входа (с отсчитанным интервалом валидации) происходит при сбросе ПЛИС.

При квитировании сигнализации скачка на модуле контроля измерения параметра, логический сигнал скачка переходит в неактивное состояние, модуль МК71 начинает отсчет установленного интервала времени валидации. Если в течении времени валидации на логическом входе присутствует неактивный уровень сигнала, то соответствующий логический вход вновь готов для участия в логике защиты по скачку параметра. Таким образом не требуется проводить полный сброс модуля МК71, который может вызвать пропуск (ложное срабатывание) события скачка параметра.

Валидационное состояние логических входов доступно для считывания по цифровым интерфейсам связи.

#### 2.4.2 Вход сброса логики защитного отключения

Сброс ПЛИС в исходное состояние происходит при переходе из неактивного в активное состояние сигнала L-RES. После детектирования сигнала сброса ПЛИС находится в состоянии сброса в течение 4 секунд. Активный уровень сигнала на входе L-RES не удерживает ПЛИС в состоянии сброса.

Допускается сброс ПЛИС импульсным сигналом, длительностью не менее 10 мс.

#### 2.4.3 Блокировка логики защитного отключения

При активном уровне сигнала на входе L-ENA логика защитного отключения находится в неактивном состоянии (блокировка выходов), комбинации на логических входах не может вызвать срабатывание защиты.

Если до блокировки защитного отключения один из логических выходов уже находился в сработавшем состоянии, то на него не распространяется сигнал блокировки.

Блокировка логики защитного отключения не влияет на режимы работы логических входов, состояние входов доступно для считывания по цифровым интерфейсам связи, работает функция памяти и отсчитываются интервалы валидации логического сигнала для алгоритмов скачка и т.д.

#### 2.4.4 Дополнительные логические входы ПЛИС

В модуле МК71 реализовано два дополнительных логических входа, которые в зависимости от текущей логики защитного отключения имеют различные алгоритмы работы:

- сигналы с логических входов передаются на соответствующие дополнительные логические выходы, подключенные к ПЛИС;
- сигналы с логических входов объединяются по схеме 'ИЛИ' и передаются на дополнительный логический выход 2, подключенный к ПЛИС;
- дополнительные логические входы используются только для ввода в АСКВМ (Автоматизированная система контроля вибрации и механических величин) логических сигналов, состояние которых доступно для считывания по цифровым интерфейсам связи.

Логику работы дополнительных входов смотрите в разделе «Логика защитного отключения».

#### 2.4.5 Дополнительные логические входы микроконтроллера (сервисная функция)

Дополнительные логические входы, подключенные к микроконтроллеру, предназначены для ввода в АСКВМ логических сигналов, состояние которых доступно для считывания по цифровым интерфейсам связи.

Для дополнительных логических входов микроконтроллера может быть настроена задержка срабатывания и инверсия логического сигнала.

Дополнительные логические входы, при соответствующей настройке сервисных функций модуля МК71, могут участвовать в формировании логических сигналов на дополнительных логических выходах, подключенных к микроконтроллеру.

### 2.5 Логические выходы

Модуль МК71 имеет 12 логических выходов типа ОК (открытый коллектор). В качестве выходных ключей используются мощные MOSFET транзисторы с параллельно включенным защитным диодом, рассчитанным на напряжение +24 В. Схемотехника логических выходов допускает непосредственное подключение обмоток реле (с постоянным напряжением не более +24 В).

Функционально логические выходы разделены на две группы:

- логические выходы, подключенные к ПЛИС;
- логические выходы, подключенные к микроконтроллеру.

Состояние логических выходов, подключенных к ПЛИС, отображается на лицевой панели модуля МК71 в блоке **'Output'**:

- 'Prot'** — основной выход защиты;
- 'S1'** — дополнительный выход 1 ПЛИС;
- 'S2'** — дополнительный выход 2 ПЛИС.

Отображение состояния логических выходов микроконтроллера может быть настроено на светодиоды **'War'**, **'Alarm'**.

Состояние всех логических выходов доступно для считывания по цифровым интерфейсам связи.

### 2.5.1 Логические выходы ПЛИС

В модуле МК71 предусмотрено три логических выхода ПЛИС, имеющие буферную схему, позволяющую реализовать задержку поступающего на них сигнала на установленное время от 0 до 3 секунд (устанавливается микропереключателями).

Если на входе буфера логического выхода присутствует активный уровень сигнала (состояние логических входов соответствует логике защитного отключения) в течение установленного времени, то соответствующий выход переходит в активное состояние. В дальнейшем (после перехода в активное состояние) состояние выхода не изменяется, пока не будет выполнен сброс ПЛИС.

Если во время отсчета задержки срабатывания выхода сигнал блокировки логики защитного отключения L-ENA будет переведен в активное состояние, то соответствующий выход останется в пассивном состоянии (отсчет времени сброшен в начальное состояние).

Алгоритм срабатывания логических выходов ПЛИС определяется положением микропереключателей (смотрите раздел «Логика защитного отключения»).

Для каждой из 6 групп логических входов предусмотрен логический выход 'ИЛИ', на котором появляется активный уровень сигнала, если на одном из восьми входов соответствующей группы присутствует активный уровень сигнала.

Логические выходы 'ИЛИ' не имеют функции защелкивания, на них не влияет сигнал блокировки логики защиты.

### 2.5.2 Логические выходы микроконтроллера (сервисная функция)

В модуле МК71 предусмотрено 3 логических выхода, подключенных к микроконтроллеру. Работа каждого из 3 логических выходов настраивается пользователем по цифровым интерфейсам связи.

Если обнаружена ошибка контрольной суммы по одной из секций параметров работы модуля, на логическом выходе 3 будет присутствовать активный уровень сигнала, остальные логические выходы модуля МК71 (подключенные к микроконтроллеру) останутся в неактивном состоянии.

После включения питания (сброса) модуля работа логических выходов (подключенные к микроконтроллеру) заблокирована на время *LogicOffStartUp*, отсчитываемое после завершения цикла инициализации модуля МК71.

Возможна блокировка работы логических выходов (подключенные к микроконтроллеру) пользователем, которая может быть необходима при корректировке параметров работы модуля или проверки его работы, не опасаясь срабатывания сигнализации.

В состав параметра модуля МК71 входит матрица «ИЛИ» (*LogicMatrix*) коммутации флагов состояния на логические выходы. Если хотя бы один флаг, назначенный на логический выход, установлен, то на соответствующем логическом выходе будет присутствовать активный уровень сигнала, если работа логических выходов не заблокирована.

Для каждого из флагов указывается номер логического выхода, на который он будет назначен. Если какого-либо флага номер назначенного логического выхода равен нулю или больше 3, то состояние соответствующего флага не влияет ни на один из логических выходов.

Таблица 6 - Флаги регистра CPU InOutput и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	outCPU1	Управляемый бит выхода 1 микроконтроллера	outCPU1	0
1	outCPU2	Управляемый бит выхода 2 микроконтроллера	outCPU2	1
2	inCPU1	Состояние доп. входа 1 микроконтроллера	inCPU1	2
3	inCPU2	Состояние доп. входа 2 микроконтроллера	inCPU2	3
4	outCAN1	Логическая схема сигналов по CAN интерфейсу, выход 1	outCAN1	4
5	outCAN2	Логическая схема сигналов по CAN интерфейсу, выход 2	outCAN2	5
6	outCAN3	Логическая схема сигналов по CAN интерфейсу, выход 3	outCAN2	6
7	outF1	Логическая формула, выход 1	outF1	7

Биты могут быть *outCPU1*, *outCPU2* установлены/сброшены командами по цифровым интерфейсам связи. При соответствующей настройке логической сигнализации данная функция может использоваться для дистанционного управления логическими выходами, подключенными к микроконтроллеру (например, управление реле). После сброса модуля биты *outCPU1*, *outCPU2* равны 0.

Для логических выходов 1, 2 микроконтроллера может быть назначена инверсия состояния (регистр *LogicOut\_Inversion*). При блокировке логических выходов и неисправности модуля на инвертированных логических выходах устанавливается неактивный уровень сигнала.

#### Примечания

- 1 Логическая схема сигналов, принимаемых по CAN интерфейсу, реализована в ПО модуля МК71 версии 1,10.
- 2 Инверсия логических выходов реализована в ПО модуля МК71 версии 1,14.
- 3 Описание логического правила в виде аналитической логической формулы реализовано в ПО модуля МК71 версии 1,14.

Таблица 7 - Флаги регистра CPLD\_Output и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	outADD1	Состояние дополнительного выхода 1 ПЛИС	outADD1	8
1	outADD2	Состояние дополнительного выхода 2 ПЛИС	outADD2	9
2	outProt	Состояние основного выхода защиты ПЛИС	outPROT	10
3	Reserv_0	Резерв, всегда равен 0	-	11
4	outADD1_Wait	Ожидание срабатывания доп. выхода 1 ПЛИС	waitADD1	12
5	outADD2_Wait	Ожидание срабатывания доп. выхода 2 ПЛИС	waitADD2	13
6	outProt_Wait	Ожидание срабатывания основного выхода защиты ПЛИС	waitPROT	14
7	Reserv_1	Резерв, всегда равен 0	-	15

Примечание - Ожидание срабатывания означает, что логическая комбинация на логических входах ПЛИС соответствует логике защитного отключения.

Таблица 8 - Флаги регистра CPLD\_Status и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	inAdd_1	Дополнительный вход 1 ПЛИС	inADD1	16
1	inAdd_2	Дополнительный вход 2 ПЛИС	inADD1	17
2	inEna_Ext	Вход блокировки логики защитного отключения	inENA	18
3	inRes_Ext	Вход сброса ПЛИС	inRES	19
4	inRes_Key	Кнопка <b>'Reset'</b> на лицевой панели модуля	inResKey	20
5	inRes_CPU	Сигнал сброса ПЛИС от микроконтроллера	inResCPU	21
6	Reset	ПЛИС в состоянии сброса	Reset	22
7	CLK_524ms	Тактовый сигнал ПЛИС с периодом 524 мс	CLK	23

Таблица 9 - Флаги регистра StatusSys и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	ErrorLoadData	Ошибка чтения параметров работы из энергонезависимой памяти	ErrLD	24
1	LoadDataReserv	Одна или несколько групп параметров работы прочитана из резервной секции энергонезависимой памяти	ResLD	25
2	LogicOffStartUp	Блокировка работы логических выходов после сброса модуля	LgOffSt	26
3	LogicOffUser	Блокировка работы логических выходов по команде пользователя	LgOffU	27
4	InterfRS485_Off	Интерфейс RS485 выключен	RS_Off	28
5	InterfCAN_Off	Интерфейс CAN2.0B выключен	CAN_Off	29
6	PWM_Off	Тестовый сигнал ШИМ не генерируется	OneWr	30
7	ErrorCPLD	Неисправность ПЛИС	Calibr	31

Таблица 10 - Флаги регистра StatusSysAdd

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	AllowOneWrite	Доступ на одиночную запись по интерфейсу RS485 №1	-	-
1	AllowModbusR2	На плате модуля МК71 реализован интерфейс RS485 №2	-	-
2	InterfRS485_R2_Off	Интерфейс RS485 №2 выключен	-	-
3	AllowOneWrite_R2	Доступ на одиночную запись по интерфейсу RS485 №2	-	-
4	ErrorLogicFormula	Ошибка логической формулы	-	-
5		Резерв, равен нулю	-	-
6		Резерв, равен нулю	-	-
7		Резерв, равен нулю	-	-

### 2.5.3 Логическая сигнализация, принимаемой по CAN интерфейсу

Функция приема сигнализации от модулей контроля по CAN интерфейсу и формирование сигналов защитного отключения реализована с целью возможности дублирования модулей МК71 в секциях АСКВМ «Вибробит 300».

Принятые сигналы от модулей контроля могут быть обработаны предустановленной логической схемой и переданы на логические выходы модуля МК71. Принципы работы программной логической схемы максимально упрощены и аналогичны физическим логическим сигналам, подаваемым на входы МК71.

Программная логическая схема имеет 96 сигналов и позволят обрабатывать логические сигналы для 16-ти опорного агрегата.

Логическая схема сигналов, принимаемых по CAN интерфейсу, реализована в ПО модуля МК71 версии 1.10.

#### 2.5.3.1 Настройка CAN интерфейса

Для работы логической сигнализации необходимо настроить CAN интерфейс:

- разрешить работу интерфейса;
- указать скорость обмена и адрес.

Адрес рекомендуется указывать за диапазоном порядковых номеров опор. Порядковые номера опор будут использоваться в нумерации адресов модулей источников.

Период отправки и флаги отправки сообщений допускается не устанавливать, если не требуется передача информации о состоянии модуля МК71 по CAN интерфейсу.

На рисунке 2 показан пример включения CAN интерфейса модуля МК71 в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01. Разрешить работу интерфейсу	<input checked="" type="checkbox"/>	1000
02. Скорость обмена, бит/с	1000 ▾	1001
03. Адрес модуля на шине	101	1002
04. Период отправки сообщений (по 0.1), сек	0,1	1004
05.1 Сообщения о состоянии входов	<input type="checkbox"/>	1005
05.2 Сообщения активного сост. входов по вр...	<input type="checkbox"/>	1006
05.3 Сообщения памяти состояния входов	<input type="checkbox"/>	1007
05.4 Сообщения о состоянии модуля	<input type="checkbox"/>	1008

Рисунок 2 - Пример включения CAN интерфейса модуля МК71 в ПО ModuleConfigurator

#### 2.5.3.2 Регистрация источников сообщений

Необходимо указать, с каких модулей и с каким кодом сообщения будут приниматься сообщения. Т.е. провести настройку источников сообщений. Всего можно зарегистрировать 16 источников, 16 модулей, контролирующих соответствующие опоры.

На рисунке 3 показан пример настройки источника CAN сообщений в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01. Разрешить работу	<input checked="" type="checkbox"/>	0800
02. Адрес CAN. Код SID (Hex)	0632	0806
03. Адрес CAN. Код EID (Hex)	00020001	0808
04.1 Учитывать код сообщения	<input checked="" type="checkbox"/>	0802
04.2 Код сообщения (Hex)	80	0803
05. Тайм-аут отсутствия сообщения от источн...	5	0801

Рисунок 3 - Пример настройки источника CAN сообщений в ПО ModuleConfigurator

Для настройки каждого источника требуется указать:

- разрешить работу - разрешить регистрацию источника;
- указать SID код источника. Для модуля МК32 - 0x0632 (Hex формат);
- указать EID код источника. Для модуля МК32 - 0x02nnnn (Hex формат). Где nnnn - адрес модуля МК32 на CAN шине. Например, если адрес модуля МК32 опоры 1 на CAN шине будет 0x0001, то код EID будет 0x00020001;

- т.к. с одного адреса модули МК32 передают несколько сообщений, разделяющихся между собой по кодам сообщений, то необходимо включить учет кода сообщения;
- указать код сообщения (например - 0x80, соответствующий передачи сигнализации от модулей МК32);
- тайм-аут отсутствия сообщений предназначен для принудительного сброса сигнализации в неактивное состояние, если от соответствующего модуля длительное время не было сообщений (обрыв связи, неисправность и т. д.). Рекомендуется установить 5 секунд.

Для остальных источников провести аналогичные настройки, изменяя код источника EID в соответствии с адресами модулей. Изменение настроек регистрации источников требует повторную инициализацию модуля МК71.

### 2.5.3.3 Контроль настройки приема сообщений

В ПО ModuleConfigurator предусмотрена возможность провести контроль инициализации приема сигнализации по CAN интерфейсу.

