



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

АППАРАТУРА «ВИБРОБИТ 300»

Модуль контроля МК22

Инструкция по настройке
(с версией ПО модуля от 1.40)

ВШПА.421412.3022 И2

Тел/Факс +7 863 218-24-75

Тел/Факс +7 863 218-24-78

info@vibrobit.ru

www.vibrobit.ru

Инструкция по настройке модуля МК22 предназначена для ознакомления пользователей (потребителей) с основными принципами работы и методами настройки модуля контроля постоянных сигналов МК22 аппаратуры «ВИБРОБИТ 300» с версией встроенного программного обеспечения (ПО) от 1.40 до 1.69.

***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, программного обеспечения без ухудшения технических характеристик изделия.

Редакция 3 от 21.01.2019

Содержание

1 Общие сведения.....	4
2 Технические характеристики.....	7
3 Средства индикации и управления.....	11
3.1 Вариант исполнения МК22-DC-R2.....	11
3.2 Вариант исполнения МК22-DC-11-R2.....	12
3.3 Вариант исполнения МК22-DC-001-R2.....	13
4 Работа модуля.....	14
4.1 Включение питания.....	14
4.2 Сброс модуля.....	14
4.2.1 «Холодный старт» модуля.....	15
4.3 Измерение параметров.....	16
4.3.1 Измерение тока датчика.....	16
4.3.2 Тест исправности датчика.....	16
4.3.3 Измерения значения параметра представленного величиной постоянного тока.....	18
4.3.4 Усреднение значения измеряемого параметра.....	18
4.3.5 Сравнение вычисленного значения параметра с уставками.....	19
4.4 Измерение дополнительных параметров.....	20
4.4.1 Измерение частоты вращения ротора.....	21
4.4.2 Плата компараторов СОМР.01-2СН-МК32-MS (версия ПО 1.68).....	23
4.4.3 Измерение размаха перемещения без импульсов синхронизации (версия ПО 1.68).....	26
4.4.4 Режим противоразгонного автомата безопасности (версия ПО 1.60).....	27
4.4.5 Измерение положения бойка АБ (версия ПО 1.50).....	27
4.4.6 Измерение прогиба (эксцентриситета) ротора.....	28
4.4.7 Линеаризация сигнала датчика.....	30
4.4.8 Вычисления параметра по формуле.....	30
4.4.9 Измерение угла поворота ротора (версия ПО 1.69).....	32
4.5 Унифицированные выходы.....	33
4.6 Логические выходы.....	34
4.6.1 Настройка выходов по логической матрице.....	34
4.6.2 Настройка выходов по логической формуле.....	36
4.7 Системные настройки модуля.....	37
4.8 Рекомендации по калибровке модуля.....	38
4.8.1 Калибровка по постоянному току.....	38
4.8.2 Калибровка по переменному току.....	39
4.8.3 Калибровка унифицированного выхода.....	41
5 Цифровые интерфейсы управления.....	42
5.1 Интерфейс RS485.....	42
5.1.1 Настройка параметров работы модуля по протоколу ModBus.....	42
5.1.2 Поддерживаемые команды протокола ModBus.....	43
5.1.3 Вычисление контрольной суммы в сообщениях.....	44
5.1.4 Особенности управления по протоколу ModBusRTU.....	44
5.1.5 Особенности управления по протоколу VibrobitRTU.....	44
5.2 Интерфейс CAN2.0B.....	44
5.2.1 Формат сообщений, передаваемых по CAN2.0B интерфейсу.....	44
5.3 Ведомый интерфейс SPI.....	45
5.4 Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов).....	46
5.4.1 Параметры каналов измерения.....	46
5.4.2 Системные настройки модуля.....	56
5.4.3 Интерфейсы связи.....	59
5.4.4 Идентификационная информация.....	60
5.4.5 Результаты измерений.....	61
5.4.6 Управляющие команды.....	65
6 Программное обеспечение.....	67
7 Техническое обслуживание.....	68
Приложение А.....	69
Приложение Б.....	73

1 Общие сведения

Универсальный 4-х каналный модуль контроля МК22 (далее модуль МК22) предназначен для измерения постоянных и тахометрических сигналов датчиков, прогиба (эксцентриситета) ротора турбины, выхода бойков противоразгонного автомата безопасности. В основе МК22 лежит высокопроизводительный 32-разрядный DSP микропроцессор, применение которого позволило обрабатывать сигналы с датчиков в режиме реального времени (периодичность измерений от 0.1 секунды) и параллельно поддерживать цифровые интерфейсы связи.

Основной функцией каналов измерения модуля МК22 является измерение постоянных сигналов с периодом 0.1 секунды (скорость реакции алгоритмов защиты от 0.1 секунды). Кроме измерения постоянных сигналов каждый канал модуля МК22 может быть настроен для работы в расширенном режиме:

Канал измерения №1

- частота вращения ротора (тахометрический сигнал);
- режим противоразгонного автомата безопасности (тахометрический сигнал, скорость реакции от 5 мс);
- положение бойка противоразгонного автомата безопасности;
- размах перемещения без импульсов синхронизации.

Канал измерения №2

- частота вращения ротора (тахометрический сигнал);
- положение бойка противоразгонного автомата безопасности;
- размах перемещения без импульсов синхронизации.

Канал измерения №3

- прогиб (эксцентриситет) ротора (переменный сигнал);
- размах перемещения без импульсов синхронизации.

Канал измерения №4

- линеаризация сигнала датчика (постоянный сигнал);
- вычисление параметра по формуле;
- размах перемещения без импульсов синхронизации
- угол поворота ротора

В стандартный набор функций канала измерения входит:

- измерение постоянного тока датчика, контроль исправности датчика и линии связи;
- вычисление значения параметра (с периодом -0,1 с), усреднение результатов измерения, сравнение с уставками;
- контроль стабильности измеряемого параметра, сохранение минимального и максимального значения параметра;
- передача вычисленного значения параметра на унифицированный токовый выход;
- присвоение смыслового символического имени каналам измерения.

Функции измерения частоты вращения ротора входят (для каналов измерения 1, 2):

- период измерения частоты вращения ротора от 0,1 до 1,0 с;
- измерения частоты вращения ротора от 0,1 об/мин при контрольной поверхности «Паз»;
- настраиваемое число зубьев шестерни (число импульсов на оборот ротора);
- выбор активного фронта сигнала датчика;
- повторение опорных тахометрических импульсов для синхронизации модулей контроля, вычисляющих оборотные составляющие и их фазы (например, модули МК22, МК32);
- обнаружение останова ротора и возможность проверки сигнализации останова ротора.

Функции противоразгонного автомата безопасности (канал измерения 1):

- период измерения частоты вращения и время срабатывания уставок от 5 до 100 мс;
- уставки 1, 2 канала измерения №1 связаны с логическими выходами 1, 2 (соответственно);
- настраиваемое число зубьев шестерни (число импульсов на оборот ротора);
- выбор активного фронта сигнала датчика.

Функции контроля положения бойков противоразгонного автомата безопасности (для каналов измерения 1, 2):

- четыре алгоритма определения положения бойка;
- настройка минимальной частоты вращения ротора для измерения положения бойка.

Функции размаха перемещения без импульсов синхронизации (для всех каналов измерения):

- Не требуется дополнительная калибровка канала измерения по переменному сигналу;
- Частотный диапазон измерений от 0,015 до 1000 Гц;
- Два независимых алгоритма для НЧ и ВЧ составляющих.

Функции измерение прогиба (эксцентриситета) ротора (канал измерения 3):

- период измерения 0,2 с (или один оборот ротора);
- вычисление прогиба ротора по 1-й оборотной составляющей или полигармоническому сигналу датчика;
- вычисление гармонических составляющих сигнала датчика измерения прогиба ротора (2 А размаха от ½ до 5 гармоники и их фазы);
- выбор входа опорных тахометрических импульсов;
- возможность работы 1, 2 каналов измерения в режиме постоянных сигналов при работе 3-го канала измерения в режиме «прогиб ротора»;
- возможность синхронизации от тахометрических импульсов с контрольной поверхностью «Шестерня» (фазы оборотных составляющих не вычисляются);
- коррекция фазового сдвига ФНЧ модуля, измерительного преобразователя и положения установки датчика относительно контрольной поверхности «Паз»;
- блокировка измерения прогиба ротора при выходе частоты вращения ротора за установленные пределы.

Функция линеаризации постоянного сигнала датчика:

- линеаризация методом кусочно-линейной аппроксимации (ток – значение измеряемого параметра);
- до 16 записей (15 отрезков) в таблице линеаризации.

Функция вычисления параметра по формуле:

- аналитическая форма записи;
- до 32 арифметических операций в формуле;
- контроль достоверности данных по каналам измерения модуля.

Функция измерения угла поворота ротора (канал 4):

- Программный компаратор логических импульсов с настройкой уровней переключения в размерности тока;
- Число импульсов на один оборот ротора от 2 до 100;
- Частота вращения ротора до 100 об/мин.

К другим особенностям модуля МК22 относится:

- входные сигналы каналов измерения: (0(1) – 5) мА; (0(4) – 20) мА; (0 – 3) В;
- 12 логических выходов с настраиваемым алгоритмом работы для реализации схем сигнализации и защиты;
- четыре унифицированных токовых выходов с возможностью программной настройки диапазона;
- поддерживаемые интерфейсы связи: два независимых интерфейса RS485, интерфейс CAN2.0В, диагностический интерфейс (разъем на лицевой панели модуля);
- сервисное программное обеспечение для ПК визуализации текущего состояния, настройки и калибровки модуля;
- выпуск модуля в нескольких вариантах исполнения (см. таблицу 1);
- однополярное питание модуля постоянным напряжением +24 В, низкое энергопотребление;
- питание преобразователей (датчиков) осуществляется через самовосстанавливающиеся предохранители 200 мА, установленные на плате модуля МК22, постоянным напряжением +24 В.

Все настройки модуля МК22 осуществляется с помощью персонального компьютера или специализированного прибора наладчика ПН31. Для настройки модуля с помощью персонального компьютера на компьютере должна быть запущена программа ModuleConfigurator.exe, модуль МК22 должен быть подключен к компьютеру через модуль диагностического интерфейса MC01 USB (интерфейс ПК USB).

Конструктивно МК22 выполнен в виде модуля 3U для каркасов типа «Евромеханика» 19».

Перечень вариантов исполнения модуля контроля МК22 представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Варианты исполнения модуля контроля МК22

Код исполнения	Обозначение	Примечание
МК22-DC-R2	ВШПА.421412.3022-10	Ограниченная система индикации, лицевая панель 20 мм. Настройка, просмотр измеренных значений и состояния модуля возможно только по цифровым интерфейсам связи.
МК22-DC-001-R2	ВШПА.421412.3022-11	Расширенная система индикации и управления, лицевая панель 40 мм. На лицевой панели модуля расположен специализированный цифро-символьный ЖКИ с возможностью отображения результатов измерений по всем каналам одновременно, светодиоды ограниченной системы индикации и управляющие кнопки.
МК22-DC-11-R2	ВШПА.421412.3022-12	Расширенная система индикации и управления, лицевая панель 40 мм. На лицевой панели модуля расположен 7-сегментный цифровой индикатор, дополнительные светодиоды индикации и управляющие кнопки.
МК22-DC-001-R2-M-Base-PO	ВШПА.421412.3022-20	Аналогично МК22-DC-001-R2 с реализацией гальванически изолированных унифицированных токовых выходов (пассивный режим)
МК22-DC-001-R2-COMP.01	ВШПА.421412.3022-30	Аналогично МК22-DC-001-R2 с установленной платой управляемых компараторов COMP.01-2CH-МК32-MS для каналов измерения 1, 2

2 Технические характеристики

Таблица 2 - Основные технические характеристики модуля МК22

Наименование параметра	Значение
Количество каналов измерения постоянных сигналов	4
Количество каналов измерения частоты вращения ротора	2 ¹⁾
Количество каналов измерения частоты вращения ротора в режиме противоразгонного автомата безопасности	1 ²⁾
Количество каналов измерения положения бойка противоразгонного автомата безопасности	2 ¹⁾
Количество каналов измерения прогиба ротора	1 ³⁾
Диапазоны измерения входного сигнала <ul style="list-style-type: none"> • постоянного тока, мА • постоянного напряжения, В 	1 – 5; 4 – 20 0,56 – 2,8
Входное сопротивление, Ом <ul style="list-style-type: none"> • постоянного тока • постоянного напряжения 	560 ± 2; 140 ± 0,5 не менее 50 000
Количество уставок по каждому каналу измерения	4
Количество дискретных (логических) выходов	12
Выходные дискретные сигналы модуля <ul style="list-style-type: none"> • постоянное напряжение, В, не более • ток выхода, мА, не более 	открытый коллектор 24 100
Типы поддерживаемых цифровых интерфейсов связи	RS485 CAN 2.0B диагностический SPI
Напряжение питания, В	+(24 ± 1,0)
Потребляемый ток, мА, не более	100 ⁴⁾
Диапазон рабочей температуры окружающего воздуха (от и до включ.), °C	+5 – +45
¹⁾ Для каналов измерения 1, 2. ²⁾ Для каналов измерения 1. ³⁾ Для канала измерения 3. ⁴⁾ Ток потребления указан без учета тока потребления датчиков и других внешних цепей.	

Таблица 3 - Характеристики измерения постоянных сигналов модулем МК22

Наименование параметра	Значение
Диапазоны измерения и сигнализации постоянных сигналов	определяется типом подключенного датчика
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения постоянного сигнала, %, не более <ul style="list-style-type: none"> • по унифицированному сигналу • по цифровому индикатору 	± 1,0 ± 0,5
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,1

Таблица 4 - Характеристики измерения частоты вращения ротора модулем МК22

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения частоты вращения ротора, об/мин	0,5 – 12000 ¹⁾
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения ротора по цифровому индикатору, об/мин, не более	± 0,5
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения частоты вращения ротора по унифицированному выходу, %, не более	± 1,0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с <ul style="list-style-type: none"> • в нормальном режиме работы • в режиме противоразгонного автомата безопасности (для канала 1) 	0,1 - 1,0 0,005 - 0,100
¹⁾ Диапазон с указанной метрологической точностью. Фактический диапазон измерения от 0,1 об/мин. До версии 1.67 ПО модуля диапазон измерения от 1 об/мин.	

Таблица 5 - Характеристики измерения положения бойка автомата безопасности модулем МК22

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения положения бойка, мм	0 – 6 ¹⁾
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %, не более <ul style="list-style-type: none"> • по унифицированному сигналу • по цифровому индикатору 	± 6,0 ± 6,0
Диапазон частот измерения, Гц	5 – 10 000
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот, % <ul style="list-style-type: none"> • 5 – 1 000 Гц • 1 000 – 10 000 Гц 	± 2,5 +2,5; -20,0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,1
¹⁾ Определяется типом датчика. Примечание - Характеристики контроля положения бойка противоразгонного автомата безопасности представлены для каналов измерения с датчиками аппаратуры «Вибробит 100».	

Таблица 6 - Характеристики измерения прогиба (эксцентриситета) ротора модулем МК22

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения размаха относительного виброперемещения, эксцентриситета, мм	0,02 – 0,50
Диапазон частот измерения двойной амплитуды и фазы оборотной составляющей, Гц	0,05 – 160
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения переменного сигнала на базовой частоте, %, не более <ul style="list-style-type: none"> • по унифицированному сигналу • по цифровому индикатору 	± 1,0 ± 1,0
Базовая частота измерения, Гц	80 ± 1
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазонах частот для оборотных составляющих, %	± 2,0
Диапазон измерения фазы синусоидального сигнала, °	0 – 360
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения фазы синусоидального сигнала, °	± 4,0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,2

Таблица 7 - Характеристики измерения размаха перемещения модулем МК22 без импульсов синхронизации

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения размаха относительного перемещения, эксцентриситета, мкм	Соответствует диапазону измерения зазора
Диапазон частот измерения размаха относительного перемещения, Гц	0,015 – 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения переменного сигнала на базовой частоте, %, не более <ul style="list-style-type: none"> • по унифицированному сигналу • по цифровому индикатору 	± 2,0 ± 2,0
Базовая частота измерения, Гц	80 ± 1
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазонах частот для оборотных составляющих, %	± 5,0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,2
Функция измерения размаха перемещения без импульсов синхронизации доступна в модуле контроля МК22 с версий ПО от 1.68.	