В пункте «09. Сигнализация по интерфейсу CAN» доступна следующая информация:

- нормальная инициализация и работа сигнализации;
- детектирование отсутствия сообщений хотя бы по одному из источников;
- фильтры и маски кодов SID, EID содержат информацию о настройке приемника сообщений CAN и степени фильтрации сообщений на шине CAN. В обработку будут попадать только сообщения, зарегистрированные при настройке источников.

На рисунке 4 показан пример контроля настройки CAN интерфейса в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01.0 Сигнализация включена	<input checked="" type="checkbox"/>	0500
01.1 Отсутствуют сообщения от одного из ист...	<input checked="" type="checkbox"/>	0500
02.1 Фильтр SID (Hex)	0632	0504
02.2 Маска SID (Hex)	07FF	0506
03.1 Фильтр EID (Hex)	00020000	0508
03.2 Маска EID (Hex)	0003FFF0	050C

Рисунок 4 - Пример контроля настройки CAN интерфейса в ПО ModuleConfigurator

По каждому источнику можно посмотреть состояние счетчиков тайм-аута. Значение 0 - сообщения не поступают. В нормальном режиме работы значения счетчиков должно быть около значения установленного при настройке источника. При оценке значений счетчиков необходимо учитывать период передачи сообщений (в МК32 устанавливается с дискретностью 0,5 с).

На рисунке 5 показан пример контроля счетчиков тайм-аута CAN сообщений в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01. Счетчик источника 1, сек	4,8	0520
02. Счетчик источника 2, сек	0,0	0521
03. Счетчик источника 3, сек	0,0	0522
04. Счетчик источника 4, сек	0,0	0523
05. Счетчик источника 5, сек	0,0	0524
06. Счетчик источника 6, сек	0,0	0525
07. Счетчик источника 7, сек	0,0	0526
08. Счетчик источника 8, сек	0,0	0527
09. Счетчик источника 9, сек	0,0	0528

Рисунок 5 - Пример контроля счетчиков тайм-аута CAN сообщений в ПО ModuleConfigurator

По какому из источников доступен контроль содержания сообщений возможно просмотреть в пункте «02. Сообщения источников» ПО ModuleConfigurator.

На рисунке 6 показан пример контроля приема CAN сообщений от источника №1 ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01. Сообщение получено	<input checked="" type="checkbox"/>	0600
02. Число принятых байт	8	0601
03.0 Байт 0 (код сообщения)	80	0602
03.1 Байт 1	00	0603
03.2 Байт 2	01	0604
03.3 Байт 3	01	0605
03.4 Байт 4	03	0606
03.5 Байт 5	00	0607
03.6 Байт 6	00	0608
03.7 Байт 7	03	0609

Рисунок 6 - Пример контроля приема CAN сообщений от источника №1 ПО ModuleConfigurator

Данную информацию можно использовать во время наладки системы и контроля сигнализации, например структура сообщений получаемых от модулей МК32:

- байт 0 - код сообщения 0x80, значение которое указывалось при настройке источника;
- байт 1 - всегда равен 0x00;
- байт 2 - флаги сигнализации скачков (активный уровень);
- байт 3 - флаги сигнализации скачков (защелка);
- байты 4-7 - флаги уставок.

Для приема сообщений сигнализации от модулей контроля должно быть соответствующее разрешение передачи сигнализации по интерфейсу CAN при настройке модулей.

#### 2.5.3.4 Настройка правил обработки сообщений

Для выделения полезной информации из принятых сообщений требуется зарегистрировать правила. Для каждого правила настраивается:

- тип правила (маска логического 'И', маска логического 'ИЛИ');
- тип данных (по правилам языка C);
- смещение в CAN сообщении (байт);
- значение битовой маски (32 бита).

На рисунке 7 показан пример настройки правила №1 обработки CAN сообщений ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01. Тип правила	Наложение маски по 'И' ▼	0900
02. Тип исходных данных	UChar (1 байт) ▼	0901
03. Смещение, байт	2	0902
04. Значение, маска (Hex)	00000001	0904

Рисунок 7 - Пример настройки правила №1 обработки CAN сообщений ПО ModuleConfigurator

Ниже представлен пример настройки правил для реализации логики скачка вибрации.

Сигнализация скачка (активный флаг) присутствует во 2-м байт сообщения CAN от модуля МК32. Флаги в данном байте размещаются следующим образом:

- бит 0 - контроль скачка основного параметра, канал 1 - вертикальная сост. (0x01);
- бит 1 - контроль скачка оборотной составляющей, канал 1 - вертикальная сост.;
- бит 2 - контроль скачка основного параметра, канал 2 - поперечная сост. (0x04);
- бит 3 - контроль скачка оборотной составляющей, канал 2 - поперечная сост.;
- бит 4 - контроль скачка основного параметра, канал 3 - осевая сост. (0x10);
- бит 5 - контроль скачка оборотной составляющей, канал 3 - осевая сост.;
- бит 6 - контроль скачка основного параметра, канал 4;
- бит 7 - контроль скачка оборотной составляющей, канал 4.

Необходимо создать три правила:

1. скачек (активный сигнал) основного параметра, вертикальная сост. (группа SA1);
2. скачек (активный сигнал) основного параметра, вертикальная сост. (группа SB1);
3. скачек (активный сигнал) основного параметра, вертикальная сост. (группа SC1).

На рисунке 7 представлена настройка 1-го правила:

- наложение маски по «И». 04. Значение, маска накладывается на принятые данные побитово с логикой «И». Если результат не нулевой, то «Истина»;
- тип данных - 1 байт, без знака;
- смещение в сообщении. 2 - т. к. требуется второй байт.

Остальные два правила (для поперечной и осевой составляющей) настраиваются аналогично, изменяется только маска.

### 2.5.3.5 Назначение сигнализации

Для работы логической схемы необходимо выполнить назначение сигнализации, аналогично коммутации сигналов от модулей контроля на входы МК32 LA1, LB1, LC1.

Логические сигналы SA1, SB1, SC1 являются программными входами сигнализации, содержащими по 16 сигналов. Для контроля скачка параметра 8-ми опорного агрегата принято следующее распределение сигнализации:

- SA1-01 - SA1-8 - скачек вибрации по опорам в вертикальной плоскости;
- SB1-01 - SB1-8 - скачек вибрации по опорам в горизонтальной плоскости;
- SC1-01 - SC1-8 - скачек вибрации по опорам в осевой плоскости.

Для каждого сигнала необходимо указать номер источника и номер правила. Сигналы находятся в неактивном состоянии если:

- превышен тайм-аут по соответствующему источнику;
- нет назначения источника или правила.

На рисунке 8 показан пример назначения сигнализации в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01.1 Сигнал SA1-01. Номер источника	01	0A00
01.2 Сигнал SA1-01. Номер правила	01	0A01
02.1 Сигнал SA1-02. Номер источника	02	0A02
02.2 Сигнал SA1-02. Номер правила	01	0A03
03.1 Сигнал SA1-03. Номер источника	03	0A04
03.2 Сигнал SA1-03. Номер правила	01	0A05
04.1 Сигнал SA1-04. Номер источника	04	0A06
04.2 Сигнал SA1-04. Номер правила	01	0A07
05.1 Сигнал SA1-05. Номер источника	05	0A08
05.2 Сигнал SA1-05. Номер правила	01	0A09
06.1 Сигнал SA1-06. Номер источника	06	0A0A
06.2 Сигнал SA1-06. Номер правила	01	0A0B
07.1 Сигнал SA1-07. Номер источника	07	0A0C
07.2 Сигнал SA1-07. Номер правила	01	0A0D
08.1 Сигнал SA1-08. Номер источника	08	0A0E
08.2 Сигнал SA1-08. Номер правила	01	0A0F
09.1 Сигнал SA1-09. Номер источника	Не указано	0A10
09.2 Сигнал SA1-09. Номер правила	Не указано	0A11

Рисунок 8 - Пример назначения сигнализации в ПО ModuleConfigurator



Предусмотрена возможность контроля за состоянием сигнализации с целью проверки приемов логических сигналов и работы логической схемы. Данные по группам сигнализации представлены в шестнадцатеричном формате, по 16 сигналов в группе. Информация сигнализации по группам доступна независимо от настроенной логической схемы.

На рисунке 9 показан пример контроля логических сигналов CAN в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01. Логические сигналы SA1 (Hex)	0001	0400
02. Логические сигналы SB1 (Hex)	0000	0402
03. Логические сигналы SC1 (Hex)	0000	0404
04. Логические сигналы SA2 (Hex)	0000	0406
05. Логические сигналы SB2 (Hex)	0000	0408
06. Логические сигналы SC2 (Hex)	8000	040A

Рисунок 9 - Пример контроля логических сигналов CAN в ПО ModuleConfigurator

#### 2.5.3.6 Логика сигнализации

При настройке логики сигнализации необходимо указать:

- логическая схема (поддерживается две логических схемы);
- задержку срабатывания;
- режим выхода: прямое управление, триггер.

На рисунке 10 показан пример настройки логики сигнализации CAN в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01. Логическая схема	№01 A1xB1xC1	0B00
02. Задержка срабатывания, сек	2	0B01
03. Режим выхода	Прямое управление	0B02
	Прямое управление	
	Триггер	

Рисунок 10 - Пример настройки логики сигнализации CAN в ПО ModuleConfigurator

В версии ПО 1.10 модуля МК71 поддерживаются две логических схемы:

#### №01 A1xB1xC1

Активный уровень сигнала на выходе логики 1 формируется при:

- двух составляющих одной опоры (вертикальной, поперечной, осевой);
- двух любых составляющих смежных опор (вертикальной, поперечной, осевой).

#### №02 A1xB1 - C1

Активный уровень сигнала на выходе логики 1 формируется при:

- двух составляющих одной опоры (вертикальной, поперечной);
- двух любых составляющих смежных опор (вертикальной, поперечной).

Активный уровень сигнала на выходе логики 2 формируется при:

- двух сигналов осевой составляющих смежных опор.

Режимы работы выхода:

- прямое управление - сигнал передается на выход при отсчете установленной задержки;
- триггер - активное состояние на выходе защелкивается при активном состоянии логики после отсчета установленной задержки. Сброс триггера по сигналам сброса модуля МК71: кнопка на лицевой панели, команда по интерфейсам связи, логических вход сброса.

Контроль логики сигнализации возможен в двух разделах ПО ModuleConfigurator:

- раздел «04.09.04. Состояние сигнализации. Выходы» доступен просмотр сигнализация после логической матрицы (исходное состояние), выход после триггера (результат) и счетчик тайм-аута (задержки);
- разделе «04.04 Логические входы/выходы CPU» флаги «Состояние выхода сигнализации CAN».

На рисунке 11 показан пример контроля CAN сигнализации после логической матрицы в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
01. Выход логической матрицы	1	0700
02. Выход алгоритма (результат)	0	0701
03 Отсчет тайм-аута установки значения , сек	1,3	0702

Рисунок 11 - Пример контроля CAN сигнализации после логической матрицы в ПО ModuleConfigurator

На рисунке 12 показан пример контроля CAN сигнализации на логических входах/выходах CPU в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
00. Настраиваемый бит выхода 1 микроконтро...	<input type="checkbox"/>	0016
01. Настраиваемый бит выхода 2 микроконтро...	<input type="checkbox"/>	0016
02. Состояние доп. входа 1 микроконтроллера	<input type="checkbox"/>	0016
03. Состояние доп. входа 2 микроконтроллера	<input type="checkbox"/>	0016
04. Состояние выхода 1 сигнализации CAN	<input checked="" type="checkbox"/>	0016
05. Состояние выхода 2 сигнализации CAN	<input type="checkbox"/>	0016
06. Состояние выхода 3 сигнализации CAN	<input type="checkbox"/>	0016

Рисунок 12 - Пример контроля CAN сигнализации на логических входах/выходах CPU в ПО ModuleConfigurator

### 2.5.3.7 Назначение на логический выход

Назначить на логический выход результат логики сигнализации по CAN интерфейсу можно в разделе «02.02.01 Микроконтроллер» ПО ModuleConfigurator. Для требуемого сигнала указать логический выход и если необходимо, сигнальные светодиоды.

Все сигналы, назначенные на логический выход модуля МК71, объединяются по схеме «ИЛИ». На логические выходы микроконтроллера действует блокировка логической сигнализации.

На рисунке 13 показан пример назначения CAN сигнализации на логический выход в ПО ModuleConfigurator.

Название	Значение	Адрес
00. Настраиваемый бит выхода 1 микроконтро...	-;	0E07
01. Настраиваемый бит выхода 2 микроконтро...	-;	0E08
02. Состояние доп. входа 1 микроконтроллера	-;	0E09
03. Состояние доп. входа 2 микроконтроллера	-;	0E0A
04. Состояние выхода 1 сигнализации CAN	<input type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm -- ▾	0E0B
05. Состояние выхода 2 сигнализации CAN	-;	0E0C
06. Состояние выхода 3 сигнализации CAN	-;	0E0D

Рисунок 13 - Пример назначения CAN сигнализации на логический выход в ПО ModuleConfigurator

### 2.5.4 Логическая сигнализация, настраиваемая логической формулой

Один логический сигнал (бит 7 outF1 регистра CPU\_InOutput) может настраиваться в аналитическом виде с помощью логической последовательности. В логических операциях используются булевы функции над флагами состояния модуля. Максимальное количество операций 32. Логические операции выполняются последовательно с нулевой до команды «END» или до последней команды.

Структура команды логических правил приведена в таблице 50. Для настройки и редактирования логических правил в ПО ModuleConfigurator предусмотрено специальное средство, позволяющее в удобном и упрощенном виде формировать логические правила.

Логические операции используемые в программе для формирования логических правил:

- " | " - логическая операция «ИЛИ»;
- " ^ " - логическая операция «исключающее ИЛИ»;
- " & " - логическая операция «И»;
- " ! " - логическая операция «НЕ».

Приоритеты выполнения логических операций (сверху в низ по порядку):

- 1) " ! " - логическая операция «НЕ»;
- 2) " & " - логическая операция «И»;
- 3) " | " и " ^ " равнозначны, логическая операция «ИЛИ», логическая операция «исключающее ИЛИ»;
- 4) " -> " - запись результатов вычислений .

На рисунке 14 показан пример настройки логической последовательности в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
Операция 00	Операция: 0x01 GET ▾ Регистр: 0x05 - CPLD IN-A2 ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C00
Операция 01	Операция: 0x06 AND ▾ Регистр: 0x05 - CPLD IN-A2 ▾ Номер бита: 1 ▾	0x0C02
Операция 02	Операция: 0x06 AND ▾ Регистр: 0x05 - CPLD IN-A2 ▾ Номер бита: 2 ▾	0x0C04
Операция 03	Операция: 0x06 AND ▾ Регистр: 0x05 - CPLD IN-A2 ▾ Номер бита: 3 ▾	0x0C06
Операция 04	Операция: 0x06 AND ▾ Регистр: 0x05 - CPLD IN-A2 ▾ Номер бита: 4 ▾	0x0C08
Операция 05	Операция: 0x06 AND ▾ Регистр: 0x05 - CPLD IN-A2 ▾ Номер бита: 5 ▾	0x0C0A
Операция 06	Операция: 0x06 AND ▾ Регистр: 0x05 - CPLD IN-A2 ▾ Номер бита: 6 ▾	0x0C0C
Операция 07	Операция: 0x06 AND ▾ Регистр: 0x05 - CPLD IN-A2 ▾ Номер бита: 7 ▾	0x0C0E
Операция 08	Операция: 0x06 AND ▾ Регистр: 0x09 - CPLD IN-C2 ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C10
Операция 09	Операция: 0x1F END ▾ Регистр: 0x00 - Не указан ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C12
Операция 10	Операция: 0x00 NOP ▾ Регистр: 0x00 - Не указан ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C14
Операция 11	Операция: 0x00 NOP ▾ Регистр: 0x00 - Не указан ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C16
Операция 12	Операция: 0x00 NOP ▾ Регистр: 0x00 - Не указан ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C18
Операция 13	Операция: 0x00 NOP ▾ Регистр: 0x00 - Не указан ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C1A
Операция 14	Операция: 0x00 NOP ▾ Регистр: 0x00 - Не указан ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C1C
Операция 15	Операция: 0x00 NOP ▾ Регистр: 0x00 - Не указан ▾ Номер бита: 0 ▾	0x0C1E

Рисунок 14 - Пример настройки логической последовательности в ПО ModuleConfigurator

Результат выполнения логической последовательности должен быть передан на физический выход в настройках логической сигнализации.

На рисунке 15 показан пример назначения логической формулы на логический выход №1 в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
00. Настраиваемый бит выхода 1 микроконтроллера	<input type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm -- ▾	0x0E07
01. Настраиваемый бит выхода 2 микроконтроллера	<input type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm -- ▾	0x0E08
02. Состояние доп. входа 1 микроконтроллера	<input type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm -- ▾	0x0E09
03. Состояние доп. входа 2 микроконтроллера	<input type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm -- ▾	0x0E0A
04. Состояние выхода 1 сигнализации CAN	<input type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm -- ▾	0x0E0B
05. Состояние выхода 2 сигнализации CAN	<input type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm -- ▾	0x0E0C
06. Состояние выхода 3 сигнализации CAN	<input type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm -- ▾	0x0E0D
07. Состояние выхода 1 логической формулы	<input checked="" type="radio"/> War <input type="radio"/> Alarm 1 ▾	0x0E0E

Рисунок 15 - Пример назначения логической формулы на логический выход №1 в ПО ModuleConfigurator

## 2.6 Генерация тестового сигнала

Модуль МК71 имеет один выход тестового сигнала. Источником тестового сигнала может быть:

- Выход ПЛИС, меандр частотой 61 Гц;
- ШИМ (широтно-импульсный модулированный) выход микроконтроллера, позволяющий генерировать тестовые сигналы различной формы и частоты.

Тестовый сигнал может использоваться для проверки работоспособности модулей контроля, измеряющих переменный сигнал. Допустимый диапазон напряжений тестового сигнала от 0 до +5 В, что необходимо учитывать при регулировке.

Выбор источника тестового сигнала осуществляется с помощью перемычек X5, X7 на плате МК71. С помощью резисторов R251 и R252 возможно установить уровень постоянной составляющей и размах тестового сигнала (смотрите приложение А).

Тестовый сигнал, генерируемый ПЛИС, продолжает формироваться даже, если ПЛИС модуля находится в состоянии сброса.

### 2.6.1 ШИМ выход микроконтроллера (сервисная функция)

С помощью ШИМ выхода микроконтроллера может генерироваться тестовый сигнал различной формы и частоты. Тестовый сигнал формируется с помощью 8-разрядного ШИМ модуля (максимальное число выборок 128) и аналогового ФНЧ (фильтра низких частот) с частотой среза 1,5 кГц.

Для настройки тестового сигнала, формируемого микроконтроллером, необходимо:

- рассчитать необходимое количество 8-разрядных выборок для ШИМ модуля (буфер `PWM_Buffer`);
- указать число выборок для генерации тестового сигнала (параметр `PWM_Size`);
- определить период выборок (параметр `PWM_Period`), минимальный период выборки 50 мкс.

По количеству выборок и периоду выборок можно определить частоту генерируемого сигнала.

Если число выборок менее 1 или частота выборок менее 50 мкс, тестовый сигнал не генерируется (устанавливается флаг `PWM_Off`). При инициализации модуля тестовый сигнал ШИМ не генерируется.

После «Холодного старта» модуля ШИМ настраивается для генерации гармонического тестового сигнала 50 Гц.

Установка постоянной составляющей и размаха может устанавливаться двумя вариантами:

- постоянная составляющая и размах заложены в коде ШИМ выборок (X5 в положении 1-2);
- постоянная составляющая и размах устанавливаются с помощью резисторов R251, R252 (X5 в положении 2-3).

### 3 Логика защитного отключения

Логика защитного отключения реализована на ПЛИС, которая не зависит от состояния и режима работы микроконтроллера. Конкретная реализация логической схемы устанавливается с помощью восьми микропереключателей, расположенных на плате модуля.

Модуль МК71 оптимизирован для построения логических цепочек длиной 8 и 16 узлов (измерительных модулей контроля, формирующих логические сигналы). Допускается каскадирование модулей МК71 для удлинения логических цепочек защитного отключения.

#### 3.1 Группировка логических входов/выходов

Все логические входы/выходы объединяются в группы, позволяющие упростить описание и применение модуля МК71 для построения логики защитного отключения оборудования.

Таблица 11 - Группы логических входов и выходы ИЛИ по группам

Сигнализация	Обозначение входов	Номера контактов
Вертикальная составляющая (группа L1A)	L1A-1, L1A-2, L1A-3, L1A-4 L1A-5, L1A-6, L1A-7, L1A-8	A8, A10, A12, A14, A16, A18, A20, A22
Выход 'ИЛИ' по группе L1A		OUT-L1A A24
Поперечная составляющая (группа L1B)	L1B-1, L1B-2, L1B-3, L1B-4 L1B-5, L1B-6, L1B-7, L1B-8	B7, B9, B11, B13, B15, B17, B19, B21
Выход 'ИЛИ' по группе L1B		OUT-L1B B23
Осевая составляющая (группа L1C)	L1C-1, L1C-2, L1C-3, L1C-4 L1C-5, L1C-6, L1C-7, L1C-8	C8, C10, C12, C14, C16, C18, C20, C22
Выход 'ИЛИ' по группе L1C		OUT-L1C C24
Вертикальная составляющая (группа L2A)	L2A-1, L2A-2, L2A-3, L2A-4 L2A-5, L2A-6, L2A-7, L2A-8	A7, A9, A11, A13, A15, A17, A19, A21
Выход 'ИЛИ' по группе L2A		OUT-L2A A23
Поперечная составляющая (группа L2B)	L2B-1, L2B-2, L2B-3, L2B-4 L2B-5, L2B-6, L2B-7, L2B-8	B8, B10, B12, B14, B16, B18, B20, B22
Выход 'ИЛИ' по группе L2B		OUT-L2B B24
Осевая составляющая (группа L2C)	L2C-1, L2C-2, L2C-3, L2C-4 L2C-5, L2C-6, L2C-7, L2C-8	C7, C9, C11, C13, C16, C17, C19, C21
Выход 'ИЛИ' по группе L2C		OUT-L2C C23

Как пример, на логические входы групп L1A, L1B, L1C могут быть поданы сигналы превышения уставки опасного уровня вибрации (11,2 мм/с), а на логические входы групп L2A, L2B, L2C — сигналы превышения уставки предупредительного уровня (7,1 мм/с).

Таблица 12 - Управляющие сигналы, дополнительные входы/выходы, основной выход защитного отключения

Сигнализация	Обозначение входов	Номера контактов
Дополнительный вход ПЛИС 1	L-ADD1	C4
Дополнительный выход ПЛИС 1		OUT-ADD1 C26
Дополнительный вход ПЛИС 2	L-ADD2	C3
Дополнительный выход ПЛИС 2		OUT-ADD2 C25
Блокировка логики защитного отключения	L-ENA	B2
Сброс логики защиты	L-RES	A4
Основной выход защиты		OUT-PR A26

### 3.2 Назначение микропереключателей

С помощью микропереключателей устанавливается:

- режим работы логики защитного отключения;
- взаимодействие между входными логическими группами;
- логика защитного отключения;
- время валидации входных сигналов для логики защитного отключения по скачку значения параметров;
- время задержки срабатывания выходов защитного отключения.

Таблица 13 - Режим работы модуля (переключатель S3)

S3	Описание
OFF	Защита от опасного уровня вибрации
ON	Защита от скачка уровня вибрации

Таблица 14 - Взаимодействие между группами входов (переключатели S1, S2)

Режим	S1	S2	Описание
0	OFF	OFF	Все группы (6 групп по 8 входов) работают самостоятельно
1	OFF	ON	Входы объединены в 3 самостоятельных блока Блок 1 – группы L1A, L2A (вертикальная составляющая) Блок 2 – группы L1B, L2B (поперечная составляющая) Блок 3 – группы L1C, L2C (осевая составляющая)
2	ON	OFF	Входы объединены в 2 самостоятельных блока Блок 1 – группы L1A, L2A (вертикальная составляющая), группы L1B, L2B (поперечная составляющая) Блок 2 – группы L1C, L2C (осевая составляющая)
3	ON	ON	Все группы входов работают, взаимодействуя друг с другом

Таблица 15 - Задержка срабатывания выходов OUT\_PR, OUT\_ADD1, OUT\_ADD2 (переключатели S7, S8)

S7	S8	Описание
OFF	OFF	Задержка 0 секунд
OFF	ON	Задержка 1 секунда
ON	OFF	Задержка 2 секунды
ON	ON	Задержка 3 секунды

Микропереключатели S4, S5, S6 определяют конкретную реализацию логики защитного отключения для различных видов взаимодействия между входными группами и режимами защиты.

### 3.3 Защита от опасного уровня вибрации

В режиме защиты от опасного уровня вибрации переключатель S3 должен находиться в положении OFF. Для не реализованных логических схем на выходе OUT-PR неактивное состояние.

#### 3.3.1 Режим взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF)

Данный режим работы может использоваться для контроля опасного уровня вибрации (11,2 мм/с) на соседних опорах подшипников. Логика работы определяется переключателями S4, S5. Микропереключатель S6 определяет режим работы дополнительных выходов.

Таблица 16 - Логика защиты для режима взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF)

S4	S5	Описание
OFF	OFF	<p>Все 8 сигналов каждой группы собираются в последовательную цепочку логики 'И'.</p> <p><b>S6 = OFF</b> Выходные сигнал групп объединяется по 'ИЛИ' и передается на выход защиты OUT-PR (рисунок 16). OUT_ADD1, OUT_ADD2 - работает в обычном режиме.</p> <p><b>S6 = ON</b> Выходные сигнал одноименных групп объединяется по 'ИЛИ' и передается на выход защиты OUT-PR, OUT_ADD1, OUT_ADD2 соответственно</p>
OFF	ON	<p>Сигналы одноименных групп (L1A-L2A; L1B-L2B; L1C-L2C) объединяются в последовательные цепочки 'И' из 16 входов.</p> <p><b>S6 = OFF</b> Выходные сигнал групп объединяется по 'ИЛИ' и передается на выход защиты OUT-PR. OUT_ADD1, OUT_ADD2 - работает в обычном режиме.</p> <p><b>S6 = ON</b> Выходные сигнал одноименных групп объединяется по 'ИЛИ' и передается на выход защиты OUT-PR, OUT_ADD1, OUT_ADD2 соответственно (рисунок 17)</p>
ON	OFF	<p>Группы L1A-L2A предназначены для аварийных уставок (16 входов), группы L1B-L2B предназначены для предупредительных уставок. На выходе OUT-PR активный уровень сигнала при двух любых сигналах предупредительной уставки и хотя-бы одной аварийной уставки.</p> <p><b>S6 = OFF</b> OUT_ADD1, OUT_ADD2 - работает в обычном режиме.</p> <p><b>S6 = ON</b> (рисунок 18) OUT_ADD1 - Сигналы групп L1C-L2C объединяются в последовательные цепочки 'И' из 16 входов. OUT_ADD2 – Сигналы дополнительных входов объединяются по схеме 'ИЛИ'</p>
ON	ON	<p><b>Изменение для версии кода CPLD 1.1 (от 23.04.2009) и выше.</b></p> <p>Группы L1A, L1B, L1C предназначены для аварийных уставок (вертикальной, поперечной и осевой составляющей соответственно). На выходе OUT-PR активный уровень сигнала при двух любых сигналах (вертикальной, поперечной осевой) аварийной уставки одной опоры или двух одинаковых составляющих соседних опор.</p> <p>На входы групп L2A, L2B, L2C могут быть поданы логические сигналы предупредительной уставки для вертикальной, поперечной и осевой составляющих соответственно. Сигнализация по предупредительным уставкам в логике защиты не участвует.</p> <p><b>S6 = OFF</b> OUT_ADD1, OUT_ADD2 - работают в обычном режиме.</p> <p><b>S6 = ON</b> OUT_ADD1, OUT_ADD2 - всегда в неактивном состоянии</p>

На рисунках 16 - 18 показаны логические схемы.

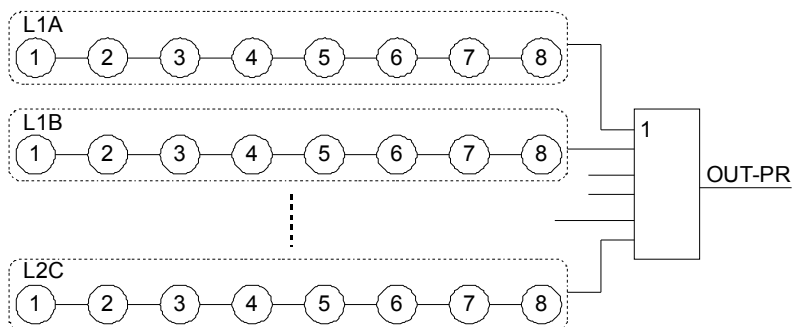


Рисунок 16 - Логическая схема (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF, S4=OFF, S5=OFF, S6=OFF)

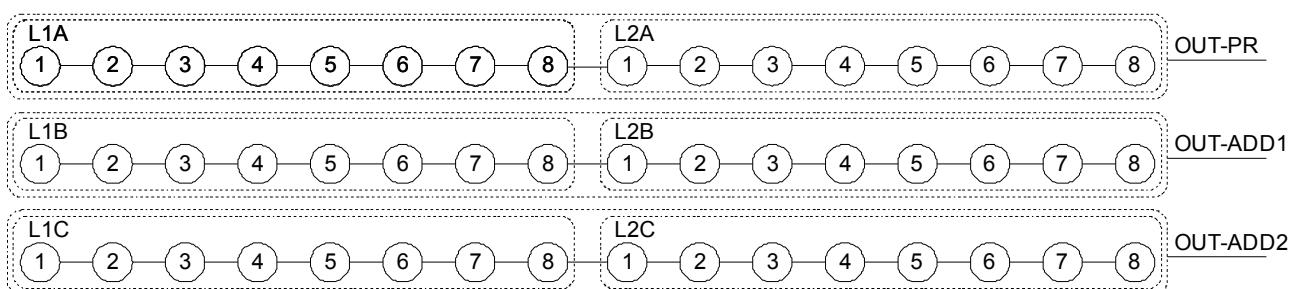


Рисунок 17 - Логическая схема (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF, S4=OFF, S5=ON, S6=ON)

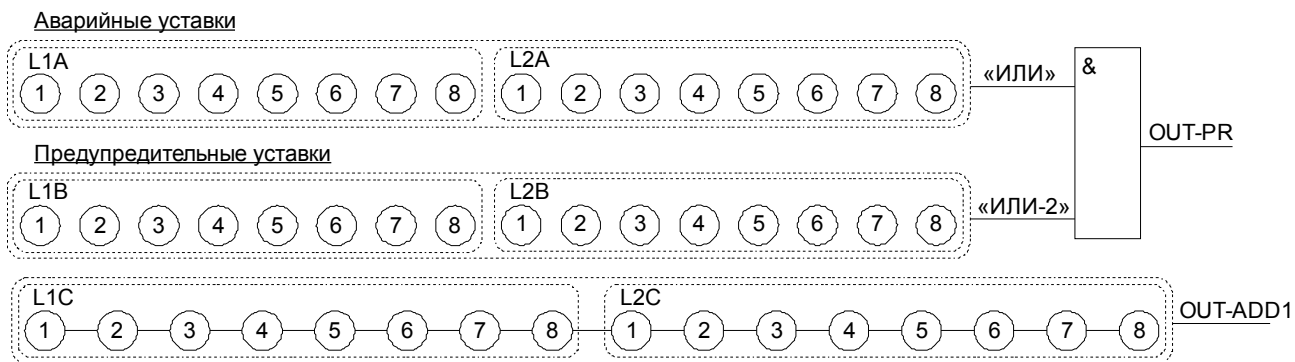


Рисунок 18 - Логическая схема (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF, S4=ON, S5=OFF, S6=ON)



**3.3.2 Режим взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF)**

Входные группы объединяются в 3 блока:

Таблица 17 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF)

Блок	Назначение	Задействованные входы	Выход защиты
A	Вертикальная составляющая	L1A-1:L1A-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2A-1:L2A-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	определяется S6
B	Поперечная составляющая	L1B-1:L1B-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2B-1:L2B-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	
C	Осевая составляющая	L1C-1:L1C-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2C-1:L2C-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	

Переключатель S6 определяет использование дополнительных выходов (если не указано другое).