Таблица 8 - Характеристики унифицированных токовых выходов модуля МК22

Наименование параметра	Значение
Количество унифицированных сигналов постоянного тока	4
Выходной унифицированный сигнал постоянного тока, мА	0(1) – 5 0(4) – 20
Сопrotивление нагрузки выходного унифицированного сигнала, Ом, не более <ul style="list-style-type: none"> • диапазон 0(1) – 5 • диапазон 0(4) – 20 	2000 500
<u>Дополнительные характеристики для варианта исполнения МК22-DC-001-R2-PO</u>	
Тип унифицированных выходов	Пассивный регулятор с гальванической изоляцией ¹⁾
Напряжение источника питания унифицированного токового выхода, В	от 18 до 30
Рабочее напряжение гальванической изоляции унифицированного токового сигнала, В, не более	400 ²⁾
¹⁾ Каждый выход имеет гальваническую изоляцию от других унифицированных выходов и источника питания модуля. ²⁾ Напряжение приложенное между любыми гальванически изолированными цепями, либо шиной заземления и любой гальванически изолированной цепью. Значения приведены для нормальных условий, согласно ГОСТ Р 53429-2009.	

Таблица 9 - Характеристики интерфейса RS485

Наименование параметра	Значение
Количество интерфейсов RS485	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 10 - 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	0x22 (34)
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	1200
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	5
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	± 16
Гальваническая изоляция от источника питания модуля	нет

Таблица 11 - Характеристики диагностического интерфейса (D.port)

Наименование параметра	Значение
Тип интерфейса	ведомый SPI
Адрес МК22 на интерфейсе SPI	0x38
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 изоляция от источника питания модуля	нет

Таблица 12 - Дополнительные характеристики МК22

Наименование параметра	Значение
Габаритные размеры, мм <ul style="list-style-type: none"> • модуль контроля МК22-DC-R2 • модуль контроля МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2, МК22-DC-001-R2-M-Base-PO 	20,1 x 130 x 190 40,3 x 130 x 190
Масса, кг, не более <ul style="list-style-type: none"> • модуль контроля МК22-DC-R2 • модуль контроля МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2, МК22-DC-001-R2-M-Base-PO 	0,15 0,20
Время готовности (прогрева), мин, не более	1
Режим работы	непрерывный
Средняя наработка на отказ (расчетное), часов, не менее	100 000
Средний срок службы, лет	10
Допустимая относительная влажность, %	80 при темп. +35°C
Напряжение промышленных радиопомех, дБ·мкВ, не более <ul style="list-style-type: none"> - на частотах от 0,15 до 0,5 МГц - на частотах от 0,5 до 2,5 МГц - на частотах от 2,5 до 30 МГц 	80 74 60
Гарантийный срок эксплуатации, месяцев	24
Условия транспортирования по ГОСТ 23216-78	Ж
Условия хранения по ГОСТ 11550-69	3 (Ж3)

3 Средства индикации и управления

Лицевая панель модуля МК22 отличается в зависимости от варианта исполнения. Внешний вид лицевых панелей модуля МК22 показан на рисунке 1.

На всех видах лицевых панелей расположены следующие элементы:

- ручка для установки/демонтажа модуля в секции;
- крепежные винты модуля к секции;
- разъем диагностического интерфейса **D.port**;
- потайная кнопка сброса модуля **Reset**;
- светодиод состояния модуля **Ok**.

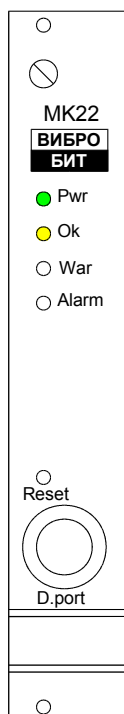
По цвету свечения светодиода **Ok** можно определить состояние модуля:

- зеленый цвет – нормальная работа модуля;
- желтый цвет – выходная логическая сигнализация заблокирована после включения (сброса) модуля или по команде пользователя;
- красный цвет – фатальная ошибка в работе модуля, работа модуля заблокирована;
- мигание зеленым (желтым) цветом – обнаружена ошибка по тесту датчика для одного из каналов измерения.

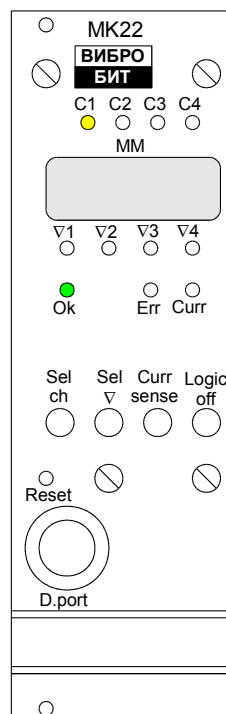
3.1 Вариант исполнения МК22-DC-R2

Узкая лицевая панель (ширина 20мм) с ограниченной системой индикации и управления. Просмотр результатов измерения возможно только при считывании по цифровым интерфейсам связи. Дополнительно на лицевой панели модуля расположены:

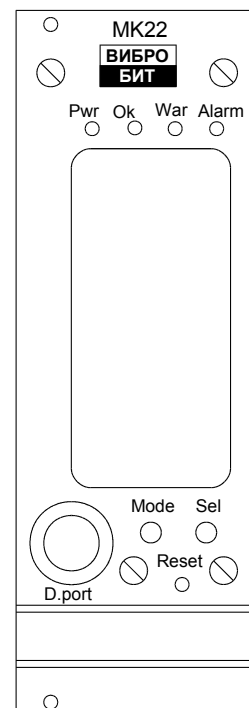
- зеленый светодиод '**Pwr**' – включено питание модуля;
- двцветный светодиод '**Ok**' – индикация состояние модуля;
- желтый светодиод '**War**' – предупреждение (логика работы светодиода определяется при настройке модуля);
- красный светодиод '**Alarm**' – тревога (логика работы светодиода определяется при настройке модуля).



а) МК22-DC-R2



б) МК22-DC-11-R2



в) МК22-DC-001-R2,
МК22-DC-001-R2-PO

Рисунок 1 - Внешний вид лицевой панели МК22

3.2 Вариант исполнения МК22-DC-11-R2

Лицевая панель модуля МК22 с 7-сегментным 4-разрядным светодиодным индикатором, вспомогательными сигнальными светодиодами и управляющими кнопками. В данном варианте модуля МК22 на индикаторе одновременно отображается информация только по одному из каналов измерения.

На лицевой панели расположены:

- четыре желтых светодиода '**C1**', '**C2**', '**C3**' и '**C4**' индикации выбранного канала измерения.
- цифровой 4-разрядный 7-сегментный индикатор для отображения измеренных значений параметров и вывода сообщений.
- четыре желтых светодиода '**V1**', '**V2**', '**V3**' и '**V4**' индикации выхода параметра за соответствующие уставки выбранного канала измерения (при отображении значения уставки соответствующий светодиод уставки мигает).
- двцветный светодиод '**Ok**' – индикация состояние модуля.
- красный светодиод '**Err**' – индикация неисправности выбранного канала измерения (если работа канала измерения нормализовалась, но еще не отсчитана пауза после нормализации работы канала и началом теста значения параметра по уставкам, светодиод '**Err**' мигает).
- желтый светодиод '**Curr**' – индикация вывода на индикатор текущего значения тока датчика (при выводе тока датчика на индикатор выбранного канала измерения светодиод '**Curr**' мигает).
- четыре управляющие кнопки:
 - '**Sel ch**' – выбор канала измерения для отображения значения параметра и состояния канала измерения (выключенные каналы измерения не отображаются).
 - '**Sel V**' – вывод на индикатор значения уставок (выключенные уставки не отображаются).
 - '**Curr sense**' – вывод на индикатор тока датчика.
 - '**Logic off**' – блокировка работы логических выходов.
- отверстие для нажатия на потайную кнопку сброса '**Reset**'.
- разъем диагностического интерфейса.
- ручка для удобного демонтажа модуля из каркаса.

Переключение между каналами измерения осуществляется нажатием на кнопку '**Sel ch**'. При выборе нового канала измерения на индикаторе сразу отображается текущее значение основного параметра выбранного канала. Переключение на отображение информации по каналу измерения не выполняется, если работа данного канала измерения заблокирована в настройках модуля МК22. Если в настройках модуля все каналы измерения выключены, то на индикаторе отображается 'OFF'.

Циклический просмотр значения уставок выполняется по нажатию на кнопку '**Sel V**'. На индикаторе отображается значение уставки, при этом светодиод соответствующей уставки будет мигать. Если в течение установленного времени переключение на следующую уставку не произошло, то модуль перейдет к индикации значения основного измеряемого параметра. Если уставка выключена в настройках модуля, то данная уставка на индикаторе не отображается. Если работа ни одной из уставок не разрешена, то вывод значения уставок на индикатор не выполняется.

Для вывода на индикатор тока датчика необходимо нажать на кнопку '**Curr sense**'. На индикаторе отображается ток датчика в формате ##.## даже, если обнаружена неисправность датчика, при этом светодиод '**Curr**' мигает.

Включение/выключения логических выходов осуществляется нажатием и удержанием кнопки '**Logic off**', пока не произойдет переключения режима работы логических выходов. При блокировке работы логических выходов светодиод '**Ok**' светится желтым цветом, а все логические выходы находятся в неактивном состоянии.

Для каждого из каналов измерения может быть настроен собственный формат отображения измеренных значений параметра. При попытке выдать на индикатор значение, выходящее за допустимые пределы, на индикаторе появится максимально допустимое значение (для отрицательных значений – минимально допустимое).

Таблица 13 - Форматы отображения данных на индикаторе

Код режима	Формат отображения	Допустимы значения для МК22-DC-11-R2	Допустимы значения для МК22-DC-001-R2(-M-Base-PO)
0	#.###	от 0.000 до 9.999	от 0.000 до 19.999
1	##.##	от -9.99 до 99.99	от -9.99 до 199.99
2	###.#	от -99.9 до 999.9	от -99.9 до 1999.9
3	####	от -999 до 9 999	от -999 до 19 999

3.3 Вариант исполнения МК22-DC-001-R2

Лицевая панель модуля МК22 со специализированным цифро-символьным ЖКИ (жидкокристаллический индикатор), сигнальными светодиодами и управляющими кнопками. На индикаторе одновременно отображаются результаты измерения и состояние всех каналов измерения.

На лицевой панели расположены:

- специализированный ЖКИ со встроенной светодиодной подсветкой;
- сигнальные светодиоды:
 - зеленый светодиод '**Pwr**' – включение питания блока;
 - двухцветный светодиод '**Ok**' – состояние модуля;
 - желтый светодиод '**War**' – предупреждение (логика работы светодиода определяется при настройке модуля);
 - красный светодиод '**Alarm**' – тревога (логика работы светодиода определяется при настройке модуля).

Две управляющие кнопки:

- кнопка '**Mode**' – выбор режима отображения;
- кнопка '**Sel**' – выбор отображаемых данных.

Символами '**V1**', '**V2**', '**V3**', '**V4**' (в рамке) сигнализируется о выходе значения контролируемого параметра за уставки.

Символ '**Er**' (в рамке) показывает, что по данному каналу измерения обнаружена неисправность датчика, значение измеряемого параметра принимается равным нулю (на ЖКИ отображаются прочерки), сигнализация по уставкам соответствующего канала измерения находится в неактивном состоянии.

Как только работа канала измерения нормализуется символ '**Er**' начнет мигать, модуль отсчитывает тайм-аут нормализации работы канала измерения (определяется при настройке модуля).

Для просмотра на индикаторе постоянного тока датчиков нажмите и удерживайте кнопку '**Mode**', пока на ЖКИ не появится значение тока датчиков (по двум каналам одновременно). При выводе тока датчиков на ЖКИ появятся символы единиц измерения '**mA**', а символы выхода значения измеряемого параметра за уставки отображаться не будут. Возврат к нормальному режиму индикации происходит по повторному удержанию кнопки '**Mode**' или автоматически по тайм-ауту.

Для просмотра на ЖКИ значения уставок нажмите и удерживайте кнопку '**Sel**' пока не начнет мигать знак 1-го канала измерения '**K1**' и символ первой уставки '**V1**'. Повторно (кратковременно) нажимая на кнопку '**Sel**', можно просмотреть все 4 уставки по текущему каналу измерения. Значения уставок отображаются взамен результатов измерений. Если уставка выключена (в настройках модуля), то вместо значения уставки отображаются прочерки.

Посмотреть значение уставки другого канала измерения можно нажав на кнопку '**Mode**' в режиме отображения уставок. Возврат к нормальному режиму индикации происходит по повторному удержанию кнопки '**Sel**' или автоматически по тайм-ауту.

Включение/выключение логических выходов осуществляется одновременным нажатием и удержанием кнопок '**Mode**'-'**Sel**', пока не произойдет переключения режима работы логических выходов. При блокировке логических выходов светодиод '**Ok**' светиться желтым цветом, а все логические выходы находятся в неактивном состоянии.



Рисунок 2 - Пример отображения данных на ЖКИ DC-001

4 Работа модуля

4.1 Включение питания

По включению питания параметры работы модуля МК22 загружаются из энергонезависимой памяти. Параметры работы разделены на секции:

- параметры каналов измерения;
- системные параметры;
- параметры интерфейсов связи.

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 в энергонезависимой памяти имеет основное и резервное размещение. Если секция параметров 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 модуля блокируется, на 12-ом логическом выходе будет присутствовать активный уровень сигнала, светодиод **'Ok'** на лицевой панели будет светиться красным цветом.

При нормальной загрузке параметров работы перед началом работы модуля МК22:

- МК22-DC-R2 – светодиод **'Ok'** мигает желтым цветом, показывая, что идет стартовая инициализация модуля;
- МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2 - светодиод **'Ok'** светится желтым цветом, на индикаторе отображается серийный номер модуля, затем, год выпуска модуля и проводится стартовая инициализация МК22.

После включения питания (сброса) модуля МК22 работа логических выходов заблокирована на установленное время. Если работа логических выходов заблокирована, светодиод **'Ok'** светится желтым цветом.

Не рекомендуется, но допускается, «горячая» замена модуля МК22 в секции без выключения питания для всех вариантов исполнения модуля МК22.

4.2 Сброс модуля

При сбросе модуля производится аппаратный сброс микроконтроллера и выполняется последовательность действий, соответствующая включению питания. Причинами сброса модуля МК22 могут быть:

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

Через отверстие на лицевой панели модуля, нажатием на потайную кнопку **'Reset'**, установленную на плату модуля МК22, пользователь может выполнить сброс модуля и «Холодный старт» модуля.

Для сброса модуля – временно нажмите кнопку **'Reset', затем нажмите кнопку **'Reset'** и удерживайте ее, пока не произойдет сброс модуля.**

Сброс модуля можно выполнять только после отображения идентификационной информации (номер модуля, год выпуска) и завершения цикла инициализации модуля МК22.

4.2.1 «Холодный старт» модуля

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

Переход в режим «Холодного старта» выполняется удержанием кнопки **'Reset'** во время всего цикла вывода идентификационной информации и инициализации модуля после его сброса.

Если модуль перешел в режим «Холодного старта», то:

- МК22-DC-R2 – светодиод **'Ok'** будет мигать желтым цветом синхронно со светодиодом **'War'**.
- МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2 – на индикаторе будет мигать надпись **'Cold'**.

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

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

МК22-DC-R2

При 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 второго раза;
- *красный* – одна из секций данных записана в энергонезависимую память с ошибкой.

МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2 (-M-Base-PO)

- Во время записи на индикаторе отображается надпись **'Load'**. Результаты записи можно определить по цвету свечения светодиода **'Ok'** (аналогично варианту МК22-DC-R2) и сообщению на индикаторе:
- **'Good'** – запись выполнена без ошибок;
- **'bad'** – одна из секций данных была правильно записана в энергонезависимую память со второго раза;
- **'Err'** – одна из секций данных записана в энергонезависимую память с ошибкой.

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

4.3 Измерение параметров

Модуль МК22 работает в режиме реального времени с периодичностью обновления результатов измерения 100 мс. Модуль МК22 выполняет следующие основные операции:

- измеряет постоянный уровень сигнала по каналам измерения;
- вычисляет ток датчика и контролирует исправность датчика;
- вычисляет реальные значения измеряемого параметра;
- сравнивает вычисленные значения параметра с уставками и сигнализирует о выходе за уставки;
- передает измеренные значения на унифицированные выходы;
- формирует логическую сигнализацию;
- обновляет данные на средствах индикации.

Входные цепи каналов измерения содержат самовосстанавливающиеся предохранители и защитные стабилитроны, предотвращающие повреждение модуля импульсными помехами или опасным уровнем напряжения.

4.3.1 Измерение тока датчика

Входной токовый сигнал должен преобразовываться в напряжение. Для этого во входной цепи каналов измерения предусмотрены точные резисторы, соответствующие диапазону тока сигнала датчика в зависимости от требуемого диапазона тока.