Таблица 18 - Положения переключателя S6 для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF)

S6	Описание
OFF	Вся сигнализация по блокам объединяется по «ИЛИ» на выходе OUT-PR Дополнительные входы L-ADD1, L-ADD2 и выходы OUT-ADD1, OUT-ADD2 работают в обычном режиме.
ON	Блок А на выход OUT-PR Блок В на выход OUT-ADD1 Блок С на выход OUT-ADD2 Дополнительные выходы OUT-ADD1, OUT-ADD2 работают в алгоритме защиты. Дополнительные входы могут использоваться для передачи логических сигналов в АСКВ (автоматизированную систему контроля вибрации)

Таблица 19 - Логика защиты для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF)

S4	S5	Описание
OFF	OFF	В логике защиты участвуют только сигнализация аварийной уставки, выполняя защиту по опасному уровню вибрации на соседних опорах. (рисунок 19) Подключение сигнализаций предупредительных уставок может использоваться для передачи в АСКВ состояния соответствующих логических выходов модулей контроля
OFF	ON	Сигнализация защиты по блоку срабатывает при условии активного состояния двух сигналов предупредительной сигнализации (7,1 мм/с) и одного сигнала аварийной сигнализации (11,2 мм/с) (рисунок 20)
ON	OFF	Сигнализация защиты по блоку срабатывает при наличии аварийной сигнализации (11,2 мм/с) и на соседней опоре предупредительной уставки (7,1 мм/с) (рисунок 21)
ON	ON	<b>Изменение для версии кода CPLD 1.1 (от 23.04.2009) и выше.</b> В логике защиты участвуют только сигнализация аварийной уставки. Сигнализация защиты по блоку срабатывает при условии активного состояния аварийной сигнализации любой составляющей (вертикальной поперечной) вибрации опоры и активного состояния аварийной сигнализации любой составляющей (вертикальной поперечной) вибрации соседней опоры. Сигнализация защиты по блоку срабатывает при условии активного состояния аварийной сигнализации осевой составляющей вибрации опоры и активного состояния аварийной сигнализации осевой составляющей вибрации соседней опоры. Подключение сигнализаций предупредительных уставок может использоваться для передачи в АСКВ состояния соответствующих логических выходов модулей контроля. <b>S6 = OFF</b> OUT-PR – сигнализация по вертикальной, поперечной или осевой составляющей. OUT_ADD1, OUT_ADD2 – работают в обычном режиме. <b>S6 = ON</b> OUT-PR – сигнализация по вертикальной и поперечной составляющей. OUT_ADD1 – сигнализация по осевой составляющей. OUT_ADD2 – всегда в неактивном состоянии

На рисунках 19 - 21 показаны логические схемы.



Рисунок 19 - Логическая схема (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF, S4=OFF, S5=OFF, S6=ON)

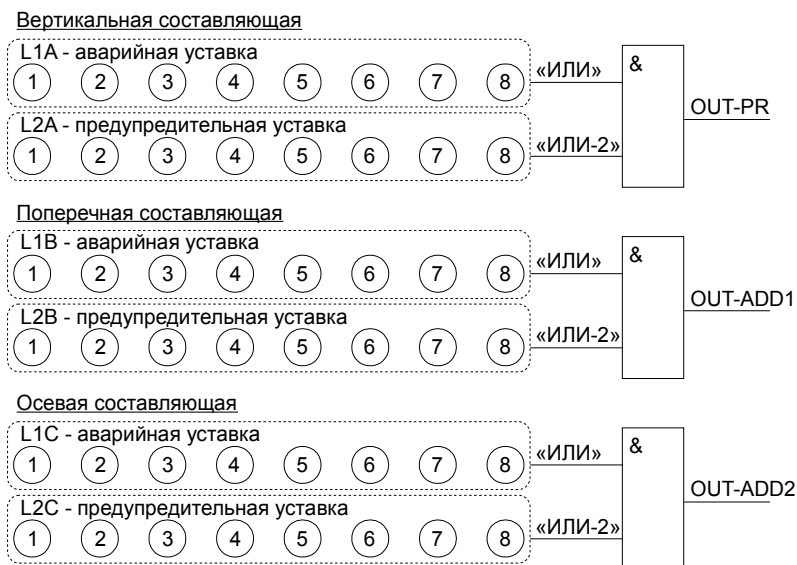


Рисунок 20 - Логическая схема (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF, S4=OFF, S5=ON, S6=ON)

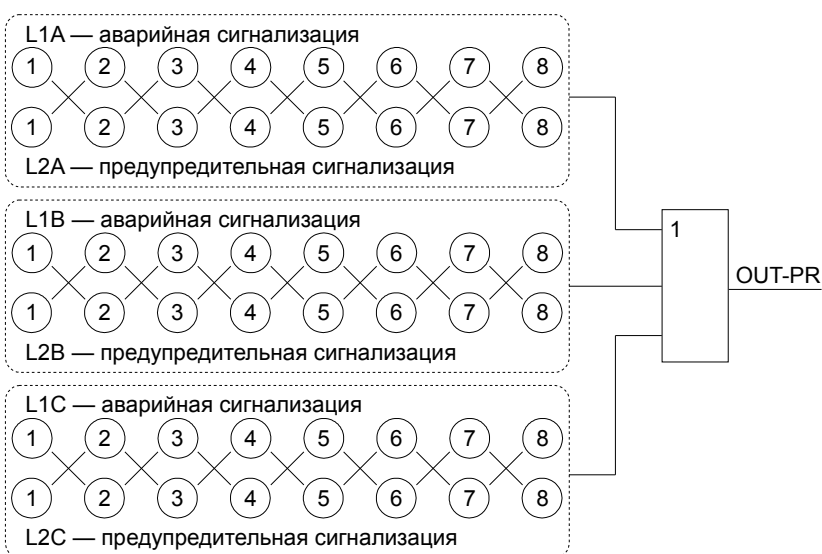


Рисунок 21 - Логическая схема (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF, S4=ON, S5=OFF, S6=OFF)

**3.3.3 Режим взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=OFF)**

Входные группы объединяются в два блока вертикальная + поперечная составляющие, осевая составляющая.

Таблица 20 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=OFF)

Блок	Назначение	Задействованные входы	Выход защиты
А	Вертикальная составляющая	L1A-1:L1A-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2A-1:L2A-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	OUT-PR
	Поперечная составляющая	L1B-1:L1B-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2B-1:L2B-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	
С	Осевая составляющая	L1C-1:L1C-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2C-1:L2C-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	определяется S6

Назначение выхода сигнализации для осевой составляющей.

Таблица 21 - Положения переключателя S6 для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=OFF)

S6	Описание
OFF	Сигнализация осевой составляющей объединяется по 'ИЛИ' с сигнализацией вертикальной и поперечной составляющей и передается на выход OUT-PR
ON	Сигнализация осевой составляющей передается на выход OUT-ADD1. Дополнительные сигналы L-ADD1, L-ADD2 объединяются по схеме 'ИЛИ' и передаются на дополнительный выход OUT-ADD2.

Таблица 22 - Логика защиты для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=OFF)

S4	S5	Описание
OFF	OFF	Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной) 7,1 мм/с.  Повышение вибрации осевой составляющей вибрации любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника осевой составляющей 7,1 мм/с
OFF	ON	Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной) 7,1 мм/с.  Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине другой составляющей (вертикальной, поперечной) этого же подшипника выше 7,1 мм/с.  Повышение вибрации осевой составляющей вибрации любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника осевой составляющей 7,1 мм/с
ON		На входы групп L2A, L2B, L2C подаются соответствующие аварийные уставки (11,2 мм/с). Длина логической цепочки увеличивается до 16 входов.
ON		При S5 = OFF и S5 = ON (любое положение) 1 Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной) 11,2 мм/с. 2 Повышение вибрации осевой составляющей вибрации любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника осевой составляющей 11,2 мм/с.  Только при S5 = ON 3 Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине другой составляющей (вертикальной, поперечной) этого же подшипника выше 11,2 мм/с

**3.3.4 Режим взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=OFF)**

Входные группы объединяются в один блок вертикальная + поперечная + осевая составляющие.

Таблица 23 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=OFF)

Блок	Назначение	Задействованные входы	Выход защиты
А	Вертикальная составляющая	L1A-1:L1A-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2A-1:L2A-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	OUT-PR
	Поперечная составляющая	L1B-1:L1B-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2B-1:L2B-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	
	Осевая составляющая	L1C-1:L1C-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2C-1:L2C-8 — предупр. Уставка (7,1 мм/с)	

Дополнительные входы L-ADD1, L-ADD2 и выходы OUT-ADD1, OUT-ADD2 работают в обычном режиме (повторение логических сигналов со входов на выход).

Таблица 24 - Логика защиты для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=OFF)

S4	S5	S6	Описание
OFF	OFF	OFF	Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) 7,1 мм/с
OFF	ON	OFF	Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) 7,1 мм/с.  Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине другой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) этого же подшипника выше 7,1 мм/с
ON	OFF	OFF	На входы групп L2A, L2B, L2C подаются соответствующие аварийные уставки (11,2 мм/с). Длина логической цепочки увеличивается для 16 входов.  Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) 11,2 мм/с
ON	ON	OFF	На входы групп L2A, L2B, L2C подаются соответствующие аварийные уставки (11,2 мм/с). Длина логической цепочки увеличивается для 16 входов.  Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) 11,2 мм/с.  Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине другой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) этого же подшипника выше 11,2 мм/с
OFF	OFF	ON	<b>Изменение для версии кода CPLD 1.2 (от 16.04.2010) и выше.</b> Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) 11,2 мм/с.  Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине другой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) этого же подшипника выше 7,1 мм/с

### 3.4 Защита от скачка уровня вибрации

Данный режим предназначен для реализации логики защиты по скачку вибрации совместно с модулями контроля аппаратуры «Вибробит 300». Переключатель S3 должен находиться в положении ON.

Переключателем S4 определяется время достоверности появившегося логического сигнала.

Таблица 25 - Положения переключателя S4

S4	Время достоверности входного сигнала
OFF	4 секунды
ON	8 секунд

Для последующего участия логического сигнала в логике защиты по скачку, соответствующий сигнал должен быть в неактивном состоянии (квитирование сигнала скачка) не менее времени, установленного S4.

Конкретная реализация логики защитного отключения по скачку вибрации определяется переключателями S5, S6.

#### 3.4.1 Режим взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=ON)

Совмещенный режим работы логики защиты:

- контроль опасного уровня вибрации
- контроль скачка уровня вибрации

Таблица 26 - Назначение входов для режима взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=ON)

Назначение	Задействованные входы
Вертикальная составляющая	L1A-1:L1A-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2A-1:L2A-8 — скачок уровня вибрации
Поперечная составляющая	L1B-1:L1B-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2B-1:L2B-8 — скачок уровня вибрации
Осевая составляющая	L1C-1:L1C-8 — аварийная уставка (11,2 мм/с) L2C-1:L2C-8 — скачок уровня вибрации

Таблица 27 - Логика защиты для режима взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=ON)

S5	S6	Описание	Выход защиты
OFF	OFF	<b>Защита по опасному уровню вибрации</b> 1 Опасный уровень вибрации на двух смежных опорах любых составляющих (вертикальной, поперечной)	OUT-PR
		<b>Защита по опасному уровню вибрации</b> 1 Опасный уровень вибрации на двух смежных опорах осевой составляющей	OUT-ADD2
		<b>Защита по скачку вибрации</b> 1 Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной) двух смежных опор подшипников. 2 Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации осевой составляющей двух смежных опор подшипников	OUT-ADD1
OFF	ON	<b>Защита по опасному уровню вибрации</b> 1 Опасный уровень вибрации на двух смежных опорах любых составляющих (вертикальной, поперечной). 2 Опасный уровень вибрации двух составляющих (вертикальной, поперечной) на одной опоре	OUT-PR
		<b>Защита по опасному уровню вибрации</b> 1 Опасный уровень вибрации на двух смежных опорах осевой составляющей	OUT-ADD2
		<b>Защита по скачку вибрации</b> 1 Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной) двух смежных опор подшипников. 2 Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации двух составляющих (вертикальной, поперечной) одной опоры. 3 Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации осевой составляющей двух смежных опор подшипников	OUT-ADD1

Продолжение таблицы 27

S5	S6	Описание	Выход защиты
ON	OFF	<b>Защита по опасному уровню вибрации</b> 1 Опасный уровень вибрации на двух смежных опорах любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой)	OUT-PR
		<b>Защита по скачку вибрации</b> 1 Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) двух смежных опор подшипников	OUT-ADD1
ON	ON	<b>Защита по опасному уровню вибрации</b> 1 Опасный уровень вибрации на двух смежных опорах любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой). 2 Опасный уровень вибрации двух любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) на одной опоре	OUT-PR
		<b>Защита по скачку вибрации</b> 1 Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) двух смежных опор подшипников. 2 Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации двух любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) одной опоры	OUT-ADD1

Если OUT\_ADD2 не используется в алгоритме защиты, то сигналы L-ADD1, L-ADD2 объединяются по схеме 'ИЛИ' и передаются на дополнительный выход OUT-ADD2.

### 3.4.2 Режим взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=ON)

При S5 = OFF входные группы разделяются следующим образом (последовательные цепочки 'И' из 8 входов)

Таблица 28 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=ON) при S5 = OFF

Блок	Назначение	Задействованные входы	Выход защиты
A	Скачок общего уровня вибрации Вертикальная составляющая Поперечная составляющая Осевая составляющая	L1A-1:L1A-8 L1B-1:L1B-8 L1C-1:L1C-8	определяется S6
B	Скачок 1-й оборотной вибрации (виброперемещение) Вертикальная составляющая Поперечная составляющая Осевая составляющая	L2A-1:L2A-8 L2B-1:L2B-8 L2C-1:L2C-8	

При S5 = ON входные группы разделяются следующим образом (последовательные цепочки 'И' из 16 входов)

Таблица 29 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=ON) при S5 = ON

Блок	Назначение	Задействованные входы	Выход защиты
A	Вертикальная составляющая	L1A-1:L1A-8 - L2A-1:L2A-8 — скачок вибрации	определяется S6
B	Поперечная составляющая	L1B-1:L1B-8 - L2B-1:L2B-8 — скачок вибрации	
C	Осевая составляющая	L1C-1:L1C-8 - L2C-1:L2C-8 — скачок вибрации	

Таблица 30 - Логика защиты для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=ON)

S6	Описание
OFF	Сигнализация скачка всех составляющей объединяется по 'ИЛИ' и передается на выход OUT-PR Дополнительные входы L-ADD1, L-ADD2 и выходы OUT-ADD1, OUT-ADD2 работают в обычном режиме (задержка логического сигнала на время установленное переключателями S7, S8).
ON	<p><b>При S5 = OFF</b></p> <p>OUT-PR - выход сигнализации скачка общего уровня вибрации OUT-ADD1 - выход сигнализации скачка общего уровня вибрации Сигналы L-ADD1, L-ADD2 объединяются по схеме 'ИЛИ' и передаются на дополнительный выход OUT-ADD2.</p> <p><b>При S5 = ON</b></p> <p>OUT-PR - выход сигнализации скачка вертикальной составляющей вибрации OUT- ADD1 - выход сигнализации скачка поперечной составляющей вибрации OUT- ADD2 - выход сигнализации скачка осевой составляющей вибрации</p>

### 3.4.3 Режим взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=ON)

При S5 = OFF входные группы разделяются следующим образом

Таблица 31 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=ON) при S5 = OFF

Блок	Назначение	Задействованные входы	Выход защиты
A	Скачок общего уровня вибрации Вертикальная составляющая Поперечная составляющая	L1A-1:L1A-8 L1B-1:L1B-8	OUT-PR
B	Скачок 1-й оборотной вибрации (виброперемещения) Вертикальная составляющая Поперечная составляющая	L2A-1:L2A-8 L2B-1:L2B-8	OUT-ADD1
C	Осевая составляющая Скачок общего уровня вибрации Скачок 1-й оборотной вибрации (виброперемещения)	L1C-1:L1C-8 L2C-1:L2C-8	OUT-ADD2

При S5 = ON входные группы разделяются следующим образом

Таблица 32 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=ON) при S5 = ON

Блок	Назначение	Задействованные входы	Выход защиты
A	Скачок общего уровня вибрации Вертикальная составляющая Поперечная составляющая	L1A-1:L1A-8 - L2A-1:L2A-8 L1B-1:L1B-8 - L2B-1:L2B-8	OUT-PR
B	Скачок общего уровня вибрации Осевая составляющая	L1C-1:L1C-8 - L2C-1:L2C-8	OUT-ADD1

Сигналы L-ADD1, L-ADD2 объединяются по схеме «ИЛИ» и передаются на дополнительный выход OUT-ADD2.

Таблица 33 - Логика защиты для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=ON)

S6	Описание
OFF	<p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной) двух смежных опор подшипников.</p> <p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации осевой составляющей двух смежных опор подшипников.</p>
ON	<p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной) двух смежных опор подшипников.</p> <p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации двух любых составляющих (вертикальной, поперечной) одной опоры.</p> <p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации осевой составляющей двух смежных опор подшипников.</p>

### 3.4.4 Режим взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=ON)

Входные группы объединяются в 2 блока (при S5 = OFF).

Таблица 34 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=ON) при S5 = OFF

Блок	Назначение	Задействованные входы по составляющим	Выход защиты
A	Общий уровень	L1A-1:L1A-8 — вертикальная составляющая L1B-1:L1B-8 — поперечная составляющая L1C-1:L1C-8 — осевая составляющая	OUT-PR
B	1-я обратная (виброперемещение)	L2A-1:L2A-8 — вертикальная составляющая L2B-1:L2B-8 — поперечная составляющая L2C-1:L2C-8 — осевая составляющая	OUT-ADD1

Входные группы объединяются в 1 блок по 16 входов для каждой составляющей (при S5 = ON).

Таблица 35 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=ON) при S5 = ON

Блок	Назначение	Задействованные входы по составляющим	Выход защиты
A	Общий уровень	L1A:L2A — вертикальная составляющая L1B:L2B — поперечная составляющая L1C:L2C — осевая составляющая	OUT-PR

Переключатель S6 определяет выполнение защиты при одновременном необратимом изменении уровня вибрации (скачок) по двум любым составляющим (вертикальной, поперечной, осевой) одной опоры.

Таблица 36 - Логика защиты для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=ON)

S6	Описание
OFF	Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) двух смежных опор подшипников.
ON	Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) двух смежных опор подшипников.  Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации двух любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) одной опоры.



## 4 Цифровые интерфейсы управления

Модуль МК71 поддерживает четыре независимых интерфейса управления :

- два интерфейса RS485 с частичной реализацией протокола ModbusRTU;
- интерфейс CAN2.0B (обмен осуществляется только расширенными сообщениями);
- ведомый интерфейс I2C для настройки параметров работы модуля.

Все интерфейсы могут работать одновременно, не мешая работе друг другу. Источник питания, микросхемы драйверов RS485 и CAN2.0B интерфейсов, диагностический интерфейс **не имеют гальванической развязки**. Модуль МК71 с гальванической развязкой интерфейсов связи и питания изготавливается по дополнительному согласованию.

### 4.1 Интерфейс RS485

Для работы по интерфейсу RS485 предусмотрена микросхема полудуплексного драйвера шины RS485. Обмен данными по интерфейсу RS485 выполняется согласно протоколу ModBus RTU с возможностью выбора скорости обмена из нескольких стандартных скоростей и адреса модуля на шине.

#### 4.1.1 Настройка параметров работы модуля по протоколу ModBus

Настройка модуля осуществляется записью значений в соответствующие регистры конфигурации при условии разрешения записи. При запрещении записи в регистры конфигурации возвращается сообщение с кодом ошибки NEGATIVE ACKNOWLEDGE.

Запись в регистры конфигурации осуществляется только командой протокола ModBus **Preset Multiple Regs**.

Управляющие команды модуля исполняются по команде протокола ModBus **Preset Single Registers**.

При приеме неправильной (некорректной) команды формируется сообщение об ошибке, если в запросе адрес совпал с адресом модуля и контрольная сумма правильная.

Формат сообщения об ошибке (5 байт):

- адрес устройства;
- код функции с установленным в '1' старшим битом;
- код ошибки;
- контрольная сумма, младший байт;
- контрольная сумма, старший байт.

Таблица 37 - Возможные коды ошибок протокола ModBus

Код	Обозначение	Описание	Примечания
0x01	ILLEGAL FUNCTION	Неверный код функции	
0x02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Недопустимый адрес регистра	
0x03	ILLEGAL DATA VALUE	Недопустимое записываемое значение	
0x07	NEGATIVE ACKNOWLEDGE	Команда не может быть выполнена	
0x09	ILLEGAL SIZE COMMAND	Код функции и длина принятого сообщения не соответствуют	Не стандартный код ModBus

#### 4.1.2 Вычисление контрольной суммы в сообщениях

Контрольная сумма CRC состоит из двух байт. Контрольная сумма CRC вычисляется передающим устройством и добавляется в конец каждого сообщения. Принимающее устройство вычисляет контрольную сумму в процессе приема и сравнивает с полем CRC принятого сообщения. Счетчик CRC предварительно инициализируется значением 0xFFFF. Только 8 бит данных используются для вычисления контрольной суммы (старт, стоп и биты паритета не используются в вычислении контрольной суммы).

#### 4.1.3 Особенности управления модулем МК71 по протоколу ModBus

Адресация регистров параметров работы и состояния модуля не выравнивается по 16-разрядным словам.

Максимальный объем записываемых/читаемых байт за одну транзакцию 64 байта.

**4.1.4 Поддерживаемые команды протокола ModBus**

Таблица 38 - Реализованные команды протокола ModBus в модуле МК70

Код	Название, описание	Запрос	Ответ	Примечание
0x03	<b>Read Holding Registers</b> Чтение регистров настройки	Адрес устройства Функция (0x03) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x03) Счетчик байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для чтения результатов измерений и параметров работы модуля
0x06	<b>Preset Single Registers</b> Запись в регистр	Адрес устройства Функция (0x06) Адрес, ст. байт Адрес, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x06) Адрес, ст. байт Адрес, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для записи в управляющие регистры (выполнение команд)
0x10	<b>Preset Multiple Regs</b> Запись в несколько регистров	Адрес устройства Функция (0x10) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт Счетчик байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x10) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт Счетчик байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для записи параметров работы в модуль
0x11	<b>Report Slave ID</b> Чтение идентификатора	Адрес устройства Функция (0x11) CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x11) Счетчик байт Идентификатор (0x0B) Индик. пуска (0xFF) Версия ПО, ст. байт Версия ПО, мл. байт Номер модуля, ст. байт Номер модуля, мл. байт Год выпуска, ст. байт Год выпуска, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	
0x08	<b>Diagnostics</b> Диагностические команды	Адрес устройства Функция (0x08) Подфункция, ст. байт Подфункция, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x08) Подфункция, ст. байт Подфункция, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Список поддерживаемых диагностических команд смотрите в таблице Таблица 39

Таблица 39 - Список поддерживаемых диагностических команд протокола ModBus

Код команды	Описание
0x0000	Эхо-ответ
0x0001	Сброс счетчиков протокола ModBus и выход из режима Listen Only
0x0004	Включить режим Listen Only
0x000A	Сброс счетчиков протокола ModBus
0x000B	Передать число принятых сообщений без ошибок
0x000C	Передать число принятых сообщений с ошибками контрольной суммы
0x000D	Передать число принятых сообщений с ошибками (исключая ошибки контрольной суммы)

## 4.2 Интерфейс CAN2.0B

Интерфейс CAN2.0B предоставляет возможность передачи данных о состоянии модуля МК71 на блоки индикации и модуль сбора статистики. Не предусмотрена возможность настройки модуля по интерфейсу CAN2.0B.

Интерфейс CAN2.0B может применяться для приема логических сигналов с модулей контроля для организации дополнительных логических схем (см. раздел 2.5.3).

CAN контроллер модуля работает в активном режиме, т.е. выдает dominant подтверждение принятых сообщений и может генерировать в шину CAN сообщения активного сброса (например, в случае неправильно указанной скорости обмена).

Все узлы на шине CAN должны иметь одинаковую скорость обмена. При увеличении скорости обмена физическая максимальная длина шины CAN уменьшается. Максимально допустимая длина шины CAN при скорости обмена 1000 кбит/с составляет 40 метров, а для скорости 40 кбит/с – 1000 метров.

Для работы CAN2.0B интерфейса необходимо настроить следующие параметры:

- разрешение работы интерфейса CAN2.0B (CanEnabled);
- скорость обмена (CanSpeed);
- адрес модуля (CanBasicAddress);
- периодичность отправки сообщений (CanBasicTime);
- разрешение отправки данных (BasicDataOut).

Данные состояния модуля МК71 отправляются с периодичностью CanBasicTime. Если текущее сообщение не может быть отправлено в течение 200 мс, то его отправка отменяется.

Модуль генерирует подтверждение нормальной передачи сообщений других модулей, подключенных к шине CAN2.0B.

Номер байта в сообщении							
0	1	2	3	4	5	6	7
Код	Состояние ПЛИС	Входы L1A-L2A		Входы L1B-L2B		Входы L1C-L2C	
0x20	CPLD_Status	Input_A		Input_B		Input_C	

Рисунок 22 - Формат сообщения состояния входов

Номер байта в сообщении							
0	1	2	3	4	5	6	7
Код	Версия ПЛИС	Входы L1A-L2A		Входы L1B-L2B		Входы L1C-L2C	
0x21	CPLD_Version	TimeValid_A		TimeValid_B		TimeValid_C	

Рисунок 23 - Формат сообщения активного состояния входов по времени

Номер байта в сообщении							
0	1	2	3	4	5	6	7
Код		Входы L1A-L2A		Входы L1B-L2B		Входы L1C-L2C	
0x22	0x00	Memory_A		Memory_B		Memory_C	

Рисунок 24 - Формат сообщения памяти состояния входов

Номер байта в сообщении							
0	1	2	3	4	5	6	7
Код		Выходы ПЛИС	Микроперекл.	Входы микроконтроллера	Выходы микроконтроллера		Статус модуля
0x23	0x00	CPLD_Output	CPLD_KeySetup	CPU_InOutput	LogicOutStatus		StatusSys

Рисунок 25 - Формат сообщения состояния модуля

### 4.3 Ведомый интерфейс I2C

Ведомый интерфейс I2C предназначен для контроля работы модуля и настройки параметров его работы. Разъем интерфейса I2C расположен на лицевой панели модуля МК71. Параметры ведомого интерфейса I2C предопределены, поэтому вне зависимости от текущего состояния модуля интерфейс I2C всегда доступен для управления модулем.

Настройка модуля может производиться с помощью прибора наладчика ПН31, либо с помощью персонального компьютера. Для настройки с помощью персонального компьютера, должно быть запущено программное обеспечение ModuleConfigurator, а модуль подключен к персональному компьютеру через модуль диагностического интерфейса MC01 USB (интерфейс ПК USB).

При настройке модуля с помощью MC01 USB на персональном компьютере должны быть установлены драйвера виртуального COM порта.

Модуль предусматривает возможность «горячего» подключения/отключения прибора наладчика и модуля диагностического интерфейса MC01 USB.

### 4.4 Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов)

#### 4.4.1 Интерфейсы связи

Таблица 40 - Список параметров интерфейса RS485 №1

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Разрешить работу интерфейсу 0 - Выключено 1 - Режим VibrobitRTU 2 - Режим ModbusRTU	RSEnabled	UChar (1)	0x0F00	0	
Разрешение изменения параметров работы модуля командам и по интерфейсу RS485 0 – запрещено 1 – разрешено	RSChangeEnabled	UChar (1)	0x0F01	0	
Разрешение операции однократной записи 0 – запрещено 1 – разрешено	RSOneWriteCommand	UChar (1)	0x0F02	0	
Адрес устройства на шине RS485 (от 1 до 247)	RSAddress	UChar (1)	0x0F03	1	
Скорость обмена, бит/с: 0 – 4800; 1 – 9600; 2 – 19200; 3 – 38400; 4 – 57600; 5 – 115200; 6 - 230400	RSSpeed	UChar (1)	0x0F04	0	
Примечания 1 Параметры интерфейса RS485 вступают в силу только после переинициализации интерфейса. 2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

Таблица 41 - Список параметров интерфейса RS485 №2

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Разрешить работу интерфейсу 0 - Выключено 1 - Режим VibrobitRTU 2 - Режим ModbusRTU 10 - Применить настройку интерфейса RS485 №1	RSEnabled	UChar (1)	0x1100	0	
Разрешение изменения параметров работы модуля командам и по интерфейсу RS485 0 – запрещено 1 – разрешено	RSChangeEnabled	UChar (1)	0x1101	0	
Разрешение операции однократной записи 0 – запрещено 1 – разрешено	RSOneWriteCommand	UChar (1)	0x1102	0	
Адрес устройства на шине RS485 (от 1 до 247)	RSAddress	UChar (1)	0x1103	1	
Скорость обмена, бит/с: 0 – 4800; 1 – 9600; 2 – 19200; 3 – 38400; 4 – 57600; 5 – 115200; 6 - 230400	RSSpeed	UChar (1)	0x1104	0	
Примечание - Параметры интерфейса RS485 вступают в силу только после переинициализации интерфейса.					