Диапазон входных сигналов по напряжению от 0 до 3 В. При работе канала измерения с сигналами напряжения рекомендуется оставлять запас по диапазону полезного сигнала с целью реализации функции – тест исправности датчика.

Входной сигнал (напряжение) проходит через ФНЧ (фильтр низких частот) и поступает на вход 12-разрядного АЦП (аналого-цифрового преобразователя), встроенного в микропроцессор. За 100 мс производится 512 выборок значений АЦП по каждому каналу измерения. Среднее значение АЦП используется в дальнейших расчетах тока датчика. Большое число выборок АЦП позволяет получить фактическое разрешение АЦП по постоянному току 14 бит за счет усреднения.

Ток датчика вычисляется по формуле линейного уравнения:

$$I_{\text{sense}} = A_i + B_i \cdot \text{АЦП}$$

Где:

I_{sense} – вычисленное значение тока датчика;

АЦП – усредненное значение АЦП (AdcConst);

A_i, B_i – коэффициенты линейного уравнения для вычисления тока датчика.

Значение тока датчика I_{sense} может быть выведено на индикатор и используется для вычисления значения измеряемого параметра, представленного сигналами постоянного тока.

Коэффициенты A_i, B_i автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока датчика (20 % от $InRangeCurrMax, InRangeCurrMax$) и сохраненным значениям АЦП ($AdcInMin, AdcInMax$), соответствующим входному диапазону тока датчика, на котором проведена калибровка.

Если одна из пар калибровочных значений (20 % от $InRangeCurrMax, InRangeCurrMax$ или $AdcInMin, AdcInMax$) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты A_i, B_i не вычисляются и принимаются равными нулю (ток датчика I_{sense} всегда равен нулю).

На рисунке 3 показан пример настройки входа канала измерения №1 модуля МК22 в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Нижний уровень диапазона тока датчика, мА	1	0x0600
02. Верхний уровень диапазона тока датчика, мА	5	0x0604
03. Значение АЦП нижнего уровня калибровки тока датчика	813	0x0628
04. Значение АЦП верхнего уровня калибровки тока датчика	3946	0x062A

Рисунок 3 - Пример настройки входа канала измерения №1 в ПО ModuleConfigurator

4.3.2 Тест исправности датчика

Тест датчика осуществляется по вычисленному значению I_{sense} (Current). Датчик считается исправным, если значение находится в допустимых пределах ($CurrValidMin, CurrValidMax$), устанавливаемых при настройке модуля.

Контроль минимального/максимального допустимого тока датчика может быть выключен в настройках модуля (параметры $EnaCurrValidMin, EnaCurrValidMax$ соответственно).

Если значение I_{sense} ниже минимально допустимого уровня тока $CurrValidMin$, то считается, что уровень сигнала датчика слишком мал (устанавливаются флаги $ErrorSenseLow, FlagError$). Для нормализации работы канала измерения значение I_{sense} должно быть выше $CurrValidMin + CurrValidHist$ (сбрасывается флаг $ErrorSenseLow$).

Если значение I_{sense} выше максимально допустимого уровня тока $CurrValidMax$, то считается, что уровень сигнала датчика слишком высок (устанавливаются флаги $ErrorSenseHigh$, $FlagError$). Для нормализации работы канала измерения значение I_{sense} должно быть ниже $CurrValidMax - CurrValidHist$ (сбрасывается флаг $ErrorSenseHigh$).

При любом установленном флаге ненормального уровня тока датчика ($ErrorSenseLow$, $ErrorSenseHigh$) значение измеряемого параметра принимается равным нулю, устанавливается флаг ($FlagError$), если разрешается блокировка канала измерения ($OutOfRangeCurrMode$) при детектировании неисправности датчика.

Не рекомендуется устанавливать значение гистерезиса теста тока датчика ($CurrValidHist$) равным нулю, поскольку может возникнуть эффект частого переключения сигнализации.

После нормализации работы датчика и сброса флагов $ErrorSenseLow$, $ErrorSenseHigh$ сбрасывается флаг $FlagError$ через установленный интервал времени $TestPointSenseOk$. После сброса флага $FlagError$ вычисленное значение измеряемого параметра сравнивается с уставками.

На рисунке 4 показан пример работы алгоритма теста датчика при снижении постоянного тока датчика ниже допустимого уровня. Допустимые уровни тока датчика равны 0,9 мА и 5,1 мА соответственно, гистерезис 0,1 мА.

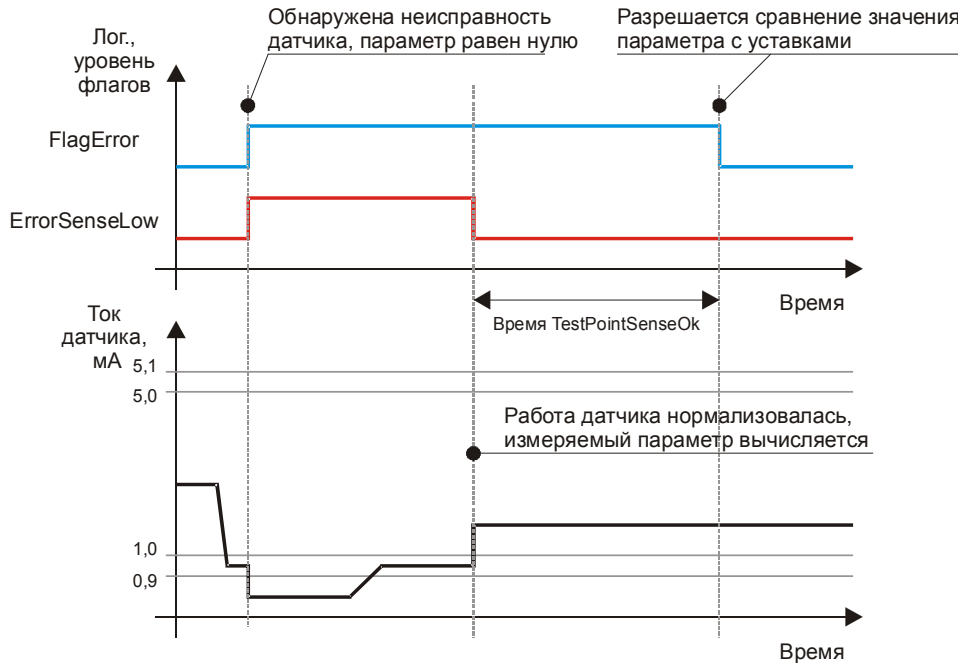


Рисунок 4 - Работа алгоритма теста датчика при снижении постоянного тока датчика ниже допустимого уровня

После сброса модуля считается, что датчик исправен, но необходимо отсчитать тайм-аут перед сравнением значения параметра с уставками т.к. после сброса автоматически устанавливается флаг $FlagError$.

На рисунке 5 показан пример настройки входа канала измерения №1 модуля МК22 в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01.1 Разрешение теста датчика по нижней границе	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0608
01.2 Нижний допустимый предел тока датчика, мА	0,7	0x060C
02.1 Разрешение теста датчика по верхней границе	<input checked="" type="checkbox"/>	0x060A
02.2 Верхний допустимый предел тока датчика, мА	5,3	0x0610
03. Гистерезис по тесту датчика, мА	0,1	0x0614
04. Режим работы контроля тока датчика	блокировать работу канала	0x0630

Рисунок 5 - Пример настройки входа канала измерения №1 в ПО ModuleConfigurator

4.3.3 Измерения значения параметра представленного величиной постоянного тока

Значение параметра вычисляется из значения измеренного тока датчика, если не обнаружена неисправность датчика (флаг `FlagError` сброшен). Если обнаружена неисправность датчика, значение измеряемого параметра не вычисляется и принимается равным нулю.

Вычисление значения измеряемого параметра осуществляется по формуле линейного уравнения:

$$D_{Param} = A_P + B_P \cdot I_{sense}$$

Где:

D_{Param} – вычисленное значение измеряемого параметра;

I_{sense} – вычисленное значение тока датчика;

A_P, B_P – коэффициенты линейного уравнения для вычисления значения измеряемого параметра.

Значение D_{Param} является основным измеряемым параметром, используется для:

- сравнения с уставками;
- отображения на индикаторе, как основной параметр;
- вычисления значения ЦАП (цифро-аналогового преобразователя) для унифицированного выхода.

Коэффициенты A_P, B_P автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока датчика (`InRangeCurrMin, InRangeCurrMax`) и установленному диапазону измеряемого параметра (`RangeParamMin, RangeParamMax`).

Если одна из пар значений (`InRangeCurrMin, InRangeCurrMax` или `RangeParamMin, RangeParamMax`) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты A_P, B_P не вычисляются и принимаются равными нулю (значение измеряемого параметра D_{Param} всегда равен нулю).

На рисунке 6 показан пример настройки основных параметров канала измерения №1 модуля МК22 в ПО `ModuleConfigurator`.

Параметр	Значение	Адрес
01. Разрешение работы канала	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0A00
02. Название параметра	ЧФВ (П)	0x0A0C
03. Нижнее значение диапазона измеряемого параметра	0	0x0A04
04. Верхнее значение диапазона измеряемого параметра	5000	0x0A08
05. Единицы измерения	об/мин	0x0A14
06.1 Формат вывода на индикатор	####	0x0A1C
06.2 Адаптивный режим вывода на индикатор	<input type="checkbox"/>	0x0A1D
07. Глубина усреднения результатов	0	0x0A1E
08. Токовый выход. Нижнее значение диапазона параметра	0	0x0A48
09. Токовый выход. Верхнее значение диапазона параметра	5000	0x0A4C

Рисунок 6 - Пример настройки основных параметров канала измерения №1 в ПО `ModuleConfigurator`

Дополнительно для каждого канала измерения существует возможность указать:

- название параметра, 8 символов `MeasurName` (информационное назначение);
- единицы измерения, 8 символов `MeasurUnit` (информационное назначение);
- формат вывода на индикатор `FormatOut` (количество разрядов после десятичной запятой, диапазоны отображаемых значений представлены в таблице 13);
- адаптивный режим формата вывода на индикатор `AdaptiveOut` (реализовано с версии 1.67 ПО модуля МК22), регистром `FormatOut` устанавливается максимальная точность отображения, переключение между форматами происходит автоматически в зависимости от отображаемого значения;
- глубина усреднения результатов измерения `AverageDepth`;
- диапазон измеряемого параметра на унифицированном выходе (как правило совпадает с диапазоном измерения).

4.3.4 Усреднение значения измеряемого параметра

Перед использованием вычисленного значения параметра D_{Param} (вывод на индикатор, сравнение с уставками, расчет значения ЦАП для унифицированного выхода) возможно усреднение значения методом скользящего среднего (несколько последних вычисленных значений измеряемого параметра усредняются для получения окончательного значения D_{Param}).

Глубина усреднения устанавливается при настройке модуля (`AverageDepth`) и может варьироваться от 1 до 10 (1 – нет усреднения; 10 – максимальное усреднение). Усреднение позволяет стабилизировать значения измеряемого параметра (при индикации вариация значения измеряемого параметра будет минимальна), однако, увеличение глубины усреднения приводит к большей инерционности при работе сигнализации и защитного отключения.

4.3.5 Сравнение вычисленного значения параметра с уставками

Если флаг сброшен `FlagError` (отсчитана пауза после нормализации работы датчика), вычисленное значение измеряемого параметра D_{Param} сравнивается с уставками, установленными при настройке модуля.

Если обнаружена неисправность датчика и установлен флаг `FlagError`, сравнение вычисленного значения параметра D_{Param} с уставками не производится, и все флаги выхода значения измеряемого параметра за уставки сброшены.

Для каждого из каналов измерения предусмотрены по четыре уставки (`TestPointData`) с индивидуально настраиваемыми режимами работы (`TestPointMode`), уровнем гистерезиса (`TestPointHist`) и временем реакции перехода через уставку (`TestPointTime`).

Таблица 14 - Режимы работы уставок

Код режима	Описание
0	Уставка выключена, проверка не выполняется
1	Проверка выше уставки
2	Проверка ниже уставки

Режим работы – уставка выключена

Значение измеряемого параметра D_{Param} с уставкой `TestPointData` не сравнивается, флаг `OutPoint` всегда сброшен.

Режим работы – проверка выше уставки

Если в течение времени `TestPointTime` значение D_{Param} выше `TestPointData`, считается, что уровень параметра слишком высок и устанавливается флаг `OutPoint`. Для сброса флага `OutPoint` (нормальный уровень) значение измеряемого параметра D_{Param} должно быть ниже `TestPointData - TestPointHist` в течение времени `TestPointTime`.

Режим работы – проверка ниже уставки

Если в течение времени `TestPointTime` значение D_{Param} ниже `TestPointData`, считается, что уровень параметра слишком мал и устанавливается флаг `OutPoint`. Для сброса флага `OutPoint` (нормальный уровень) значение измеряемого параметра D_{Param} должно быть выше `TestPointData + TestPointHist` в течение времени `TestPointTime`.

На рисунке 7 показан пример работы сигнализации по уставке 1,7 мм (контроль осевого сдвига ротора) с гистерезисом 0,02 мм.

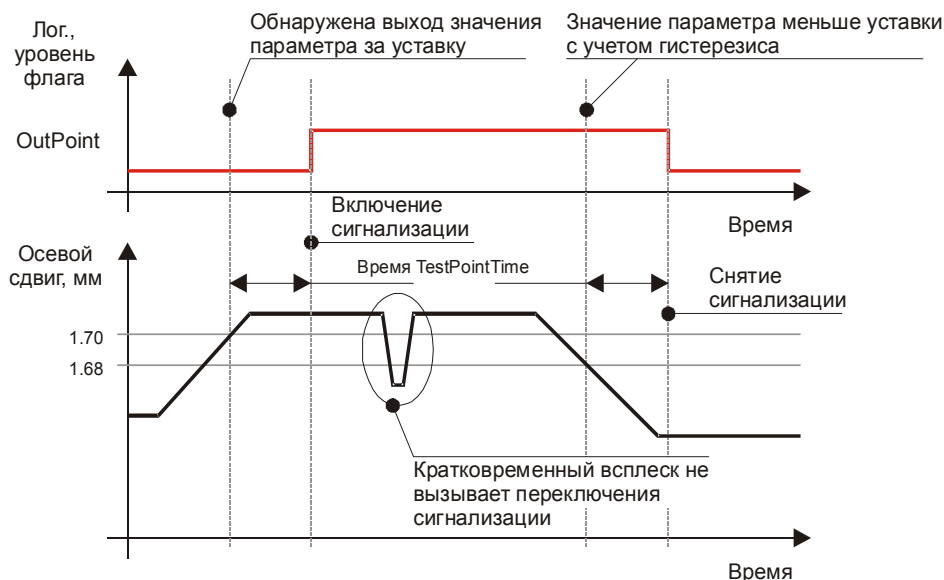


Рисунок 7 - Пример работы алгоритма работы уставки (режим – проверка выше уставки)

В ПО модуля МК22 с версии 1.60 реализованы индивидуальные уровни гистерезиса для каждой уставки.

На рисунке 8 показан пример настройки уставок ОСП для канала измерения №1 модуля МК22 в ПО `ModuleConfigurator`.

В ПО модуля с версии 1.68 реализован параметр `TestPointDisplayOut`, с помощью которого возможно установить формат отображения значения уставок на индикаторе модулей МК22-DC-001-R2.

Параметр	Значение	Адрес
00.1 Время реакции перехода через уставки, сек	1	0x0A3C
00.2 Формат отображения уставок на ЖКИ	##.##	0x0A3A
01. Уставка 1		
01.1 Режим	Ниже	0x0A20
01.2 Значение	-0,8	0x0A28
01.3 Гистерезис	0,1	0x0A50
02. Уставка 2		
02.1 Режим	Выше	0x0A22
02.2 Значение	0,4	0x0A2C
02.3 Гистерезис	0,1	0x0A54
03. Уставка 3		
03.1 Режим	Ниже	0x0A24
03.2 Значение	-1,1	0x0A30
03.3 Гистерезис	0,1	0x0A58
04. Уставка 4		
04.1 Режим	Выше	0x0A26
04.2 Значение	0,8	0x0A34
04.3 Гистерезис	0,1	0x0A5C

Рисунок 8 - Пример настройки уставок ОСР канала измерения №1 в ПО ModuleConfigurator

4.4 Измерение дополнительных параметров

Каждый канал модуля МК22 кроме возможности измерения постоянных сигналов может быть настроен для работы в расширенном режиме:

Канал измерения №1

- частота вращения ротора (тахометрический сигнал);
- режим противоразгонного автомата безопасности (тахометрический сигнал, скорость реакции от 5 мс);
- положение бойка противоразгонного автомата безопасности.

Канал измерения №2

- частота вращения ротора (тахометрический сигнал);
- положение бойка противоразгонного автомата безопасности.