Таблица 42 - Список параметров интерфейса CAN2.0B

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Разрешить работу интерфейсу 0 – интерфейс выключен 1 – интерфейс включен	CANEnabled	UChar (1)	0x1000	0	
Скорость обмена, кбит/с: 0 – 1000; 1 – 500; 2 – 250; 3 – 200; 4 – 125; 5 – 100; 6 – 80; 7 - 40	CANSpeed	UChar (1)	0x1001	0	
Адрес модуля на шине	CANBasicAddress	Uint (2)	0x1002	0	
Период отправки сообщений по 0,1 с	CANBasicTime	UChar (1)	0x1004	0	
Разрешения отправки сообщений CAN для кодов 0x20 - 0x23 соответственно: 0 – сообщение не отправляется 1 – сообщение отправляется	CANBasicDataOut	UChar (4)	0x1005	0	
Примечание - Параметры интерфейса CAN2.0B вступают в силу только после переинициализации интерфейса.					

Таблица 43 - Список параметров источник сообщений CAN2.0B

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Источник №01	SourceID_01	STR (12)	0x0800		
Включение источника 0 - выключен 1 - включен	Enabled	UChar (1)	0x0800	0	
Тайм-аут приема сообщений по 0.1с	TimeOutReceiveData	UChar (1)	0x0801	0	
Выполнять контроль код сообщения: 0 - не выполнять контроль 1 - проверять код сообщения	UseMessageID	UChar (1)	0x0802	0	
Код сообщения модулей аппаратуры «Вибробит 300»	MessageID	UChar (1)	0x0803	0	
Резерв, равен нулю	Reserv	Uint (2)	0x0804	0	
Код SID сообщения CAN	SID	Uint (2)	0x0806	0	
Код EID сообщения CAN	EID	Ulong(4)	0x0808	0	
Источник №02	SourceID_02	STR (12)	0x080C		
Источник №03	SourceID_03	STR (12)	0x0818		
Источник №04	SourceID_04	STR (12)	0x0824		
Источник №05	SourceID_05	STR (12)	0x0830		
Источник №06	SourceID_06	STR (12)	0x083C		
Источник №07	SourceID_07	STR (12)	0x0848		
Источник №08	SourceID_08	STR (12)	0x0854		
Источник №09	SourceID_09	STR (12)	0x0860		
Источник №10	SourceID_10	STR (12)	0x086C		
Источник №11	SourceID_11	STR (12)	0x0878		
Источник №12	SourceID_12	STR (12)	0x0884		
Источник №12	SourceID_13	STR (12)	0x0890		
Источник №14	SourceID_14	STR (12)	0x089C		
Источник №15	SourceID_15	STR (12)	0x08A8		
Источник №16	SourceID_16	STR (12)	0x08B4		
Примечание - Параметры интерфейса источников вступают в силу только после перезагрузки модуля.					

Таблица 44 - Список параметров правил сообщений CAN2.0B

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Правило №01	Rule_01	STR (8)	0x0900		
Включение источника 0 - выключен 1 - логическое 'И'	TypeOfRule	UChar (1)	0x0900	0	
Тип данных 0 - Не указано 1 - Char (1) 2 - Uchar (1) 3 - Short (2) 4 - UShort (2) 5 - Long (4) 6 - Ulong (4) 7 - Float (4)	TypeOfData	UChar (1)	0x0901	0	
Смещение в сообщении, байт	Offset	UChar (1)	0x0902	0	
Резерв, должен равняться нулю	ucReserv	UChar (1)	0x0903	0	
Аргумент правила, битовая маска	Value	Ulong(4)	0x0904	0	
Правило №02	Rule_02	STR (8)	0x0908		
Правило №03	Rule_03	STR (8)	0x0910		
Правило №16	Rule_16	STR (8)	0x0978		

Таблица 45 - Список параметров назначения сигнализации логики CAN2.0B

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Сигнал SA1-01	CrossTableSA1-01	STR (2)	0x0A00		
Номер источника сообщений (от 1 до 16)	SourceIndex	UChar (1)	0x0A00	0	
Номер правила (от 1 до 16)	RuleIndex	UChar (1)	0x0A01	0	
Сигнал SA1-02	CrossTableSA1-02	STR (2)	0x0A02		
Сигнал SA1-03	CrossTableSA1-03	STR (2)	0x0A04		
Сигнал SA1-16	CrossTableSA1-16	STR (2)	0x0A1E		
Сигнал SB1-01	CrossTableSB1-01	STR (2)	0x0A20		
Сигнал SB1-02	CrossTableSB1-02	STR (2)	0x0A22		
Сигнал SB1-16	CrossTableSB1-16	STR (2)	0x0A3E		
Сигнал SC1-01	CrossTableSC1-01	STR (2)	0x0A40		
по SC1-16					
Сигнал SA2-01	CrossTableSA1-01	STR (2)	0x0A60		
по SA2-16					
Сигнал SB2-01	CrossTableSA1-01	STR (2)	0x0A80		
по SB2-16					
Сигнал SC2-01	CrossTableSA1-01	STR (2)	0x0AA0		
по SC2-16					

Таблица 46 - Список параметров логического правила сигнализации CAN2.0B

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Логическая схема 0 - не указана (выключено) 1 - №1 A1xB1xC1 2 - №2 A1xB1 - C1	EnableMode	UChar (1)	0x0B00	0	
Задержка срабатывания выхода по 0,1 с.	OutDelay	UChar (1)	0x0B01	0	
Режим выхода 0 - Прямое управления 1 - Триггер	IsOutTrigger	UChar (1)	0x0B02	0	
Резерв, должен равняться нулю	ucReserv	UChar (1)	0x0B03	0	

#### 4.4.2 Системные настройки модуля

Таблица 47 - Список системных регистров

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Время блокировки логических выходов после сброса модуля	LogicOffStartUp	Uchar (1)	0x0E00	79	1, 3
Количество ШИМ выборок для генерации тестового сигнала	PWM_Size	Uchar (1)	0x0E01	120	2
Период ШИМ выборок (по 0,1 мкс)	PWM_Period	Uint (2)	0x0E02	1667	
Задержка переключения состояния входов (по 0,1 с)	LogicIn_Delay	Uchar (1)	0x0E04	0	2, 3
Активный уровень входа 1: 0 - низкий 1 - высокий	LogicIn_Inver_1	Uchar (1)	0x0E05	0	
Активный уровень входа 2: 0 - низкий 1 - высокий	LogicIn_Inver_2	Uchar (1)	0x0E06	0	
Матрица логической сигнализации (48 слов): биты 0:1 – номер выхода, на который назначена сигнализация биты 4:5 – зарезервированы, должны равняться нулю бит 6 – включение светодиода 'War' бит 7 – включение светодиода 'Alarm' биты 8:15 – зарезервированы, должны равняться нулю	LogicMatrix	Uchar (32)	0x0E07	0	
Информация о микропереключателях	InfoSwitch	Uchar (1)	0x0E27	0	4
Информация о перемычках, установленных на плате	InfoJumpers	Uint (2)	0x0E28	0	4
Режим логического выхода 1 0 - Нормальный 1 - Инверсный	Out_Inversion_1	Uchar (1)	0x0E2A	0	5
Режим логического выхода 2 0 - Нормальный 1 - Инверсный	Out_Inversion_2	Uchar (1)	0x0E2B	0	5
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 В случае ошибки считывания данных из энергонезависимой памяти всегда равен 79 (8 секунд).</li> <li>2 При значении равном 0 функция выключена.</li> <li>3 Время по 0,1 с (0 = 0,1 с).</li> <li>4 Информационные значения, на работу модуля не влияют.</li> <li>5 Реализовано в ПО модуля МК71 версии 1.14.</li> </ol>					



Таблица 48 - Буфер ШИМ выборки для генерации тестового сигнала

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Буфер ШИМ	PWM_Buffer	Uchar (128)	0x1500		
Примечание - Значение по умолчанию соответствуют гармоническому сигналу частотой 50 Гц, размах сигнала — 5 В.					

Таблица 49 - Список регистров настройки логической последовательности (логическая формула)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Логическое правило выхода 1 (32 команды)	LogicRules[0]	Uint(2)x32	0x0C00	0	

Таблица 50 - Структура команды логических правил

Название	Обозначение	Биты
Код операции 0x00 - пустая операция NOP 0x1F - завершение логической формулы END 0x01 - поместить значение памяти в аккумулятор GET 0x02 - сохранить значение аккумулятора в памяти SET 0x03 - сбросить аккумулятор в нуль CLR 0x04 - инвертировать значение аккумулятора NOT 0x05 - логическое ИЛИ аккумулятора и памяти OR 0x06 - логическое И аккумулятора и памяти AND 0x07 - логическое исключающее ИЛИ аккумулятора и памяти XOR	Operation	11 : 15 (5)
Код памяти (регистра) 0x00 - нет ссылки на память 0x01 - нет ссылки на память 0x02 - локальная память (16 бит) очищается перед выполнением 0x03 - глобальная память (16 бит) очищается по сбросу модуля 0x04 - CPLD IN-A1 0x05 - CPLD IN-A2 0x06 - CPLD IN-B1 0x07 - CPLD IN-B 0x08 - CPLD IN-C1 0x09 - CPLD IN-C2 0x0C - CPU Status 0x0D - CPLD Status 0x0E - CPLD Output 0x0F - CPU InOutput 0x10 - CAN SA1 (2 байта) 0x11 - CAN SB1 (2 байта) 0x12 - CAN SC1 (2 байта) 0x13 - CAN SA2 (2 байта) 0x14 - CAN SB2 (2 байта) 0x15 - CAN SC2 (2 байта)	Memory	6 : 10 (5)
Адрес в памяти (номер бита в регистре)	Address	0 : 5 (6)

**4.4.3 Идентификационная информация**

Таблица 51 - Список регистров идентификационной информации о модуле

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Заводской номер модуля	Number	UInt (2)	0x1200	0	
Год выпуска модуля	Year	UInt (2)	0x1202	0	
Номер заказа	Order	UInt (2)	0x1204	0	
Код монтажника	Assembler	UChar (1)	0x1206	0	
Код регулировщика	Adjuster	UChar (1)	0x1207	0	
Дополнительная текстовая информация	TextString	Char (32)	0x1208		
Примечание - Идентификационная информация доступна только для чтения, по «Холодному старту» не изменяется.					

Таблица 52 - Список регистров идентификационной информации о ПО модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Значение по умолчанию	Примечание
Строка версии ПО микроконтроллера	Version	Char (6)	0x1300		
Дата компиляции ПО микроконтроллера	Date	Char (12)	0x1306		
Время компиляции ПО микроконтроллера	Time	Char (10)	0x1312		
Примечание - Идентификационная информация доступна только для чтения.					

#### 4.4.4 Управляющие команды

Для выполнения управляющих команд в модуле МК71 предусмотрено несколько зарезервированных регистров. Команды управления исполняются только при индивидуальной записи в каждый из регистров (невозможно исполнение нескольких команд за одну транзакцию).

Таблица 53 - Список управляющих регистров

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие	Примечание
0xFF00	0x55	Сброс модуля (аналогично включению питания модуля)	1
0xFF01	0x93	Выполнить повторную инициализацию интерфейса RS485 №1	1
	0x94	Выполнить повторную инициализацию интерфейса RS485 №2	1
	0x98	Выполнить повторную инициализацию интерфейса CAN2.0B	
	0xE2	Выполнить сброс логики защитного отключения	2
	0x41	Выполнить повторную инициализацию ШИМ генератора	
0xFF02	0x33	Блокировка логической сигнализации микроконтроллера	
	0xCC	Нормальная работа логической сигнализации	
0xFF03	0x3C	Запрос на одиночную запись	3
0xFF04	0xD1	Установить бит outCPU1 в регистре CPU_InOutput	
	0xD2	Установить бит outCPU2 в регистре CPU_InOutput	
	0xC1	Сбросить бит outCPU1 в регистре CPU_InOutput	
	0xC2	Сбросить бит outCPU2 в регистре CPU_InOutput	
0xFF06	0x84	Запись логическую формулу в ПЗУ	
	0x85	Записать источники сообщений CAN интерфейса в ПЗУ	
	0x86	Записать правила обработки сообщений CAN интерфейса в ПЗУ	
	0x87	Записать назначение сигнализации CAN логики в ПЗУ	
	0x88	Записать буфер ШИМ в ПЗУ	
	0x89	Записать системные настройки в ПЗУ	
	0x8A	Записать параметры интерфейса RS485 №1 в ПЗУ	
	0x8B	Записать параметры интерфейса CAN в ПЗУ	
	0x8C	Записать параметры интерфейса RS485 №2 в ПЗУ	
0x8D	Записать параметры логики CAN сигнализации в ПЗУ		
0xFF07	0x21	Запись всех параметров настройки модуля в ПЗУ	4, 5

#### Примечания

- 1 Если команда пришла в момент передачи ответа, ответ передается полностью, затем выполняется переинициализация.
- 2 Аналогично нажатию кнопки на лицевой панели модуля МК71, сигнал сброса удерживается в активном состоянии в течение 1 секунды.
- 3 Разрешение на запись активно в течение 8 секунд после получения команды.
- 4 Предварительно необходимо выполнить команду «Запрос на одиночную запись» или заблокировать логическую сигнализацию.
- 5 Во время записи работа сервисных функций модуля останавливается. После записи автоматически выполняется сброс модуля.

**4.4.5 Состояние входов/выходов модуля**

Таблица 54 - Список регистров состояния входов/выходов модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
Версия логики ПЛИС	CPLD_Version	UChar (1)	0x0000	1
Биты состояния ПЛИС	CPLD_Status	UChar (1)	0x0001	2
Состояние логических входов L2A1-L2A8, L1A1-L1A8	Input_A	Uint (2)	0x0002	3
Состояние логических входов L2B1-L2B8, L1B1-L1B8	Input_B	Uint (2)	0x0004	3
Состояние логических входов L2C1-L2C8, L1A1-L1C8	Input_C	Uint (2)	0x0006	3
Флаги доступности активного сигнала на логических входах L2A1-L2A8, L1A1-L1A8 для участия в алгоритме скачка	TimeValid_A	Uint (2)	0x0008	3
Флаги доступности активного сигнала на логических входах L2B1-L2B8, L1B1-L1B8 для участия в алгоритме скачка	TimeValid_B	Uint (2)	0x000A	3
Флаги доступности активного сигнала на логических входах L2C1-L2C8, L1C1-L1C8 для участия в алгоритме скачка	TimeValid_C	Uint (2)	0x000C	3
Ячейки памяти активного состояния логических входов L2A1-L2A8, L1A1-L1A8	Memory_A	Uint (2)	0x000E	3
Ячейки памяти активного состояния логических входов L2B1-L2B8, L1B1-L1B8	Memory_B	Uint (2)	0x0010	3
Ячейки памяти активного состояния логических входов L2C1-L2C8, L1C1-L1C8	Memory_C	Uint (2)	0x0012	3
Биты состояния выходов ПЛИС	CPLD_Output	UChar (1)	0x0014	4
Биты состояния положения микропереключателей	CPLD_KeySetup	UChar (1)	0x0015	5
Биты состояния входов микроконтроллера	CPU_InOutput	UChar (1)	0x0016	6
Биты состояния логических выходов микроконтроллера: биты 0-2 – состояние логических выходов с 1 по 3 биты 3-13 – зарезервированы, всегда равны 0 бит 14 – состояние светодиода 'War' бит 15 – состояние светодиода 'Alarm'	LogicOutStatus	Uint (2)	0x0017	
Биты состояния модуля	StatusSys	UChar (1)	0x0019	7
Дополнительные биты состояния модуля	StatusSysAdd	UChar (1)	0x001A	8
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Если версия логики ПЛИС равна нулю, то микросхема ПЛИС неисправна.</li> <li>2 Назначение битов смотрите в таблице 8.</li> <li>3 Бит 15 - вход 8 группы L2A, L2B или L2C. Бит 0 - вход 1 группы L1A, L1B, L1C.</li> <li>4 Назначение битов смотрите в таблице 7.</li> <li>5 Бит 7 - соответствует переключателю S8.</li> <li>6 Назначение битов смотрите в таблице 6.</li> <li>7 Назначение битов смотрите в таблице 9.</li> <li>8 Назначение битов смотрите в таблице 10.</li> </ol>				

**4.4.6 Состояние логической сигнализации с CAN интерфейса**

Таблица 55 - Состояние сигнализации по CAN интерфейсу

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
Биты статуса сигнализации бит 0 - сигнализация включена бит 1 - нет данных от одного из источников биты 2-15 - резерв, равны нулю	Status	Uint (2)	0x0500	
Резерв, равен нулю	usReserv	Uint (2)	0x0502	
Фильтр SID адреса CAN сообщений	FilterSID	Uint (2)	0x0504	
Маска SID адреса CAN сообщений	MaskSID	Uint (2)	0x0506	
Фильтр EID адреса CAN сообщений	FilterEID	Ulong (2)	0x0508	
Маска EID адреса CAN сообщений	MaskEID	Ulong (2)	0x050C	
Резерв, равен нулю	ulReserv	Ulong (2) x 4	0x0510	
Тайм-аут прима сообщений от источника №01, по 0,1 секунде	MessageTimeOut_01	UChar (1)	0x0520	
Тайм-аут прима сообщений от источника №02, по 0,1 секунде	MessageTimeOut_02	UChar (1)	0x0522	
Тайм-аут прима сообщений от источника №16, по 0,1 секунде	MessageTimeOut_16	UChar (1)	0x052F	

Таблица 56 - Сообщения CAN от источников данных

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
Сообщение источника №01	MessageSource_01	STR (10)	0x0600	
Флаг, данные достоверны	FlagOk	UChar (1)	0x0600	
Количество байт данных	Count	UChar (1)	0x0601	
Данные (код сообщения), байт 01	Byte_0	UChar (1)	0x0602	
Данные, байт 02	Byte_1	UChar (1)	0x0603	
Данные, байт 03	Byte_2	UChar (1)	0x0604	
Данные, байт 04	Byte_3	UChar (1)	0x0605	
Данные, байт 05	Byte_4	UChar (1)	0x0606	
Данные, байт 06	Byte_5	UChar (1)	0x0607	
Данные, байт 07	Byte_6	UChar (1)	0x0608	
Данные, байт 07	Byte_7	UChar (1)	0x0609	
Сообщение источника №02	MessageSource_02	STR (10)	0x060A	
Сообщение источника №03	MessageSource_03	STR (10)	0x0614	
Сообщение источника №16	MessageSource_16	STR (10)	0x0696	

Таблица 57 - Состояние логических сигналов, принятых по CAN интерфейсу

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
Логические сигналы SA1	SA1	Uint (2)	0x0400	
Логические сигналы SB1	SB1	Uint (2)	0x0402	
Логические сигналы SC1	SC1	Uint (2)	0x0404	
Логические сигналы SA2	SA2	Uint (2)	0x0406	
Логические сигналы SB2	SB2	Uint (2)	0x0408	
Логические сигналы SC2	SC2	Uint (2)	0x040A	

## 5 Программное обеспечение

Программное обеспечение ModuleConfigurator для настройки МК71 имеет удобный интерфейс и возможность доступа ко всем параметрам модуля. Для работы программы настройки необходимо подключить модуль МК71 к персональному компьютеру через модуль диагностического интерфейса MC01 USB.

Основные особенности программы:

- возможность просмотра состояния логических входов и выходов модуля;
- возможность настройки параметров интерфейсов связи RS485, CAN2.0B, параметров логических выходов микроконтроллера и генерация тестового сигнала;
- сохранение параметров настройки в энергонезависимой памяти модуля.

Программное обеспечение ModuleConfigurator доступно для загрузки с официального сайта ООО НПП «Вибробит» [www.vibrobit.ru](http://www.vibrobit.ru), раздел «Поддержка».

Подробное описание работы с ПО ModuleConfigurator представлено в «ВШПА.421412.300.001 34 Вибробит Module Configurator. Руководство оператора.»

Перед соединением с модулем МК71 в ПО ModuleConfigurator необходимо выбрать настройку МК71, как это показано на рисунке 26.

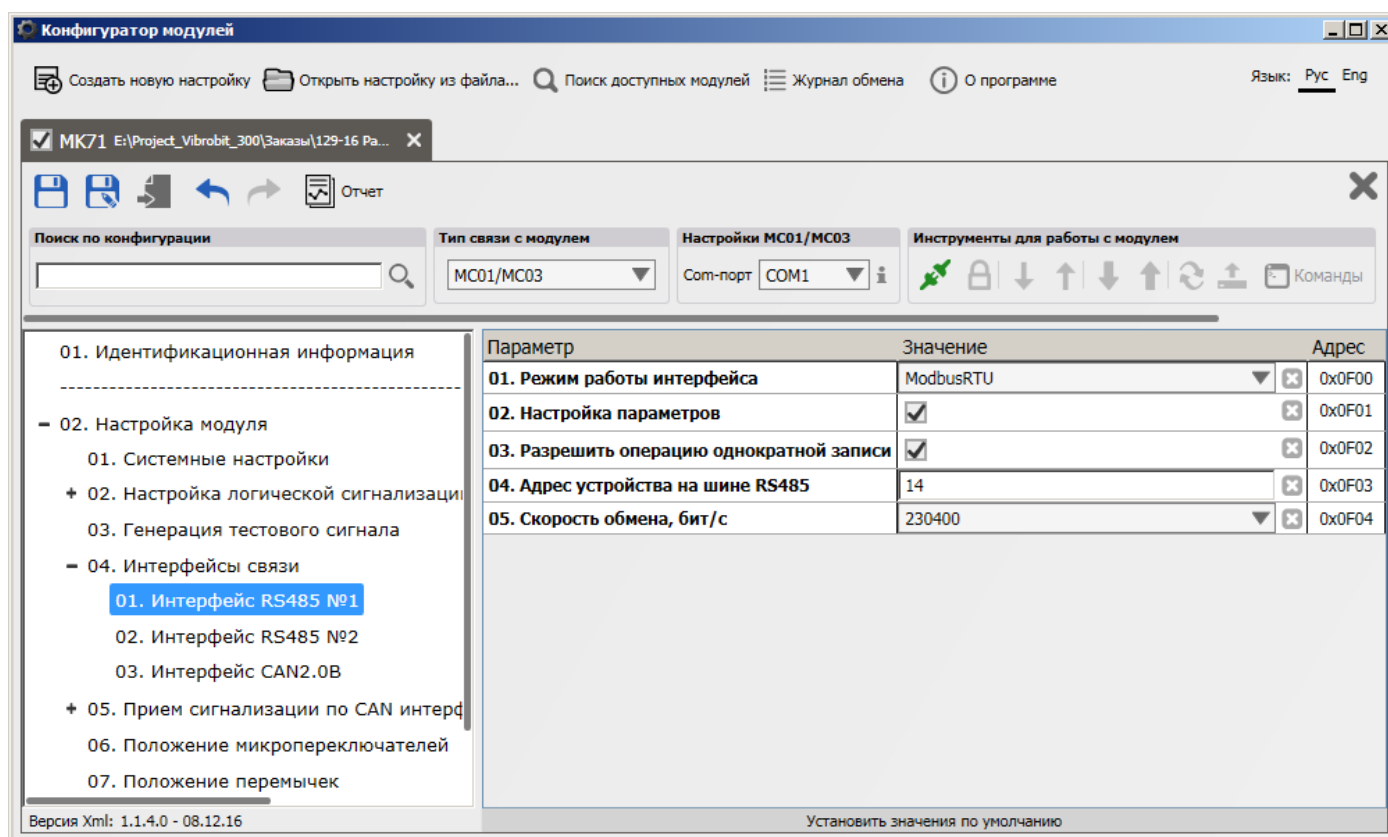


Рисунок 26 - Внешний вид настройки интерфейса RS485 модуля МК71 в ПО ModuleConfigurator

## **6 Техническое обслуживание**

Информацию по техническому обслуживанию смотрите в документе ВШПА.421412.300 РЭ «Аппаратура «Вибробит 300». Руководство по эксплуатации»:

- техническое обслуживание аппаратуры;
- текущий ремонт;
- методика поверки аппаратуры.

## Приложение А

(обязательное)

### Расположение органов регулировки

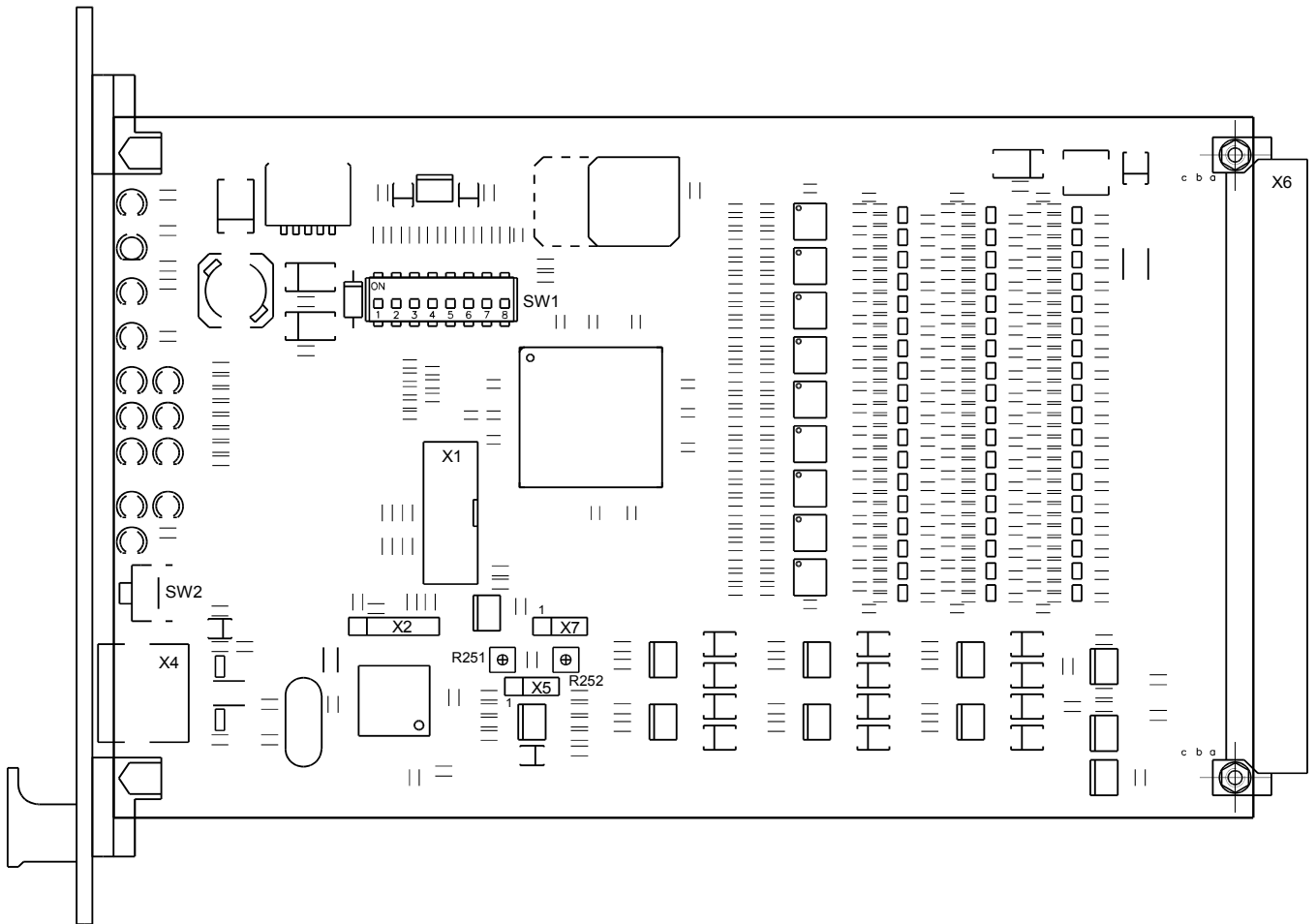


Рисунок 27 - Расположение элементов на плате модуля МК71-R2

Таблица А.1 - Назначение разъемов на плате модуля МК71

Разъем	Назначение
X1	Программирование ПЛИС (служебный)
X2	Программирование микроконтроллера (служебный)
X4	Диагностический разъем
X6	Основной коммутационный разъем

Таблица А.2 - Назначение разъемов на плате модуля МК71

Обозначение	Описание
S1-S8	Микровыключатели выбора логики защитного отключения
X5, X7	Выбор источника тестового сигнала
R251	Регулировка размаха тестового сигнала (только, когда X5 в положении 2-3)
R252	Регулировка постоянной составляющей тестового сигнала (только, когда X5 в положении 2-3)

Таблица А.3 - Назначение разъемов на плате модуля МК71

X5	X7	Источник тестового сигнала
1-2	1-2, 2-3	ШИМ микроконтроллера, без регулировки постоянной составляющей (R252) и размаха (R251)
2-3	1-2	ШИМ микроконтроллера, с регулировкой постоянной составляющей (R252) и размаха (R251)
2-3	2-3	меандр 61Гц ПЛИС, с регулировкой постоянной составляющей (R252) и размаха (R251)



## Приложение Б

(обязательное)

### Назначение контактов разъема

Таблица Б.1 - Назначение разъемов на плате модуля МК71

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Примечание
A2, B1, C2 A32, B31, C32	GND	Общий	
A6, B5, C6	Power +24 V	Вход напряжения питания +24В	
A4	L-RES	Вход сброса ПЛИС (логики защитного отключения)	1, 2
B3	L-ENA	Блокировка логики защитного отключения	1
C4	L-ADD1	Дополнительный логический вход 1 ПЛИС	1
A8	L1A-1	Логический вход L1A-1	1
A10	L1A-2	Логический вход L1A-2	1
A12	L1A-3	Логический вход L1A-3	1
A14	L1A-4	Логический вход L1A-4	1
A16	L1A-5	Логический вход L1A-5	1
A18	L1A-6	Логический вход L1A-6	1
A20	L1A-7	Логический вход L1A-7	1
A22	L1A-8	Логический вход L1A-8	1
B7	L1B-1	Логический вход L1B-1	1
B9	L1B-2	Логический вход L1B-2	1
B11	L1B-3	Логический вход L1B-3	1
B13	L1B-4	Логический вход L1B-4	1
B15	L1B-5	Логический вход L1B-5	1
B17	L1B-6	Логический вход L1B-6	1
B19	L1B-7	Логический вход L1B-7	1
B21	L1B-8	Логический вход L1B-8	1
C8	L1C-1	Логический вход L1C-1	1
C10	L1C-2	Логический вход L1C-2	1
C12	L1C-3	Логический вход L1C-3	1
C14	L1C-4	Логический вход L1C-4	1
C16	L1C-5	Логический вход L1C-5	1
C18	L1C-6	Логический вход L1C-6	1
C20	L1C-7	Логический вход L1C-7	1
C22	L1C-8	Логический вход L1C-8	1
A24	OUT-L1A	Логический выход 'ИЛИ' группы L1A	3
B23	OUT-L1B	Логический выход 'ИЛИ' группы L1B	3
C24	OUT-L1C	Логический выход 'ИЛИ' группы L1C	3
A26	OUT-PR	Основной выход логики защитного отключения	4
C26	OUT-ADD1	Дополнительный логический выход 1 ПЛИС	4
B25	TEST	Выход тестового сигнала	5
A28	CAN-GND	Интерфейс CAN2.0В, общий	
B27	CAN-H	Интерфейс CAN2.0В, линия H	
C28	CAN-L	Интерфейс CAN2.0В, линия L	
A30	RS485-GND	Интерфейс RS485, общий	
B29	1-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 №1, линия B	
C30	1-RS485-A(+)	Интерфейс RS485 №1, линия A	