Канал измерения №3

- прогиб (эксцентриситет) ротора (переменный сигнал).

Канал измерения №4

- линеаризация сигнала датчика (постоянный сигнал);
- вычисление параметра по формуле.

В ПО модуля с версии 1.68 возможно включение режима работы «Вычисление размаха перемещения без импульсов синхронизации» для любого из каналов измерения.

Для работы каналов измерений в расширенном режиме необходимо разрешение работы дополнительных функций (EnabledAdd). Значение кодов дополнительных функций по каналам измерения представлено в таблице 24.

На рисунке 9 показан пример настройки дополнительных функций каналов измерения модуля МК22 в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Канал 1	Измерение частоты вращения ротора	0x0A02
02. Канал 2	Измерение частоты вращения ротора	0x0B02
03. Канал 3	Измерение прогиба ротора	0x0C02
04. Канал 4	Выключено	0x0D02

Рисунок 9 - Пример настройки дополнительных функций каналов измерения в ПО ModuleConfigurator

4.4.1 Измерение частоты вращения ротора

В расширенном режиме каналы 1 и 2 выполняют измерение частоты вращения ротора. Период измерения частоты вращения ротора устанавливается при настройке модуля и может принимать значения от 0,1 до 1,0 с. В случае, когда период импульсов сигнала больше установленного периода измерения, значение периода измерения принимается равным значению периода импульсов сигнала.

Канал в режиме измерения частоты модуль МК22 выполняет следующие основные операции:

- вычисляет ток датчика и контролирует исправность датчика;
- измеряет частоту вращения ротора;
- повторяет тахометрические импульсы для синхронизации модулей контроля, измеряющие переменные сигналы (только для контрольной поверхности «паз», один импульс на оборот ротора);
- сравнивает вычисленные значения параметра с уставками и сигнализирует о выходе за уставки;
- передает измеренные значения на унифицированные выходы;
- формирует логическую сигнализацию;
- обновляет данные на средствах индикации;
- поддерживает цифровые интерфейсы связи.

Все каналы измерения частоты работают идентично, синхронно, независимо друг от друга. Общими являются несколько параметров:

- `FreqMeasurTime` - период измерения частоты вращения ротора от 0,1 до 1,0 с;
- `TestPointSenseOk` - тайм-аут теста уставок после нормализации работы датчика;
- `TimeOut_TestStop` - тайм-аут проверки режима «СТОП».

Измерение частоты вращения ротора выполняется, если не обнаружена неисправность датчика (флаг `FlagError` сброшен). Если обнаружена неисправность датчика, частота вращения ротора не вычисляется и принимается равным нулю.

Определение частоты вращения ротора осуществляется методом измерения периода импульсов синхронизации, подсчетом числа передних фронтов тактового сигнала частотой 10 МГц между двумя активными фронтами импульсов синхронизации.

Значение периода импульсов синхронизации усредняется за цикл измерения (определяется параметром `FreqMeasurTime`), затем вычисляется частота вращения ротора в об/мин (с учетом настроенного числа импульсов на оборот ротора `Tooth`). Если за время цикла измерения был зафиксирован только один период импульсов синхронизации, то в расчете частоты используется не усредненное значение периода.

Минимальная измеряемая частота вращения ротора задается параметром `FrequencyMin` (не менее 0,9 об/мин). Если частота вращения ротора меньше установленного значения, считается, что импульсы синхронизации отсутствуют (ротор остановлен).

Полярность активного фронта входных импульсов и повторяемых импульсов синхронизации определяется программно (`PolarityIn, PolarityOut`). Импульсы синхронизации генерируются только при разрешении в настройках модуля (параметр `PulseEna`). Импульсы синхронизации генерируются (при разрешении в настройках модуля), даже если обнаружена неисправность датчика. Графики импульсов синхронизации представлены на рисунке 11.

Разрешение проверки сигнализации «СТОП» определяется параметром `StopTestEna`. Проверка уставок в режиме «СТОП» разрешается параметром `PointStopEna`.

Фильтрация высокочастотного шума в канале измерения частоты вращения ротора осуществляется настройкой параметра (`PulsePeriodMin`) - "Минимальное время периода импульсов синхронизации, мс" в диапазоне от 0 до 49,99 мс. Значение 0 (более или равно 50 мс) - функция выключена.

На рисунке 10 показан пример настройки измерения частоты вращения ротора по каналу №1 в ПО `ModuleConfigurator`.

Параметр	Значение	Адрес
01. Число импульсов на один оборот	1	0x1800
02. Минимальная измеряемая частота, об/мин	0,12	0x180C
03. Передавать импульсы синхронизации на логический выход	<input checked="" type="checkbox"/>	0x1802
04. Полярность активного фронта входных импульсов	Передний	0x1804
05. Полярность активного фронта выходных импульсов	Передний	0x1806
06. Проверка сигнализации "СТОП"	<input type="checkbox"/>	0x1808
07. Проверка уставок в режиме "СТОП"	<input type="checkbox"/>	0x180A
08. Фильтр единичных всплесков измерения частоты	<input checked="" type="checkbox"/>	0x1810

Рисунок 10 - Пример настройки измерения частоты вращения ротора по каналу №1 в ПО `ModuleConfigurator`

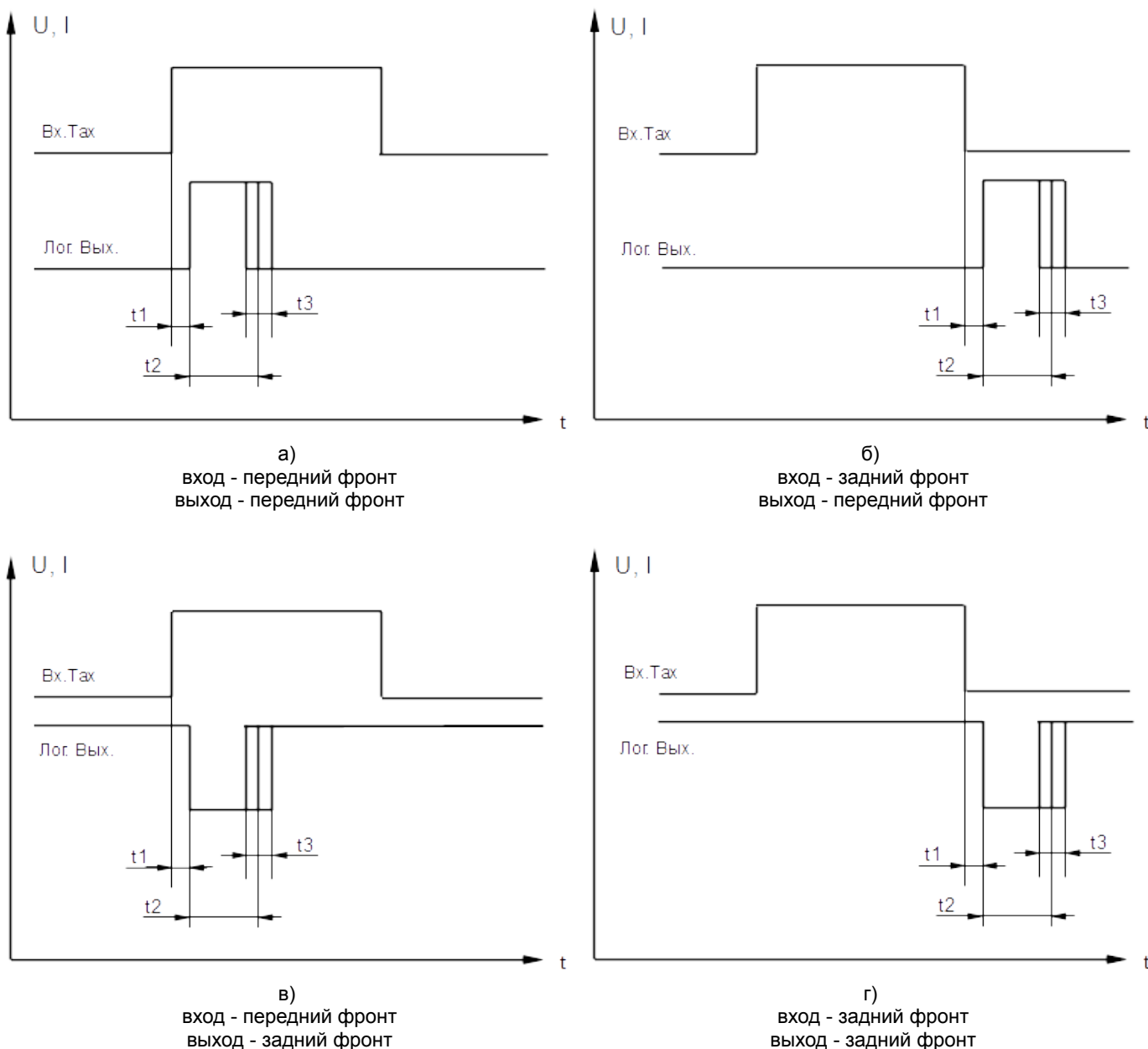


Рисунок 11 - Полярность входных и выходных импульсов синхронизации в зависимости от настройки активных фронтов импульсов

На рисунке 11 временные параметры соответствуют:

- t_1 – фиксированная по времени задержка 40 мкс, что соответствует $0,72^\circ$ на частоте вращения 3000 об/мин;
- t_2 – средняя длительность сигнала выходного импульса 870 мкс (на логическом выходе);
- t_3 – «Джиттер» (или дрейф) длительности выходного импульса 250 мкс.

Выходной сигнал синхронизации модуля МК22 имеет не фиксированную длительность, но при этом он имеет фиксированную временную привязку (в соответствии с настройкой) по «переднему» либо «заднему» фронту относительно входного сигнала.

В версии 1.67 ПО модуля МК22 реализован фильтр единичных всплесков измерения частоты вращения ротора, которые могут быть связаны с «пропуском», «созданием ложного» импульса первичным датчиком (преобразователем) канала измерения частоты. Включение функции фильтра - не нулевое значение регистра `FilterOnePulse`. Функция фильтра влияет только на результат измерения частоты, отображаемый на индикаторе модуля, передаваемый по интерфейсам связи, и не оказывает воздействие на повторение импульсов синхронизации.

4.4.2 Плата компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS (версия ПО 1.68)

Плата компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS предназначена для выделения тахометрических импульсов по каналам измерения 1, 2 при измерении частоты вращения ротора. Применение платы компараторов целесообразно при входном сигнале, пропорциональном мгновенному зазору до контрольной поверхности (например для датчика ДВТ10, преобразователя ИП34 аппаратуры «Вибробит 100»).

Плата компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS позволяет:

- Измерять зазор до контрольной поверхности (КП) во время остановки ротора
- Измерять зазор до КП во время вращения ротора с учетом наличия тахометрических меток
- Устанавливать уровни компарирования для выделения тахометрического сигнала
- Автоматически подстраивать уровни компарирования при изменении зазора до КП во время вращения ротора
- Выделять тахометрические импульсы для последующего измерения частоты вращения ротора

Модуль контроля МК22 комплектуется платой компараторов в варианте исполнения МК22-DC-001-R2-COMP.01. В данном варианте исполнения модуля частота среза входного фильтра ФНЧ по каналам измерения 1, 2 составляет 15кГц. Расширение полосы пропускания фильтра ФНЧ необходимо для достоверного измерения зазора до КП во время вращения ротора.

Включение управления платой компараторов осуществляется в системных параметрах модуля МК22, выбором в качестве типа платы расширения «Плата компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS» (пример на рисунке 25). После изменения параметра «Тип платы расширения» требуется сбор модуля контроля для инициализации функции управления.

Каналы измерения 1, 2 с платой компараторов работают идентично, независимо друг от друга. Для каждого из каналов измерения предусмотрены собственная группа дополнительных параметров. При отсутствии настройки (нулевых значениях параметров управления платой компараторов) или ошибочных параметрах уровни переключения компаратора соответствуют:

- Для диапазона тока 1-5мА: логический '0' - 2,75мА; логическая '1' - 3,25мА.
- Для диапазона тока 4-20мА: логический '0' - 11мА; логическая '1' - 13мА.

Уровни переключения компаратора устанавливаются с помощью 12-разрядного ЦАП. На рисунке 12 представлена структурная схема канала измерения 1 при установленной в модуле МК22 платы расширения COMP.01-2CH-MK32-MS. Управление ЦАП осуществляется по SPI интерфейсу. Аналоговые компараторы нижнего/верхнего уровня переключения управляют RS триггером, на выходе которого формируется логический тахометрический сигнал (CH1-S). Аналоговый сигнал (CH1-A) после фильтра ФНЧ подается на вход АЦП модуля контроля для измерения статического (при остановленном роторе) и динамическом (при вращении ротора) зазоре.

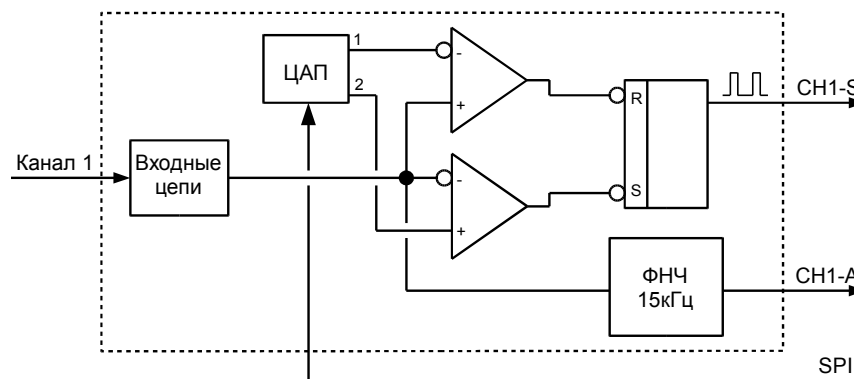


Рисунок 12 - Структурная схема входных цепей канала измерения 1 с платы компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS

4.4.2.1 Настройка компаратора

Перечень параметров настройки компаратора канала измерения 1 представлен на рисунке 13. Настройка всех зазоров, уровней переключения и смещений осуществляется в мкм.

Основные параметры для статической настройки компаратора:

- Диапазон измерения зазора (G_{LOW}), нижнее значение, мкм
- Диапазон измерения зазора (G_{HIGH}), верхнее значение, мкм
- Начальный установочный зазор (G_{INIT}), мкм
- Смещение среднего уровня переключения компаратора относительно зазора (TG_{OFFSET}), мкм
- Гистерезис переключения компаратора, размах (TG_{HIST}), мкм

Т.к. в основных настройках канала измерения указывается диапазон измерения по частоте, необходимо дополнительно указать диапазон измерения по зазору, соответствующий диапазону постоянного тока датчика канала измерения. Расчет зазора по току датчика выполняется аналогично п.4.3.3 .

Параметр	Значение	Адрес
01. Диапазон измерения зазора, нижнее значение, мкм	0	0x3000
02. Диапазон измерения зазора, верхнее значение, мкм	2000	0x3004
03. Начальный установочный зазор, мкм	500	0x3008
04. Смещение среднего уровня переключения компаратора относительно зазора, мкм	400	0x3010
05. Гистерезис переключения компаратора (размах), мкм	100	0x3014
06. Ограничивать уровни переключения компаратора диапазоном измерения зазора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x300C
07. Вычислять зазор при вращении ротора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3028
08. Число оборотов ротора для вычисления зазора (от 1 до 100)	4	0x302A
09. Адаптивный режим настройки уровней переключения компаратора		
09.01 Адаптивная коррекция уровней переключения компаратора	По реальному зазору, вычисли	0x300E
09.02 Ограничивать средний уровни переключения компаратора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3024
09.03 Нижняя граница среднего уровня переключения, мкм	1000	0x3018
09.04 Верхняя граница среднего уровня переключения, мкм	1900	0x301C
09.05 Минимальная частота вращения ротора для адаптивного режима, об/мин	100	0x3020

Рисунок 13 - Пример настройки компаратора канала №1 в ПО ModuleConfigurator

На рисунке 14 представлена работа компаратора с учетом устанавливаемых настроек канала измерения. Для статической настройки компаратора уровни переключения логического '0' и логической '1' тахометрического сигнала вычисляются по формулам:

Средний уровень компарирования	$TG_{AVR} = G_{INT} + G_{OFFSET}$
Уровень переключения логического '0'	$TG_{LOW} = TG_{AVR} - TG_{HIST}/2$
Уровень переключения логической '1'	$TG_{HIGH} = TG_{AVR} + TG_{HIST}/2$

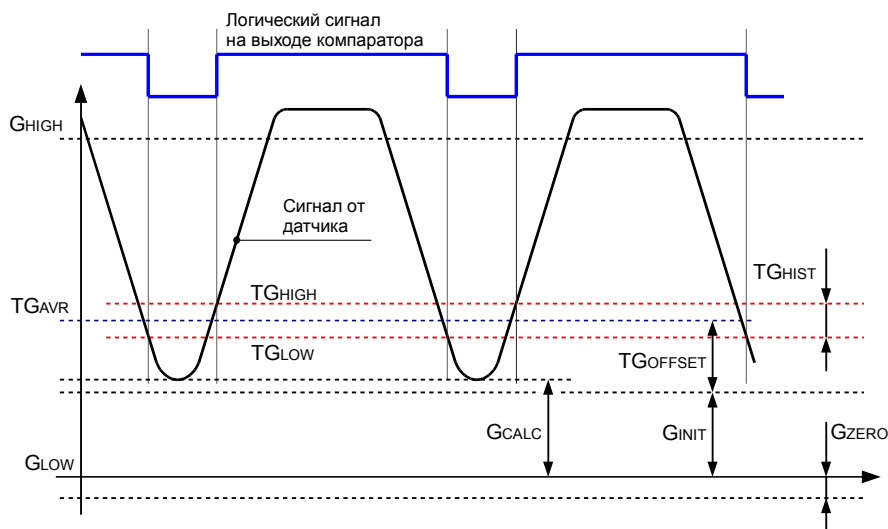


Рисунок 14 - Формирование логического тахометрического сигнала

Минимально допустимое значение TG_{HIST} равно 5 мкм. Модуль автоматически устанавливает предельное минимальное значение, если настройка TG_{HIST} не соответствует требованиям.

На рисунке 14 G_{ZERO} - рабочий зазор вихретокового датчика.

При ограничении уровней переключения компаратора TG_{LOW} , TG_{HIGH} диапазоном измерения зазора используются пределы G_{LOW} , G_{HIGH} .

В ПО ModuleConfigurator предусмотрен контроль за состоянием и работой компаратора, пример представлен на рисунке 15.

Параметр	Значение	Адрес
01. Флаги состояния		
00. Функция активна	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3300
01. Измерение зазора при вращении ротора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3300
02. Ротор остановлен	<input type="checkbox"/>	0x3300
03. Вычислен зазор при вращении ротора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3300
04. Адаптивный режим. Частота вращения ниже установленного уровня	<input type="checkbox"/>	0x3300
05. Адаптивный режим. Ограничение нижнего уровня	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3300
06. Адаптивный режим. Ограничение верхнего уровня	<input type="checkbox"/>	0x3300
31. Ошибка параметров настройки	<input type="checkbox"/>	0x3300
02. Измерение зазора		
02.1 Зазор по постоянному току датчика, мкм	802	0x3304
02.2 Зазор, вычисленный по выступам КП, мкм	366	0x3308
03. Уровни переключения компаратора		
03.1 Средний уровень, мкм	1000	0x3310
03.2 Нижнее значение компарирования, мкм	950	0x3314
03.3 Верхнее значение компарирования, мкм	1050	0x3318
04. Сервисные данные		
04.1 Уровень переключения. Нижнее значение, ЦАП	1659	0x3320
04.2 Уровень переключения. Верхнее значение, ЦАП	1772	0x3322
04.3 Расчет зазора. Коэффициент А	-500	0x3328
04.4 Расчет зазора. Коэффициент В	125	0x332C
04.5 Расчет ЦАП. Коэффициент А	579,3456	0x3330
04.6 Расчет ЦАП. Коэффициент В	1,135986	0x3334
04.7 Зазор при вращении ротора, АЦП	1359	0x3348

Рисунок 15 - Пример контроля работы компаратора канала №2 в ПО ModuleConfigurator

4.4.2.2 Измерение зазора до КП во время вращения ротора

Модуль контроля МК22 поддерживает измерения реального зазора до КП во время вращения ротора с учетом наличия тахометрических меток. Для включения измерения реального зазора необходимо:

- разрешить вычислять зазор при вращении ротора;
- указать число оборотов ротора для усреднения результатов измерения.

Алгоритм вычисления зазора (G_{CALC}) во время вращения ротора:

1. Для каждого тахометрического импульса определяется минимальный зазор (ближайшее положение КП);
2. Полученные минимальные значения зазора для каждого тахометрического импульса усредняются с учетом числа меток КП на один оборот ротора и установленного числа оборотов ротора для измерения зазора.

Изменение зазора может возникать, например, при всплытии ротора. При изменении зазора до КП рекомендуется корректировать уровни переключения компаратора в автоматическом режиме.

При вычислении зазора при вращении ротора используются коэффициенты пересчета тока датчика в зазор, полученные п. 4.4.2.1. Дополнительная калибровка не требуется.

Контроль измерения зазора до КП во время вращения ротора выполняется по флагам (рисунок 15):

- Измерение зазора при вращении ротора;
- Вычислен зазор при вращении ротора.

Также доступны результаты измерения зазора по постоянному току датчика и определенному, при вращении ротора.

4.4.2.3 Адаптивный режим настройки уровней компаратора

Адаптивный режим позволяет корректировать уровни переключения компаратора с учетом изменения зазора до КП. Поддерживаются два вида алгоритмов:

1. По зазору, вычисленному от постоянного тока датчика;
2. По зазору, вычисленному при вращении ротора.

Работа адаптивного режима возможна только при повышении частоты вращения ротора выше установленного значения - параметр «Минимальная частота вращения ротора для адаптивного режима, об/мин»

В адаптивном режиме расчет уровней переключения осуществляется по формуле:

Средний уровень компарирования	$TG_{AVR} = G_{CALC} + G_{OFFSET}$
Уровень переключения логического '0'	$TG_{LOW} = TG_{AVR} - TG_{HIST}/2$
Уровень переключения логической '1'	$TG_{HIGH} = TG_{AVR} + TG_{HIST}/2$

При использовании тока датчика для вычисления зазора необходимо учитывать, что полученное значение зазора является постоянной составляющей исходного тахометрического сигнала (фактически средним уровнем переключения компаратора), значение G_{OFFSET} должно быть равно нулю (или иметь минимальное значение).

Средний уровень компарирования TG_{AVR} может быть ограничен пределами:

- Нижняя граница среднего уровня переключения, мкм;
- Верхняя граница среднего уровня переключения, мкм.

Для ограничения среднего уровня компарирования TG_{AVR} операция должна быть разрешена в настройках канала измерения - параметр «Ограничивать средние уровни переключения компаратора».

Уровни переключения компаратора TG_{LOW} , TG_{HIGH} могут быть ограничены диапазоном измерения зазора G_{LOW} , G_{HIGH} .

4.4.3 Измерение размаха перемещения без импульсов синхронизации (версия ПО 1.68)

В версии ПО 1.68 модуля контроля МК22 реализована возможность измерения размаха виброперемещения для любого из 4-х каналов без подачи импульсов синхронизации. В качестве режима работы канала измерения необходимо выбрать «Размах перемещения (без синхронизации)».

В качестве диапазона измерения применяется диапазон по постоянному току. Калибровка канала измерения должна проводиться только по постоянному току.

Для вычисления размаха перемещения применяются два алгоритма:

- ВЧ составляющие в диапазоне частот от 0,6 до 1000 Гц с частотой дискретизации 50кГц
- НЧ составляющее в диапазоне частот от 0,015 до 3Гц с частотой дискретизации 10Гц

Нижняя граница НЧ диапазона измерения определяется параметром «Минимальная частота вращения ротора (от 1 до 100), об/мин» (см. рисунок 16). Чем ниже минимальная частота вращения ротора, тем больше время измерения.

Разделение алгоритма на две частотных зоны позволяет обеспечить быструю реакцию на изменение сигналов высокой частоты.

10. Режим измерения размаха без импульсов синхронизации		
10.1 Минимальная частота вращения ротора (от 1 до 100), об/мин	3	0x0C60
10.2 Уровень шума измерения размаха ВЧ алгоритмом, мкм	5	0x0C62

Рисунок 16 - Пример настройки измерения размаха перемещения канала №1 в ПО ModuleConfigurator

Результирующим размахом перемещения является максимальное значение размаха перемещения в ВЧ и НЧ области.

Из-за повышенной частоты дискретизации для ВЧ алгоритма единичные всплески сигнала могут проявляться в виде некоторого шума. Для определения уровня шума необходимо:

1. Установить значение параметра «Уровень шума измерения размаха ВЧ алгоритмом, мкм» равным нулю;
2. Подать на вход канала измерения постоянную составляющую 12мА (5мА) без переменной составляющей;
3. По индикатору модуля определить уровень шума (значение размаха перемещения в отсутствии сигнала);
4. Установить значение параметра «Уровень шума измерения размаха ВЧ алгоритмом, мкм» полученным значением шума.

Значение шума вычитается из измеренного значения размаха перемещения ВЧ алгоритма.

4.4.4 Режим противоразгонного автомата безопасности (версия ПО 1.60)

Режим противоразгонного автомата безопасности (АБ) предназначен для высокоскоростного измерения частоты вращения ротора, формирования сигнализации о превышении уставок.

Режим противоразгонного АБ может быть включен как дополнительная функция для канала измерения №1. Исходными параметрами измерения частоты вращения ротора в режиме противоразгонного АБ являются параметры, указанные для измерения частоты вращения ротора канала №1.

Основными отличиями измерения частоты вращения ротора в режиме противоразгонного АБ является:

- импульсы синхронизации на логическом выходе 1 не генерируются;
- период измерения частоты вращения и проверки уставок определяется параметром (`OSP_MeasurPeriod`) в системных настройках модуля в диапазоне от 5 до 100 мс;
- уставки 1, 2 проверяются в высокоскоростном цикле измерения частоты вращения (режим работы уставок «Выше»);
- состояние уставок 1, 2 передается на логические выходы 1, 2 без какой либо дополнительной настройки логических выходов с учетом блокировки логической сигнализации, действующей в модуле.

Подтверждением включения режима противоразгонного АБ является активное состояние флага `OverSpeedProtection` в дополнительном регистре статуса `StatusSysAdd`.

Функция противоразгонного АБ реализована В ПО модуля МК22 с версии 1.60.

4.4.5 Измерение положения бойка АБ (версия ПО 1.50)

Режим определения положения бойка АБ может быть включен для каналов измерения 1, 2. Для измерения положения бойка АБ необходимо, чтобы на модуль МК22 поступали импульсы датчика частоты вращения ротора.

До определенной частоты вращения ротора (`FrequencyMin`) считается, что боек АБ находится в нулевом положении. Анализируя амплитуду сигнала по каналу измерения выхода бойка АБ, определяется параметр нулевого положения, относительно которого будут выполняться все вычисления перемещения бойка АБ ротора до конца цикла измерений. Во время определения нулевого положения бойка АБ на ЖКИ значение выхода бойка не отображается, а по цифровым интерфейсам связи считывается значение ноль.

Как только частота вращения ротора превысила установленный предел, текущая амплитуда сигнала с датчика выхода бойка АБ принимается как нулевой.

Обязательным условием начала цикла измерения является отсутствие зафиксированной неисправности датчика. Если частота вращения ротора превысила установленный предел, а по каналу измерения положения бойка АБ была обнаружена неисправность датчика, то при нормализации работы канала измерения вычисление выхода бойка АБ проводиться не будут, пока частота вращения ротора должна опуститься ниже установленного предела (`FrequencyMin`).

В зависимости от вариантов исполнения канала измерения положения бойка АБ предусмотрено несколько алгоритмов измерения нулевого положения бойка АБ (параметр `ModeWork`):

- 0 - Всегда проводить измерение нулевого положения бойка АБ;
- 1 - Допускается использовать полученное нулевое положение бойка АБ в предыдущем цикле измерения (данный режим может применяться, когда происходит восстановление работоспособности каналов измерения, а повторное определение нулевого положения бойка АБ невозможно из-за невозможности повторного пуска оборудования);
- 2 - Не проводить измерение нулевого положения бойка АБ (нулевое положения бойка АБ должно быть установлено при настройке блока, параметр `DeltaConst`);
- 3 - Не полный диапазон датчика, измерения нулевого положения бойка АБ не производится (не чувствительная зона должна быть указана при настройке блока, параметр `DeltaConst`).

В дополнительный регистр результата №1 сохраняется принятое значение размаха нулевого положения бойка АБ.

Расчет положения бойка АБ осуществляется по калибровочным данным постоянного тока (параметра) канала измерения.

На рисунке 12 показан пример настройки измерения положения бойка АБ по каналу №1 в ПО `ModuleConfigurator`.

Параметр	Значение	Адрес
01. Алгоритм определения положения бойка АБ	0 - Всегда проводить изм▼	0x1F00
02. Минимальная частота измерения выхода бойка, об/мин	100	0x1F04
03. Нулевое положение бойка АБ	0	0x1F08

Рисунок 17 - Пример настройки измерения положения бойка АБ по каналу №1 в ПО `ModuleConfigurator`

Функция положения бойка АБ реализована В ПО модуля МК22 с версии 1.50.

4.4.6 Измерение прогиба (эксцентриситета) ротора

В расширенном режиме 3-й канал измеряет величину прогиба (эксцентриситета) ротора методом спектрального анализа сигналов датчика в режиме реального времени, выполняет функции сигнализации и защитного отключения оборудования. Измеряемые параметры и защитные функции в режиме реального времени:

- оборотная частота F (доступно по интерфейсам связи);
- прогиб ротора (размах) по 1-й оборотной составляющей;
- суммарный прогиб ротора (размах полигармоники) по $\frac{1}{2}$, 1-10-й оборотным составляющим;
- доступны по интерфейсам связи размах по $\frac{1}{2}$, 1-5-й оборотным составляющим;
- доступны по интерфейсам связи фаза по $\frac{1}{2}$, 1-5-й оборотным составляющим;
- постоянное смещение (зазор);
- контроль исправности датчика.

Измерение величины прогиба ротора выполняется методом БПФ (быстрого преобразования Фурье). В зависимости от частоты вращения ротора предусмотрено два вида БПФ:

- если частота вращения больше 90 об/мин - производится 512 выборок за 2 оборота ротора – БПФ с разрешением, равным $\frac{1}{2}$ частоте вращения ротора. Результаты БПФ используются для вычисления оборотных составляющих размаха и фазы прогиба ротора;
- если частота вращения меньше 90 об/мин производится 512 выборок за 1 оборот ротора – БПФ с разрешением, равным частоте вращения ротора. Результаты БПФ используются для вычисления оборотных составляющих размаха и фазы прогиба ротора. Значения прогиба и фазы по $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$... $4\frac{1}{2}$ составляющим не вычисляются и принимают нулевое значение.

Обновление результатов измерений производится с периодичностью 0,1 с.

Измерение частоты вращения ротора для выполнения БПФ осуществляется аналогично каналам 1 и 2, как описано выше.

Режим синхронизации измерений прогиба определяется параметром *SyncMode*:

- если *SyncMode* установлен в 0 - основным каналом синхронизации является вход синхроимпульсов №1. При отсутствии импульсов по входу синхронизации №1, синхронизация вычислений автоматически переключается на вход №2;
- если *SyncMode* установлен в 1 - основным и единственным каналом синхронизации является вход синхроимпульсов №1;
- если *SyncMode* установлен в 2 - основным и единственным каналом синхронизации является вход синхроимпульсов №2.

Если вход синхронизации не инициализирован измерением частоты вращения ротора для каналов измерения 1,2, то применяются настройки измерения частоты, указанные в параметрах измерения прогиба ротора:

- полярность входных импульсов определяется параметром *SyncPolar*;
- число импульсов на один оборот ротора *SyncTooth*.

Для достоверных вычислений фазы оборотных составляющих в модуле МК22 реализованы следующие настраиваемые параметры:

- *PhaseCorrModul* - коррекция фазового сдвига ФНЧ модуля;
- *PhaseCorrSense* - коррекция фазового сдвига фильтров датчика;
- *PhaseCorrConst* - постоянное смещение фазы для 1-й оборотной;
- *PhaseMinVar* - минимальный размах оборотной составляющей для вычисления фазы.

При отсутствии импульсов синхронизации, низкой или слишком высокой частоты импульсов синхронизации оборотные составляющие не вычисляются, значения амплитуды и фазы оборотных составляющих принимаются равными нулю. Если в качестве источника импульсов синхронизации применяется контрольная поверхность типа «Шестерня» (число импульсов на один оборот ротора не равно 1), фазы оборотных составляющих не вычисляются, принимаются равными нулю.

Для детектирования отсутствия или недостоверных импульсов синхронизации в настройках модуля МК22 предусмотрены следующие параметры:

- *FreqControl* – разрешение контролировать частоту вращения ротора;
- *FreqValidMin* – минимально допустимая частота вращения ротора;
- *FreqValidMax* – максимально допустимая частота вращения ротора.