## Продолжение таблицы Б1

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Примечание
B30	2-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 №2, линия B	
C29	2-RS485-A(+)	Интерфейс RS485 №2, линия A	
A3	L-CPU1	Дополнительный логический вход 1 микроконтроллера	1
B4	L-CPU2	Дополнительный логический вход 1 микроконтроллера	1
C3	L-ADD2	Дополнительный логический вход 2 ПЛИС	1
A7	L2A-1	Логический вход L2A-1	1
A9	L2A-2	Логический вход L2A-2	1
A11	L2A-3	Логический вход L2A-3	1
A13	L2A-4	Логический вход L2A-4	1
A15	L2A-5	Логический вход L2A-5	1
A17	L2A-6	Логический вход L2A-6	1
A19	L2A-7	Логический вход L2A-7	1
A21	L2A-8	Логический вход L2A-8	1
B8	L2B-1	Логический вход L2B-1	1
B10	L2B-2	Логический вход L2B-2	1
B12	L2B-3	Логический вход L2B-3	1
B14	L2B-4	Логический вход L2B-4	1
B16	L2B-5	Логический вход L2B-5	1
B18	L2B-6	Логический вход L2B-6	1
B20	L2B-7	Логический вход L2B-7	1
B22	L2B-8	Логический вход L2B-8	1
C7	L2C-1	Логический вход L2C-1	1
C9	L2C-2	Логический вход L2C-2	1
C11	L2C-3	Логический вход L2C-3	1
C13	L2C-4	Логический вход L2C-4	1
C15	L2C-5	Логический вход L2C-5	1
C17	L2C-6	Логический вход L2C-6	1
C19	L2C-7	Логический вход L2C-7	1
C21	L2C-8	Логический вход L2C-8	1
A23	OUT-L2A	Логический выход 'ИЛИ' группы L2A	3
B24	OUT-L2B	Логический выход 'ИЛИ' группы L2B	3
C23	OUT-L2C	Логический выход 'ИЛИ' группы L2C	3
A25	OUT-CPU1	Логический выход 1 микроконтроллера	3, 5
B26	OUT-CPU2	Логический выход 2 микроконтроллера	3, 5
C25	OUT-ADD2	Дополнительный логический выход 2 ПЛИС	4
A27	OUT-ERR	Логический выход 3 микроконтроллера (неисправность)	3, 5

## Примечания

- 1 Не подключенные входы находятся в неактивном логическом состоянии за счет подтягивающих резисторов.
- 2 Вход сброса не оказывает влияния на работу сервисных функций (микроконтроллера).
- 3 Состояние логических выходов не защелкивается триггером.
- 4 Активное состояние логического выхода защелкивается триггером. Переход в пассивное состояние происходит при сбросе логики защитного отключения (ПЛИС).
- 5 Управляется микроконтроллером.

## Приложение В

(справочное)

### Рекомендации по применению логических схем

Таблица В.1 - Положение микропереключателей для схем по защите оборудования от опасного уровня вибрации.

Положение микропереключателей						Требования	Пояснения
S1	S2	S3	S4	S5	S6		
OFF	OFF	OFF	ON	ON	X	КТЗ <sup>1)</sup>	Опасный уровень вибрации на двух составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) одной опоры или двух одинаковых составляющих соседних опор.
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	X	ЛМЗ <sup>2)</sup>	Опасный уровень вибрации на одной из опор и предупредительный уровень вибрации на любой другой опоре (максимум 16 опор). Необходимо объединение логической сигнализации по составляющим.
OFF	ON	OFF	OFF	ON	X	ЛМЗ	Опасный уровень вибрации на одной из опор и предупредительный уровень вибрации на любой другой опоре (максимум 8 опор). Все составляющие подаются раздельно.
ON	OFF	OFF	ON	OFF	X	СО <sup>3)</sup> , УТЗ <sup>4)</sup>	<p>Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной) любого из подшипников выше 11, 2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной) 11,2 мм/с.</p> <p>Повышение вибрации осевой составляющей любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника осевой составляющей 11,2 мм/с. (максимум 16 опор)</p>
OFF	ON	OFF	ON	ON	X	СО, УТЗ	<p>Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной) 11,2 мм/с.</p> <p>Повышение вибрации осевой составляющей любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника осевой составляющей 11,2 мм/с. (максимум 8 опор)</p>
ON	ON	OFF	OFF	ON	X	ХТЗ <sup>5)</sup>	<p>Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине вибрации соседнего подшипника любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) 7,1 мм/с.</p> <p>Повышение вибрации любой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) любого из подшипников выше 11,2 мм/с и величине другой составляющей (вертикальной, поперечной, осевой) этого же подшипника выше 7,1 мм/с. (максимум 8 опор)</p>
<p><sup>1)</sup> КТЗ — ОАО «Калужский турбинный завод».</p> <p><sup>2)</sup> ЛМЗ — ОАО «Ленинградский металлический завод».</p> <p><sup>3)</sup> СО — Стандарт отрасли.</p> <p><sup>4)</sup> УТЗ — ЗАО «Уральский турбинный завод».</p> <p><sup>5)</sup> ХТЗ — ПАО «Харьковский турбинный завод».</p>							


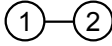
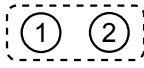
Таблица В.2 - Положение микропереключателей для схем по защите оборудования от скачка уровня вибрации.

Положение микропереключателей						Требования	Пояснения
S1	S2	S3	S4	S5	S6		
ON	OFF	ON	X	X	OFF	УТЗ <sup>1)</sup>	<p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной) двух смежных опор подшипников.</p> <p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации осевой составляющей двух смежных опор подшипников.</p>
ON	OFF	ON	X	X	ON	ПТЭ <sup>2)</sup> , ГОСТ <sup>3)</sup>	<p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной) двух смежных опор подшипников.</p> <p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации двух любых составляющих (вертикальной, поперечной) одной опоры.</p> <p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации осевой составляющей двух смежных опор подшипников.</p>
ON	ON	ON	X	X	ON	ПТЭ, ГОСТ	<p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) двух смежных опор подшипников.</p> <p>Внезапное и необратимое одновременное изменение вибрации двух любых составляющих (вертикальной, поперечной, осевой) одной опоры.</p>
<p><sup>1)</sup>УТЗ — ЗАО «Уральский турбинный завод».</p> <p><sup>2)</sup>ПТЭ — Правила технической эксплуатации.</p> <p><sup>3)</sup>ГОСТ — Государственный стандарт.</p>							

## Приложение Г

(справочное)

### Принятые обозначения на логических схемах

	- Номер входа соответствующей логической группы (L1A, L2A, L1B и т.д.)
	сплошная линия между входами Логическое «И» между соответствующими входами
	пунктирная линия, объединяющая несколько входов Объединение по логической схеме «ИЛИ» всех логических цепей внутри выделенного блока
	«ИЛИ» Активный выход группы при любом активном входе
	«ИЛИ-2» Активный выход группы при 2-х любых активных входах

## Приложение Д

(справочное)

### Список рисунков

Рисунок 1 - Лицевая панель модуля МК71.....	7
Рисунок 2 - Пример включения CAN интерфейса модуля МК71 в ПО ModuleConfigurator.....	13
Рисунок 3 - Пример настройки источника CAN сообщений в ПО ModuleConfigurator.....	13
Рисунок 4 - Пример контроля настройки CAN интерфейса в ПО ModuleConfigurator.....	14
Рисунок 5 - Пример контроля счетчиков тайм-аута CAN сообщений в ПО ModuleConfigurator.....	14
Рисунок 6 - Пример контроля приема CAN сообщений от источника №1 ПО ModuleConfigurator.....	15
Рисунок 7 - Пример настройки правила №1 обработки CAN сообщений ПО ModuleConfigurator.....	15
Рисунок 8 - Пример назначения сигнализации в ПО ModuleConfigurator.....	16
Рисунок 9 - Пример контроля логических сигналов CAN в ПО ModuleConfigurator.....	17
Рисунок 10 - Пример настройки логики сигнализации CAN в ПО ModuleConfigurator.....	17
Рисунок 11 - Пример контроля CAN сигнализации после логической матрицы в ПО ModuleConfigurator.....	18
Рисунок 12 - Пример контроля CAN сигнализации на логических входах/выходах CPU в ПО ModuleConfigurator.....	18
Рисунок 13 - Пример назначения CAN сигнализации на логический выход в ПО ModuleConfigurator.....	18
Рисунок 14 - Пример настройки логической последовательности в ПО ModuleConfigurator.....	19
Рисунок 15 - Пример назначения логической формулы на логический выход №1 в ПО ModuleConfigurator.....	19
Рисунок 16 - Логическая схема (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF, S4=OFF, S5=OFF, S6=OFF).....	24
Рисунок 17 - Логическая схема (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF, S4=OFF, S5=ON, S6=ON).....	24
Рисунок 18 - Логическая схема (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF, S4=ON, S5=OFF, S6=ON).....	24
Рисунок 19 - Логическая схема (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF, S4=OFF, S5=OFF, S6=ON).....	26
Рисунок 20 - Логическая схема (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF, S4=OFF, S5=ON, S6=ON).....	26
Рисунок 21 - Логическая схема (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF, S4=ON, S5=OFF, S6=OFF).....	26
Рисунок 22 - Формат сообщения состояния входов.....	35
Рисунок 23 - Формат сообщения активного состояния входов по времени.....	35
Рисунок 24 - Формат сообщения памяти состояния входов.....	35
Рисунок 25 - Формат сообщения состояния модуля.....	35
Рисунок 26 - Внешний вид настройки интерфейса RS485 модуля МК71 в ПО ModuleConfigurator.....	46
Рисунок 27 - Расположение элементов на плате модуля МК71-R2.....	48

## Приложение Е

(справочное)

### Список таблиц

Таблица 1 - Технические характеристики модуля МК71.....	5
Таблица 2 - Дополнительные характеристики МК71.....	5
Таблица 3 - Характеристики интерфейса RS485.....	6
Таблица 4 - Характеристики интерфейса CAN2.0.....	6
Таблица 5 - Параметры ведомого интерфейса I2C.....	6
Таблица 6 - Флаги регистра CPU_InOutput и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix.....	11
Таблица 7 - Флаги регистра CPLD_Output и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix.....	12
Таблица 8 - Флаги регистра CPLD_Status и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix.....	12
Таблица 9 - Флаги регистра StatusSys и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix.....	12
Таблица 10 - Флаги регистра StatusSysAdd.....	12
Таблица 11 - Группы логических входов и выходы ИЛИ по группам.....	21
Таблица 12 - Управляющие сигналы, дополнительные входы/выходы, основной выход защитного отключения.....	21
Таблица 13 - Режим работы модуля (переключатель S3).....	22
Таблица 14 - Взаимодействие между группами входов (переключатели S1, S2).....	22
Таблица 15 - Задержка срабатывания выходов OUT_PR, OUT_ADD1, OUT_ADD2 (переключатели S7, S8).....	22
Таблица 16 - Логика защиты для режима взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=OFF).....	23
Таблица 17 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF).....	25
Таблица 18 - Положения переключателя S6 для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF).....	25
Таблица 19 - Логика защиты для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=OFF).....	25
Таблица 20 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=OFF).....	27
Таблица 21 - Положения переключателя S6 для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=OFF).....	27
Таблица 22 - Логика защиты для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=OFF).....	27
Таблица 23 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=OFF).....	28
Таблица 24 - Логика защиты для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=OFF).....	28
Таблица 25 - Положения переключателя S4.....	29
Таблица 26 - Назначение входов для режима взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=ON).....	29
Таблица 27 - Логика защиты для режима взаимодействия 0 (S1=OFF, S2=OFF, S3=ON).....	29
Таблица 28 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=ON) при S5 = OFF.....	30
Таблица 29 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=ON) при S5 = ON.....	30
Таблица 30 - Логика защиты для режима взаимодействия 1 (S1=OFF, S2=ON, S3=ON).....	31
Таблица 31 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=ON) при S5 = OFF.....	31
Таблица 32 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=ON) при S5 = ON.....	31
Таблица 33 - Логика защиты для режима взаимодействия 2 (S1=ON, S2=OFF, S3=ON).....	31
Таблица 34 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=ON) при S5 = OFF.....	32
Таблица 35 - Назначение блоков входных групп для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=ON) при S5 = ON.....	32
Таблица 36 - Логика защиты для режима взаимодействия 3 (S1=ON, S2=ON, S3=ON).....	32
Таблица 37 - Возможные коды ошибок протокола ModBus.....	33
Таблица 38 - Реализованные команды протокола ModBus в модуле МК70.....	34
Таблица 39 - Список поддерживаемых диагностических команд протокола ModBus.....	34
Таблица 40 - Список параметров интерфейса RS485 №1.....	36
Таблица 41 - Список параметров интерфейса RS485 №2.....	37
Таблица 42 - Список параметров интерфейса CAN2.0B.....	37
Таблица 43 - Список параметров источника сообщений CAN2.0B.....	38
Таблица 44 - Список параметров правил сообщений CAN2.0B.....	39
Таблица 45 - Список параметров назначения сигнализации логики CAN2.0B.....	39
Таблица 46 - Список параметров логического правила сигнализации CAN2.0B.....	40
Таблица 47 - Список системных регистров.....	40
Таблица 48 - Буфер ШИМ выборки для генерации тестового сигнала.....	41
Таблица 49 - Список регистров настройки логической последовательности (логическая формула).....	41
Таблица 50 - Структура команды логических правил.....	41
Таблица 51 - Список регистров идентификационной информации о модуле.....	42
Таблица 52 - Список регистров идентификационной информации о ПО модуля.....	42
Таблица 53 - Список управляющих регистров.....	43
Таблица 54 - Список регистров состояния входов/выходов модуля.....	44
Таблица 55 - Состояние сигнализации по CAN интерфейсу.....	45
Таблица 56 - Сообщения CAN от источников данных.....	45
Таблица 57 - Состояние логических сигналов, принятых по CAN интерфейсу.....	45

Таблица А.1 - Назначение разъемов на плате модуля МК71.....	48
Таблица А.2 - Назначение органов регулировки на плате модуля МК71.....	48
Таблица А.3 - Выбор источника тестового сигнала.....	48
Таблица Б.1 - Назначение контактов разъема Х6.....	49
Таблица В.1 - Положение микропереключателей для схем по защите оборудования от опасного уровня вибрации.....	51
Таблица В.2 - Положение микропереключателей для схем по защите оборудования от скачка уровня вибрации.....	52