Ток датчика вычисляется по постоянной составляющей, полученной в результате усреднения выборок АЦП. Перевод полученного значения постоянной составляющей из размерности АЦП в ток датчика производится аналогично работе канала при измерении постоянного тока, описанной выше. Постоянное смещение (зазор) датчика вычисляется по данным установленного диапазона работы и усредненному току датчика.

Для ускорения вычислений БПФ применяется математика с фиксированной запятой, что в свою очередь вносит дополнительный шум в результирующий спектр преобразования. Шум квантования АЦП и вычислений с фиксированной запятой проявляется в виде малого уровня энергий по всем гармоническим составляющим результирующего спектра, хотя в исходном сигнале этих гармонических составляющих нет. Для компенсации шума квантования АЦП и вычислений

введены параметры минимально допустимого уровня квадрата энергии гармонических составляющих в размерности АЦП, возведенной в квадрат: $MagNoise$ – минимально допустимый уровень квадрата амплитуды гармонической составляющей.

Вычисление значения прогиба ротора (размаха виброперемещения) по 1-й оборотной составляющей:

$$S_{PP\ 1F} = A_{PP\ 1F} + B_{PP\ 1F} \cdot АЦП_{PP\ 1F}$$

Где:

$S_{PP\ 1F}$ – вычисленное значение размаха виброперемещения по 1-й оборотной составляющей;

$АЦП_{PP\ 1F}$ – значение АЦП размаха виброперемещения по 1-й оборотной составляющей ($Adc1F$);

$A_{PP\ 1F}, B_{PP\ 1F}$ – коэффициенты линейного уравнения для вычисления значения измеряемого параметра.

Коэффициенты $A_{PP\ 1F}, B_{PP\ 1F}$ автоматически рассчитываются при инициализации канала измерения по данным диапазона измерения (20 % от $RangeVarMax, RangeVarMax$) и сохраненным значениям АЦП ($AdcVar1fMin, AdcVar1fMax$), соответствующим входному диапазону измерения, на котором проведена калибровка.

Если одна из пар калибровочных значений (20 % от $RangeVarMax, RangeVarMax$ или $AdcVar1fMin, AdcVar1fMax$) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты $A_{PP\ 1F}, B_{PP\ 1F}$ не вычисляются и принимаются равными нулю (размах виброперемещения по 1-й оборотной составляющей не вычисляется).

Вычисление значения прогиба ротора (размаха виброперемещения) по полигонометрическому сигналу:

$$S_{PP} = A_{PP} + B_{PP} \cdot АЦП_{PP}$$

Где:

S_{PP} – вычисленное значение размаха виброперемещения по полигонометрическому сигналу;

$АЦП_{PP}$ – значение АЦП размаха виброперемещения по полигонометрическому сигналу ($AdcPoly$);

A_{PP}, B_{PP} – коэффициенты линейного уравнения для вычисления значения измеряемого параметра.

Коэффициенты A_{PP}, B_{PP} автоматически рассчитываются при инициализации канала измерения по данным диапазона измерения (20% от $RangeVarMax, RangeVarMax$) и сохраненным значениям АЦП ($AdcVarPolyMin, AdcVarPolyMax$), соответствующим входному диапазону измерения, на котором проведена калибровка.

Если одна из пар калибровочных значений (20 % от $RangeVarMax, RangeVarMax$ или $AdcVarPolyMin, AdcVarPolyMax$) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты A_{PP}, B_{PP} не вычисляются и принимаются равными нулю (размах виброперемещения по полигонометрическому сигналу не вычисляется).

В дополнительных регистрах результатов измерения сохраняется:

- Дополнительный результат измерения №1 ($DataAdd_1$) - постоянных зазор до контрольной поверхности;
- Дополнительный результат измерения №2 ($DataAdd_2$) - частота вращения ротора, принятая для измерения прогиба ротора (размаха виброперемещения), об/мин.

На рисунках 13, 14 показан пример настройки основных параметров измерения прогиба ротора, и настройки синхронизации измерения прогиба ротора в ПО ModuleConfigurator соответственно.

Параметр	Значение	Адрес
01. Нижний диапазон измеряемого параметра	0	0x1A00
02. Верхний диапазон измеряемого параметра	500	0x1A04
03. Режим измерения	По 1-ой оборотной гармонике	0x1A08
04. Глубина усреднения измерения зазора	0	0x1A0A
05. Источник данных для токового выхода	Прогиб ротора	0x1A12

Рисунок 18 - Пример настройки основных параметров измерения прогиба ротора в ПО ModuleConfigurator

Параметр	Значение	Адрес
01. Режим синхронизации	1-ый основной, 2-ой	0x1A0C
02. Контролировать частоту вращения ротора	<input type="checkbox"/>	0x1A1C
03. Минимально допустимая частота вращения ротора, об/мин	1	0x1A14
04. Максимально допустимая частота вращения ротора, об/мин	4000	0x1A18
05. Число импульсов на один оборот ротора	1	0x1A10
06. Полярность входных импульсов	Передний	0x1A0E

Рисунок 19 - Пример настройки синхронизации измерения прогиба ротора в ПО ModuleConfigurator

4.4.7 Линеаризация сигнала датчика

В расширенном режиме 4-й канал может производить линеаризацию сигнала датчика. Линеаризация необходима при работе канала измерения с датчиками имеющими нелинейную передаточную характеристику, а так же для уменьшения погрешности измерений.

Линеаризация сигнала датчика выполняется методом кусочно-линейной аппроксимации по таблице соответствий величин параметров (*Data_1 ... Data_16*) и выходных токов (*Current_1 ... Current_16*) на используемый датчик (таблица 16).

Число записей таблицы определяется параметром *LinearTableSize*, минимальное количество записей — 2, максимальное — 16.

Последовательность обработки сигнала датчика с функцией линеаризации:

- по полученному значению АЦП вычисляется ток датчика;
- определяются линейные коэффициенты вычисления параметра по таблице линеаризации в соответствии с током датчика;
- вычисляется значение измеряемого параметра;
- производится сравнение значения параметра с уставками.

На рисунке 20 представлен пример характеристики датчика и таблица линеаризации.

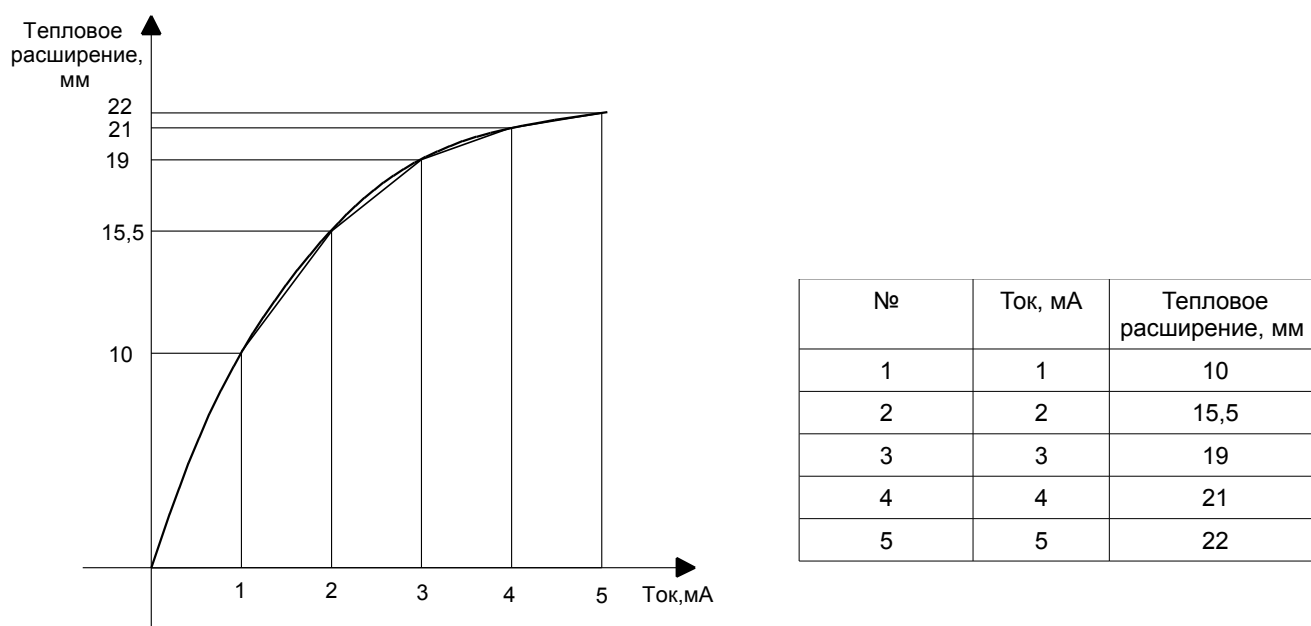


Рисунок 20 - Пример характеристики датчика и таблица линеаризации

4.4.8 Вычисления параметра по формуле

Дополнительной функцией 4-го канала в расширенном режиме является возможность вычисления параметра по формуле. Такая функция может использоваться в частности для пересчета параметра с коэффициентом, вычисления параметра по результатам измерений каналов 1, 2 или 3, и других математических операций с использованием результатов измерений и токов датчиков 1-го, 2-го или 3-го каналов.

В модуле контроля МК22 для реализации функции вычисления параметра по формуле предусмотрены следующие параметры:

CheckChannelError - Учитывать флаг неисправности каналов измерения при вычислении значения канала 4 В случае записи ненулевого значения в поля регистра *CheckChannelError* соответствующие каким-либо каналам измерения, и при условии срабатывания флага неисправности по одному (или более) из указанных каналов, значение параметра канала 4 вычисляться не будет и примет нулевое значение.

Constant - Массив констант, используемых в вычислениях (8 констант float 4).

Instruction - Последовательность операций для вычисления значения параметра канала 4 (32 команды).

Структура одной команды (*Instruction*):

- биты 0-7: код операции;
- биты 8-11: тип операнда (источник данных), используемой в операции;
- биты 12-15: адрес операнда;

Таким образом, каждая команда представляется двумя байтам: {адрес операнда:тип операнда} {код операции}, где байты записаны в следующем порядке {старший байт} {младший байт}.

Коды операций:

- 0x00 - нет операции;
- 0x01 - завершающая операция, обозначает конец вычисления в формуле;
- 0x02 - записать значение в регистр (аккумулятор);
- 0x03 - записать содержимое регистра во внутреннюю память (4 ячейки типа - float 4);
- 0x04 - сложение;
- 0x05 — вычитание;
- 0x06 - умножение;
- 0x07 — деление;
- 0x08 - унарный минус;

Типы операнда:

- 0x00 - нет источника данных;
- 0x01 - значение параметра канала;
- 0x02 - ток канала;
- 0x03 - внутренняя память;
- 0x04 — константа.

Адрес операнда:

- для значения параметра канала: 0x00 ... 0x02 — номера каналов;
- для значения тока канала: 0x00 ... 0x03 — номера каналов;
- для внутренней памяти: 0x00 ... 0x03;
- для констант: 0x00 ... 0x07.

Пример вычисления параметра 4-го канала по формуле: $Ch4 = I1 * K1 + Ch2 * K2$, где:

Ch4 — параметр 4-го канала;

I1 — ток первого канала;

K1 — константа 1;

Ch2 — параметр 2-го канала;

K2 — константа 2.

Предварительно необходимо записать константы K1 и K2 в массив *Constant*, подряд начиная с нулевого индекса.

Последовательность команд для вычисления параметра 4-го канала (*Instruction*):

- командой (0x02 0x02) помещаем значение тока первого канала в аккумулятор;
- командой (0x04 0x06) умножаем значение аккумулятора на K1;
- командой (0x03 0x03) запись содержимого аккумулятора во внутреннюю память (ячейка с индексом 0);
- командой (0x11 0x02) помещаем значение параметра второго канала в аккумулятор;
- командой (0x14 0x06) умножаем значение аккумулятора на K2;
- командой (0x03 0x04) прибавляем к аккумулятору содержимое ячейки памяти с индексом 0;
- команда (0x01) сообщаем модулю о завершении вычислений.

По завершению вычислений содержимое аккумулятора считается значением параметра канала 4. Дальнейшие операции с вычисленным значением параметра производятся аналогично остальным каналам измерения.

Загруженная в модуль последовательность операций выполняется на каждом цикле измерений. Сохранение результатов предыдущих циклов измерений не производится.

4.4.9 Измерение угла поворота ротора (версия ПО 1.69)

Измерение угла поворота ротора может быть включено как дополнительная функция на канале измерения 4. Контрольной поверхностью для канала измерения угла поворота ротора являются зубья шестерни. Модуль выполняет счет импульсов, поступающих на вход канала измерения, и вычисляет угол поворота с учетом числа импульсов на один оборот ротора.

Для работы канала измерения угла поворота ротора необходимо наличие импульсов синхронизации (фазовой метки). С каждым активным фронтом импульса синхронизации счетчик числа импульсов сбрасывается в ноль (устанавливается угол поворота, равный 0 гр).

Расчет угла поворота ротора выполняется по формуле

$$A_{DG} = 360 \cdot N / N_{\text{TOOTH}}$$

Где:

- A_{DG} – вычисленное значение угла поворота ротора, гр;
- N – текущее значение счетчика импульсов;
- N_{TOOTH} – число импульсов на один оборот ротора.

Для настройки канала измерения угла поворота ротора предусмотрены следующие параметры (рисунок 21):

- Уровень переключения в логический '0', '1';
- Максимальная частота измерений (частота вращения ротора), не более 100 об/мин;
- Выбор источника импульсов синхронизации (режим синхронизации);
- Число импульсов на один оборот ротора.

Параметр	Значение	Адрес
01. Уровень переключения в логический '0', мА	2	0x3400
02. Уровень переключения в логическую '1', мА	4	0x3404
03. Максимальная частота измерений, об/мин	100,00	0x3408
04. Режим синхронизации	1-ый основной, 2-ой резервный вход синхронизации	0x340C
05. Число импульсов на один оборот	60	0x340E

Рисунок 21 - Пример настройки измерения угла поворота ротора в ПО ModuleConfigurator

Уровень переключения в логический '0', '1' пересчитывается в значение АЦП по калибровочным данным канала измерения. Значение уровня переключения логического '0' должен быть меньше уровня переключения логической '1'.

Предусмотрены регистры контроля работы канала измерения угла поворота ротора (рисунок 22):

- Флаги состояния канала (назначение битов смотрите в описании регистров);
- Принятое число импульсов на один оборот ротора;
- Текущая частота вращения ротора;
- Значение счетчика импульсов;
- Вычисленное значение угла поворота;
- Уровни переключения в размерности АЦП.

Параметр	Значение	Адрес
01. Флаги состояния (Hex)	0F03	0x3500
02. Принятое число импульсов на оборот ротора	60	0x3502
03.1 Номер входа синхронизации	1	0x3512
03.2 Частота вращения ротора, об/мин	3,0	0x3508
04.1 Счетчик импульсов (рабочий регистр)	15	0x3510
04.2 Угол поворота ротора, гр	90,0	0x3504
05.1 Уровень переключения в логический '0', АЦП	1650	0x3514
05.2 Уровень переключения в логическую '1', АЦП	3150	0x3516

Рисунок 22 - Пример настройки измерения угла поворота ротора в ПО ModuleConfigurator

4.5 Унифицированные выходы

Для каждого канала измерения в модуле МК22 предусмотрен унифицированный токовый выход. Уровень сигнала на унифицированном выходе пропорционален значению измеряемого параметра.

Установка тока на унифицированном выходе осуществляется с помощью 12-разрядного ЦАП и активного или пассивного токового усилителя (зависит от исполнения модуля). В модуле МК22 предусмотрен защитный стабилитрон (напряжение пробоя 27 В) и самовосстанавливающийся предохранитель 200 мА для защиты цепей унифицированного выхода.

Значение ЦАП унифицированного выхода рассчитывается по формуле линейного уравнения:

$$\text{ЦАП}_{\text{OUT}} = A_0 + B_0 \cdot D_{\text{Param}};$$

Где:

ЦАП_{OUT} – вычисленное значение ЦАП;

D_{Param} – вычисленное значение измеряемого параметра;

A₀, B₀ – коэффициенты линейного уравнения для вычисления значения ЦАП унифицированного выхода.

Коэффициенты A₀, B₀ автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока унифицированного выхода (OutRangeCurrMin, OutRangeCurrMax), диапазона параметра выводимого на унифицированный выход (OutRangeParamMin, OutRangeParamMax) и сохраненным значениям ЦАП (DacOutMin, DacOutMax), соответствующим диапазону тока унифицированного выхода, на котором проведена калибровка (20 % от OutRangeCurrMax, OutRangeCurrMax).

При неисправности канала измерения значение тока унифицированного выхода может быть установлено в OutCurrentError, если разрешена установка на унифицированном выходе указанного тока при неисправности канала измерения (CurrentErrorEnabled).

Если одна из пар калибровочных значений (20 % от OutRangeCurrMax, OutRangeCurrMax или OutRangeParamMin, OutRangeParamMax, DacOutMin, DacOutMax) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты A₀, B₀ не вычисляются и принимаются равными нулю (значение ЦАП_{OUT} всегда равен нулю).

Для проведения калибровки токового выхода предусмотрены регистры прямого управления ЦАП (AnalogDirectData) для каждого канала индивидуально. В нормальной работе каналов измерения не участвуют и автоматически сбрасываются в 0, если значение регистра не изменялось в течении 30 с.

В варианте исполнения модуля МК22-DC-001-R2-M-Base-PO реализованы гальванически изолированные (между собой и источником питания модуля) унифицированные токовые выходы с пассивным регулятором тока. В системных настройках модуля необходимо указать тип ЦАП, применяемого в модуле МК22 (параметр DacExternalType), версия ПО модуля 1.65:

- 0 - Токовые выходы не реализованы;
- 1 - Один 4-х канальный ЦАП AD7398 (МК22-DC-R2, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2);
- 2 - Четыре одноканальных ЦАП DAC7611 (МК22-DC-001-R2-M-Base-PO).

На рисунке 23 показан пример настройки унифицированного токового выхода канала измерения №1 модуля МК22 в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Нижний уровень диапазона тока, mA	4	0x0618
02. Верхний уровень диапазона тока, mA	20	0x061C
03. Разрешить установку тока неисправности	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0624
04. Ток при неисправности канала измерения, mA	2	0x0620
05. Значение ЦАП нижнего уровня калибровки	800	0x062C
06. Значение ЦАП верхнего уровня калибровки	4002	0x062E

Рисунок 23 - Пример настройки унифицированного токового выхода канала измерения №1 в ПО ModuleConfigurator

4.6 Логические выходы

В модуле МК22 предусмотрено 12 логических выходов с открытым коллектором (активный уровень - ноль). Схемотехника логических входов предусматривает возможность непосредственного подключения обмоток реле. Работа каждого из 12 логических выходов настраивается пользователем по цифровым интерфейсам связи.

Если обнаружена ошибка контрольной суммы по одной из секций параметров работы модуля, на логическом выходе 12 будет присутствовать активный уровень сигнала, остальные логические выходы модуля МК22 останутся в неактивном состоянии.

После включения питания (сброса) модуля работа логических выходов заблокирована на время `LogicOffStartUp`, отсчитываемое после завершения цикла инициализации модуля МК22. Возможна блокировка работы логических выходов пользователем, которая может быть необходима при корректировке параметров работы блока или проверки его работы, не опасаясь срабатывания сигнализации или защитного отключения.

Логические выходы могут быть настроены двумя методами (системный параметр `LogicMode`):

- 0 - логическая матрица;
- 1 - логическая формула.

Метод настройки определяется для всех логических выходов, нельзя применять разные методы настройки для разных логических выходов.

Если для логических выходов 1, 2 назначена генерация импульсов синхронизации с соответствующих каналов измерения, то настройки логической сигнализации для этих выходов не учитываются.

Если измерительный канал №1 работает в режиме противоразгонного АБ, то на логические выходы 1, 2 передается состояние уставок 1, 2 канала измерения №1, настройки логической сигнализации для этих выходов не учитываются.

Для изменения параметров работы модуля необходимо заблокировать работу логических выходов или получить разрешение на одиночную запись в параметры работы.

4.6.1 Настройка выходов по логической матрице

В состав параметра модуля МК22 входит две матрицы «ИЛИ» (`LogicMatrix`) коммутации флагов состояния (состояния каналов измерения и модуля в целом) на логические выходы. Назначаемые флаги состояния перед входом в матрицу «ИЛИ» могут быть инвертированы. 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.

С помощью параметра `LogicOutMode` возможно инвертирование логического сигнала на соответствующем логическом выходе (кроме логического выхода 12).

Для каждого из флагов указывается номер логического выхода, на который он будет назначен. Каждый флаг может быть назначен на два разных логических выхода. Если какого-либо флага номер назначенного логического выхода равен нулю или больше 12, то состояние соответствующего флага не влияет ни на один из логических выходов.

Таблица 15 - Флаги модуля `StatusSys` и их позиция в матрице логических выходов `LogicMatrix`

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	<code>LoadDataError</code>	Ошибка чтения параметров работы из энергонезависимой памяти	<code>ErrLD</code>	0
1	<code>LoadDataReserv</code>	Одна или несколько групп параметров работы прочитана из резервной секции энергонезависимой памяти	<code>ResLD</code>	1
2	<code>LogicOffStartUp</code>	Блокировка работы логических выходов после сброса модуля	<code>LgOffSt</code>	2
3	<code>LogicOffUser</code>	Блокировка работы логических выходов по команде пользователя	<code>LgOffUs</code>	3
4	<code>InterfRS485_Off</code>	Интерфейс RS485 №1 выключен	<code>RS_Off</code>	4
5	<code>InterfCAN_Off</code>	Интерфейс CAN2.0B выключен	<code>CAN_Off</code>	5
6	<code>AllowOneWrite</code>	Получен доступ на одиночную запись по интерфейсу RS485 №1	<code>OneWr</code>	6
7	<code>AllChannelOff</code>	Все каналы измерения выключены	<code>AllChOff</code>	7
8	<code>ReqstSignalReady</code>	Захват выборки сигнала 3-го канала выполнен, данные готовы для считывания	<code>rsRD</code>	8
9	<code>ReqstSignalWait</code>	Ожидание захвата выборки сигнала 3-го канала измерения	<code>rsWT</code>	9
10	<code>EEPROM_Error</code>	Ошибка микросхемы энергонезависимой памяти	<code>eepERR</code>	10
11	<code>EEPROM_Lock</code>	Запись в микросхему энергонезависимой памяти заблокирована	<code>eepLC</code>	11
12	<code>SaveExecut</code>	Выполняется запись в микросхему энергонезависимой памяти	<code>svEx</code>	12
13	<code>SaveGood</code>	Запись выполнена успешно	<code>svG</code>	13
14	<code>SaveFailure</code>	Запись выполнена с ошибками	<code>svF</code>	14
15	<code>SaveNoSection</code>	В модуле не существует секции, запрашиваемой для записи	<code>svNS</code>	15

Таблица 16 - Флаги каналов измерения Status и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице			
				Кан. 1	Кан. 2	Кан. 3	Кан. 4
0	OffMode	Канал выключен	xChO	16	32	48	64
1	ErrorSenseLow	Ток датчика ниже допустимого уровня	xSeL	17	33	49	65
2	ErrorSenseHigh	Ток датчика выше допустимого уровня	xSeH	18	34	50	66
3	FlagError	Сравнение параметра с уставками не выполняется	xChE	19	35	51	67
4	OutPoint_1	Выход параметра за уставку 1	xOp1	20	36	52	68
5	OutPoint_2	Выход параметра за уставку 2	xOp2	21	37	53	69
6	OutPoint_3	Выход параметра за уставку 3	xOp3	22	38	54	70
7	OutPoint_4	Выход параметра за уставку 4	xOp4	23	39	55	71
8	DataStable	Параметр стабилизирован	xDst	24	40	56	72
9	DataUnstable	Параметр не стабилизирован	xDust	25	41	57	73
10	FreqMeasurement	Канал 1,2 — режим измерения частоты Канал 3 — выполняется измерение прогиба Канал 4 — всегда равен нулю	xMf	26	42	58	74
11	ModeStop	Канал 1,2 — режим «СТОП» Канал 3,4 — всегда равен нулю	xMs	27	43	59	75
12	ModeStopTest	Канал 1,2 — тест режима «СТОП» Канал 3,4 — всегда равен нулю	xMst	28	44	60	76
13	ModeResetMeasur	Канал 1,2 — алгоритм измерения частоты в состоянии сброса Канал 3,4 — всегда равен нулю	xMr	29	45	61	77
14	ModeWaitPulse	Канал 1,2 — алгоритм измерения частоты в ожидании выхода из режима «СТОП» Канал 3,4 — всегда равен нулю	xMw	30	46	62	78
15	NoPulse	Канал 1,2 — нет импульсов синхронизации Канал 3 — всегда равен нулю Канал 4 — ошибка формулы, когда канал 4 работает в режиме вычислений	xMnp	31	47	63	7

Примечание - В коде сигнализации вместо символа 'x' нужно указывать номер канала (например, 1SeH).

Таблица 17 - Флаги модуля StatusSysAdd и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	LigicMode	Режим работы логических выходов 0 - логическая матрица 1 - логическая формула	LgMD	
1	LogicExpressionError	Ошибка в формуле логических выходов	LgExEr	
2	AllowModbusR2	Доступен интерфейс RS485 №2	-	
3	InterfRS485_R2_Off	Интерфейс RS485 №2 выключен	-	
4	AllowOneWrite_R2	Получен доступ на одиночную запись по интерфейсу RS485 №2	-	
5 - 13	Reserv	Резерв, равны нулю		
14	OverSpeedProtection	Режим противоразгонного автомата безопасности	-	
15	NotResetWDT	Не выполнять сброс сторожевого таймера WDT (режим проверки WDT)	-	

4.6.2 Настройка выходов по логической формуле

Каждый логический выход может настраиваться в аналитическом виде с помощью логических правил, включая светодиодов 'War' и 'Alarm' на лицевой панели модуля. В логических операциях используются булевы функции над флагами состояния модуля.

Структура команды логических правил приведена в таблице 37.

Для настройки и редактирования логических правил в ПО ModuleConfigurator предусмотрено специальное средство, позволяющее в удобном и упрощенном виде формировать логические правила, исключая необходимость непосредственного ввода кодов команд. Система обозначений, используемая в программе настройки ModuleConfigurator для формирования логических правил в аналитическом виде, представлена в таблицах 16, 15, 17 (обозначение, описание, код).

Логические операции используемые в программе для формирования логических правил:

- "X-> Mg.Nbit" - запись результатов вычислений логических правил в глобальную память;
 - "|" - логическая операция «ИЛИ»;
 - "^" - логическая операция «исключающее ИЛИ»;
 - "&" - логическая операция «И»;
 - "!" - логическая операция «НЕ»;
 - "()" - допустимые скобки для определения порядка выполнения вычислений;
- где X - флаг статуса (например ErrLD).

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 24 показан пример настройки логических выходов в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Логическое правило выхода 1		0x1C00
02. Логическое правило выхода 2		0x1C20
03. Логическое правило выхода 3	1Ms 2Ms	0x1C40
04. Логическое правило выхода 4	1Op2 2Op2	0x1C60
05. Логическое правило выхода 5	1Op4 2Op4	0x1C80
06. Логическое правило выхода 6		0x1CA0
07. Логическое правило выхода 7	3Op2 & 1Op1	0x1CC0
08. Логическое правило выхода 8	(2Op3 1Op3) & 3Op4	0x1CE0
09. Логическое правило выхода 9	3Op2 & 2Op1	0x1D00
10. Логическое правило выхода 10		0x1D20
11. Логическое правило выхода 11		0x1D40
12. Логическое правило выхода 12	1SeL 1SeH 2SeL 2SeH 3SeL 3SeH 4SeL	0x1D60
15. Логическое правило светодиода 'War'	1Op2 2Op2 3Op2	0x1DC0
16. Логическое правило светодиода 'Alarm'	1Op4 2Op4 3Op4	0x1DE0

Рисунок 24 - Пример настройки логических выходов в ПО ModuleConfigurator

4.7 Системные настройки модуля

К системным настройкам модуля МК2 относятся параметры влияющие на работу всех измерительных каналов:

- LogicOffStartUp - время блокировки логических выходов после включения (сброса) модуля;
- TestPointSenseOk - тайм-аут теста уставок после нормализации работы датчика;
- TimeOut_TestStop - тайм-аут проверки режима «СТОП»;
- FreqMeasurTime - период измерения частоты для каналов 1,2 (дискретность 0,1 с);
- LogicOutMode - настройка режима работы логических выходов;
- OSP_MeasurPeriod - противоразгонный АБ. Период измерения, мс (ПО версии 1.60);
- DacExternalType - тип ЦАП унифицированных токовых выходов (ПО версии 1.65);
- InputExpBoardType - тип платы расширения (ПО версии 1.68).

При выполнении настройки модуля контроля МК22 рекомендуется в первую очередь проводить настройку системных параметров.

На рисунке 25 показан пример настройки системных параметров в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Блокировка логических выходов после сброса модуля, сек	8	0x0E00
02. Блокировка уставок после нормализации работы канала, сек	8	0x0E02
03. Тайм-аут проверки режима "СТОП", сек	10	0x0E04
04. Период измерения частоты для каналов 1 и 2, сек	0,5	0x0E06
05. Режим работы логических выходов	по формуле	0x0EC0
06. Противоразгонный АБ. Период измерения, мс	5	0x0EC2
07. Тип ЦАП унифицированных токовых выходов	Один 4-х канальный ЦАП AD7398, установленный на г	0x0EC4
08. Тип платы расширения	Плата компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS	0x0EC6

Рисунок 25 - Пример настройки системных параметров в ПО ModuleConfigurator

4.8 Рекомендации по калибровке модуля

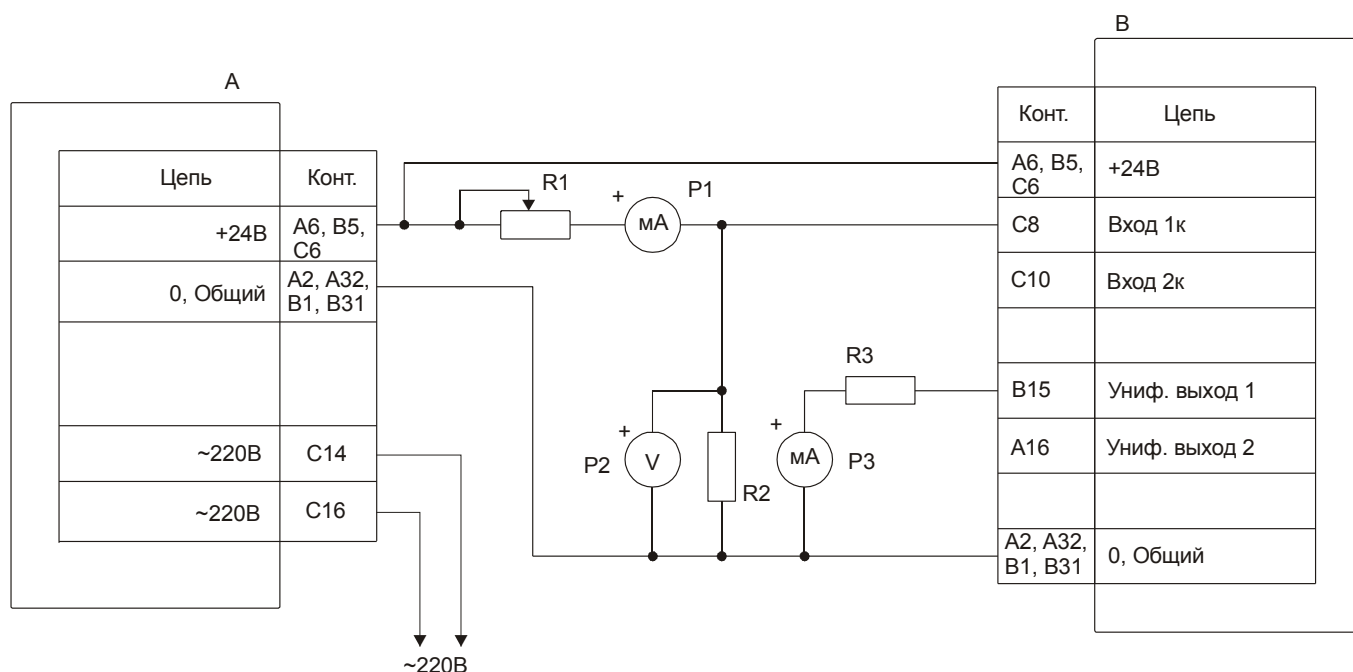
Технология калибровки модуля МК22 позволяет проводить повторную калибровку без выполнения «холодного старта» модуля, а изменение диапазона канала измерения – без перекалибровки каналов измерения и унифицированных выходов. Если выполняется изменение диапазона тока канала измерения или унифицированного выхода, то необходимо выполнить повторную калибровку.

После калибровки модуля необходимо загрузить калибровочные данные в модуль, сохранить в энергонезависимой памяти модуля, и перезагрузить модуль. Запись результатов калибровки в модуль МК22 и выполнение перерасчета коэффициентов может быть выполнена один раз, после всех этапов калибровки (вход, унифицированных выход).

4.8.1 Калибровка по постоянному току

Схема включения модуля МК22 для калибровки и проверки по постоянному току показана на рисунке 26. Рекомендуется калибровку модуля МК22 проводить с помощью стенда СП43, позволяющего собрать указанную схему.

Для варианта исполнения модуля МК22-DC-001-R2-M-Base-PO схема подключения миллиамперметра P3, резистора R3 к гальванически изолированному токовому выходу показана на рисунке 30.



A – МП24 или БП17

B – МК22

R1 – магазин сопротивлений 100 кОм

R2, R3 – резисторы (500±10) Ом 0,5 Вт **P1, P3** – миллиамперметр постоянного тока (0-20) мА, кл. 0,2

P2 – вольтметр постоянного тока кл. 0,1

Примечание - P2, R2 используются при проверке каналов измерения напряжения.

Рисунок 26 - Схема включения модуля МК22 для калибровки и проверки по постоянному току

Последовательность калибровки входа канала измерения по постоянному току:

1. указать значения диапазона тока канала измерения (InRangeCurrMin, InRangeCurrMax);
2. указать диапазон измеряемого параметра (RangeParamMin, RangeParamMax);
3. установить на входе канала измерения ток 20 % от InRangeCurrMax;
4. переписать значение AdcConst в AdcInMin;
5. установить на входе канала измерения ток RangeCurrMax;
6. переписать значение AdcConst в AdcInMax;
7. передать результаты калибровки в модуль МК22;
8. сохранить параметры в энергонезависимой памяти модуля;
9. выполнить повторную инициализацию канала измерения.

Изменение диапазона измеряемого параметра заключается в изменении значений RangeParamMin, RangeParamMax. При смене диапазона измеряемого параметра, возможно, потребуется изменение формата вывода данных на индикатор (FormatOut).

На рисунке 27 показан пример настройки калибровочных данных канала измерения №1 модуля МК22 по постоянному току в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Нижний уровень диапазона тока датчика, mA	1	0x0600
02. Верхний уровень диапазона тока датчика, mA	5	0x0604
03. Значение АЦП нижнего уровня калибровки тока датчика	832	0x0628
04. Значение АЦП верхнего уровня калибровки тока датчика	3994	0x062A

Рисунок 27 - Пример настройки калибровочных данных канала измерения №1 по постоянному току в ПО ModuleConfigurator

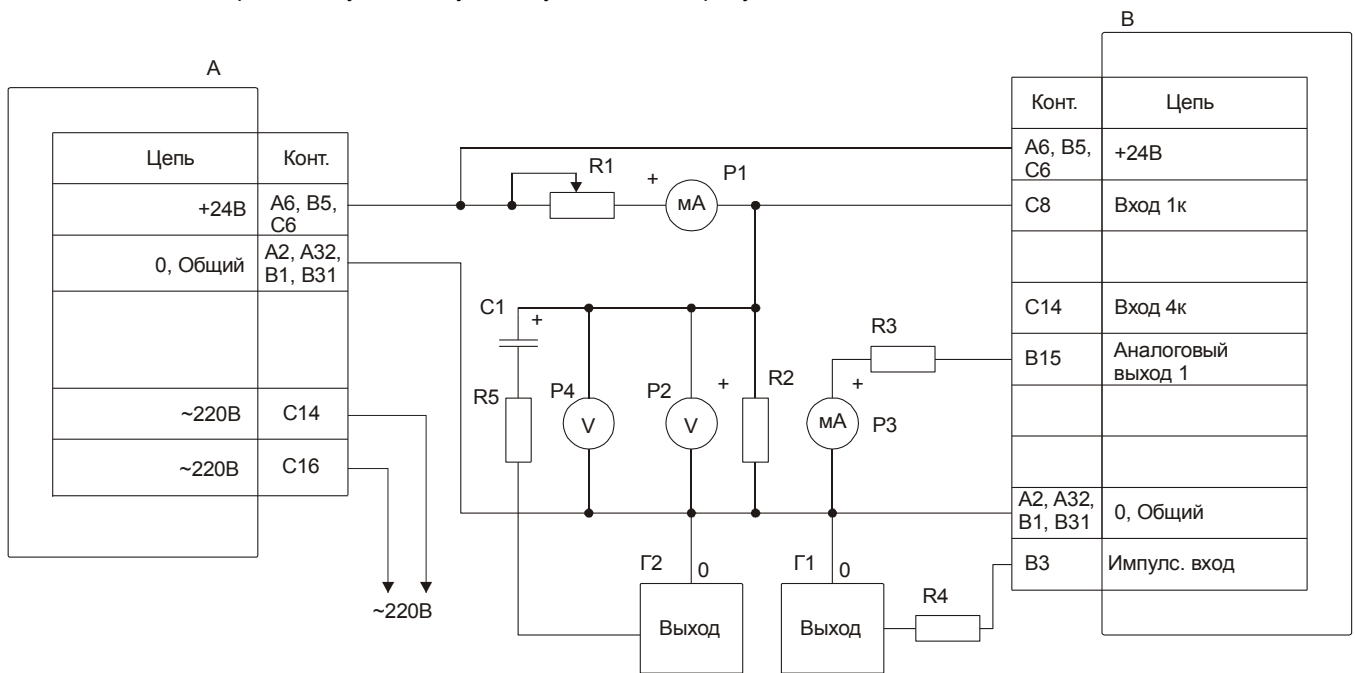
В ПО ModuleConfigurator реализован визуальный плагин, упрощающий процесс калибровки каналов измерения по постоянному току.

4.8.2 Калибровка по переменному току

Калибровка по переменному току необходима для канала измерения №3 в случае включения дополнительной функции измерения прогиба ротора (размаха виброперемещения).

Схема включения модуля МК22 для калибровки и проверки по переменному току показана на рисунке 28. Рекомендуется калибровку модуля МК22 проводить с помощью стенда СП43, позволяющего собрать указанную схему.

Для варианта исполнения модуля МК22-DC-001-R2-M-Base-PO схема подключения миллиамперметра P3, резистора R3 к гальванически изолированному токовому выходу показана на рисунке 30.



A – МП24 или БП17

B – МК22 **R1** – магазин сопротивлений 100 кОм

R2, R3, R4, R5 – резисторы (500±10) Ом 0,5 Вт

P1, P3 – миллиамперметр постоянного тока (0-20) mA, кл. 0,2

P2 – вольтметр постоянного тока кл. 0,1

P4 – вольтметр переменного тока $R_{вх} \geq 1,0$ МОм, кл. 0,6

G1 – генератор прямоугольных импульсов Г6-33

G2 – генератор низкой частоты Г3-110

C1 – конденсатор 1000 мкФ, 16 В (при измерениях на частоте 0,05 Гц не менее 50000 мкФ)

Примечание - P2, R2 используются при проверке каналов измерения напряжения.

Рисунок 28 - Схема включения модуля МК22 для калибровки и проверки по переменному току

Последовательность калибровки входа канала измерения по переменному току:

1. перед калибровкой входа канала измерения по переменному току необходимо произвести калибровку входа канала измерения по постоянному току как описано в разделе 4.8.1 ;
2. установить резистором R1 по миллиамперметру P1 постоянный ток $3 \pm 0,2(12 \pm 0,8)$ мА, для канала переменного тока или по вольтметру P2 постоянное напряжение $(1,7 \pm 0,1)$ В для канала переменного напряжения;
3. установить на выходе генератора Г1 базовую частоту 80 Гц и амплитуду прямоугольных импульсов +5 В;
4. указать диапазон измеряемого параметра (RangeVarMin, RangeVarMax);
5. установить СКЗ гармонического сигнала величиной соответствующий прогибу $20 \% \text{ RangeVarMax}$;
6. переписать значение Adc1F в AdcVar1fMin;
7. переписать значение AdcPoly в AdcVarPolyMin;
8. установить СКЗ гармонического сигнала величиной соответствующий прогибу RangeVarMax;
9. переписать значение Adc1F в AdcVar1fMax;
10. переписать значение AdcPoly в AdcVarPolyMax;
11. передать результаты калибровки в модуль МК22;
12. сохранить параметры в энергонезависимой памяти модуля;
13. выполнить повторную инициализацию канала измерения.

Изменение диапазона измеряемого параметра заключается в изменении значений RangeVarMin, RangeVarMax. При смене диапазона измеряемого параметра, возможно, потребуется изменение формата вывода данных на индикатор (FormatOut).

На рисунке 29 показан пример настройки калибровочных данных канала измерения №3 модуля МК22 по переменному току в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение		Адрес
01. Допустимый шум БПФ в разрядности АЦП	100	✕	0x1A1E
02.1 Обратная составляющая. Значение АЦП нижнего уровня калибровки	625	✕	0x1A30
02.2 Обратная составляющая. Значение АЦП верхнего уровня калибровки	3144	✕	0x1A32
03.1 Полигармоника. Значение АЦП нижнего уровня калибровки	644	✕	0x1A34
03.2 Полигармоника. Значение АЦП верхнего уровня калибровки	3203	✕	0x1A36

Рисунок 29 - Пример настройки калибровочных данных канала измерения №3 по переменному току в ПО ModuleConfigurator

В ПО ModuleConfigurator реализован визуальный плагин, упрощающий процесс калибровки канала измерения №3 по переменному току.

4.8.3 Калибровка унифицированного выхода

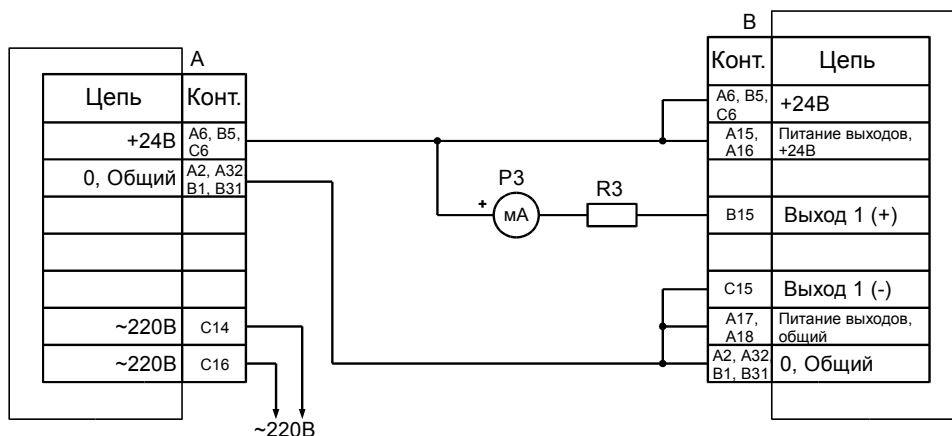
Диапазон унифицированного выхода по измеряемому параметру соответствует диапазону `OutRangeParamMin`, `OutRangeParamMax`.

Для модуля МК22 с ПО версией 1.65 в системных настройках (`DacExternalType`) необходимо указать тип унифицированных токовых выходов.

Калибровка унифицированного выхода состоит из следующих этапов:

1. указать значения диапазон тока унифицированного выхода (`OutRangeCurrMin`, `OutRangeCurrMax`);
2. записью значения в `AnalogDirectData` подобрать ток (по миллиамперметру) на унифицированном выходе, равный 20 % от `OutRangeCurrMax`;
3. переписать значение `AnalogDirectData` в `DacOutMin`;
4. записью значения в `AnalogDirectData` подобрать ток (по миллиамперметру) на унифицированном выходе, равный `OutRangeCurrMax`;
5. переписать значение `AnalogDirectData` в `DacOutMax`;
6. записать нуль в `AnalogDirectData` (выключить режим калибровки);
7. передать результаты калибровки в модуль МК22;
8. сохранить параметры в энергонезависимой памяти модуля;
9. выполнить повторную инициализацию канала измерения.

На рисунке 30 показана схема присоединения миллиамперметра для проведения калибровки унифицированных токовых выходов с гальванической изоляцией (вариант исполнения модуля МК22-DC-001-R2-M-Base-PO).



A – МП24 или БП17

B – МК22

R3 – резисторы (500±10) Ом 0,5 Вт

P3 – миллиамперметр постоянного тока (0-20) мА, кл. 0.2

Рисунок 30 - Схема включения модуля МК22 для калибровки и проверки унифицированного токового выхода вариант исполнения модуля МК22-DC-001-R2-M-Base-PO

Пример настройки унифицированного токового выхода канала измерения №1 в ПО `ModuleConfigurator` показан на рисунке 23. В ПО `ModuleConfigurator` реализован визуальный плагин, упрощающий процесс калибровки унифицированных токовых выходов.

5 Цифровые интерфейсы управления

Модуль МК22 поддерживает четыре независимых интерфейса управления:

- два интерфейса RS485 с частичной реализацией протокола ModBus RTU (достаточной для управления);
- интерфейс CAN2.0B (передача результатов измерения и состояния модуля контроля);
- ведомый интерфейс SPI для настройки параметров работы модуля.

Все интерфейсы могут работать одновременно, не мешая работе друг другу.

Внимание. Источник питания, микросхемы драйверов RS485 и CAN2.0B интерфейсов, диагностический интерфейс **не имеют гальванической развязки**. Модуль МК22 с гальванической развязкой интерфейсов связи и питания изготавливается по дополнительному согласованию.

5.1 Интерфейс RS485

Для работы по интерфейсам RS485 в модуле МК22 предусмотрены микросхемы полудуплексного драйвера шины RS485. Обмен данными по интерфейсам RS485 выполняется согласно протоколу ModBus RTU с возможностью выбора скорости обмена из нескольких стандартных скоростей и адреса модуля на шине для каждого из интерфейсов.

Для интерфейса RS485 №2 существует возможность указать, что необходимо применить настройки первого интерфейса RS485 (более подробная информация представлена в таблице 39).

5.1.1 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 18 - 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	Нестандартный код ModBus

На рисунке 31 показан пример настройки интерфейса RS485 №1 в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Разрешить работу интерфейса	ModbusRTU	0x0F00
02. Разрешить изменения параметров	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0F02
03. Разрешить операцию однократной записи	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0F04
04. Разрешить поддержку широковещательного адреса	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0F06
05. Адрес устройства на шине RS485	31	0x0F08
06. Скорость обмена, бит/с	230400	0x0F0A

Рисунок 31 - Пример настройки интерфейса RS485 №1 в ПО ModuleConfigurator

5.1.2 Поддерживаемые команды протокола ModBus

Таблица 19 - Реализованные команды протокола ModBus в модуле МК22

Код	Название, описание	Запрос	Ответ	Примечание
0x03	Read Holding Registers 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	Preset Single Registers 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	Preset Multiple Regs 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 CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для записи параметров работы в модуль
0x11	Report Slave ID 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	Diagnostics 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 20.

Таблица 20 - 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)

5.1.3 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).

5.1.4 Особенности управления по протоколу ModBusRTU

Адресация регистров параметров работы и состояния модуля выравнивается по 16-разрядным словам. Параметр «Количество регистров» в командах ModBus указывается в регистрах (по два байта).

Максимальный объем записываемых/читаемых байт за одну транзакцию 256 регистров (512 байт).

Модуль МК22 поддерживает широковещательный адрес 0x00 для одновременного управления несколькими модулями. Ответ на широковещательный запрос не передается.

5.1.5 Особенности управления по протоколу VibrobitRTU

Адресация регистров параметров работы и состояния модуля выравнивается по 16-разрядным словам. Параметр «Количество регистров» в командах ModBus указывается в байтах.

При записи/чтении параметров работы и состояния модуля данные передаются по правилам языка C расположения данных в памяти (младший байт, затем - старший байт), а не по требованию стандарта ModBus.

Если при чтении/записи запрошено нечетное количество байт, то будет сформирован ответ с соответствующей ошибкой.

Максимальный объем записываемых/читаемых байт за одну транзакцию 512 байт.

Модуль МК32 поддерживает широковещательный адрес 0x00 для одновременного управления несколькими модулями. Ответ на широковещательный запрос не передается.

5.2 Интерфейс CAN2.0B

Интерфейс CAN2.0B предоставляет возможность передачи данных о состоянии модуля МК22 на блоки индикации и другие модули системы. Модуль МК22 не поддерживает управление модулем по интерфейсу CAN2.0B.

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.

5.2.1 Формат сообщений, передаваемых по CAN2.0B интерфейсу

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 информации по каналам измерения (`CanBasicDataOut`).

Данные результатов измерений отправляются с периодичностью `CanBasicTime`. Для каждого из каналов измерения формируется собственное сообщение с уникальным кодом сообщения. Перечень кодов сообщений представлен в таблице 21.

В каждом сообщении передаются значение битов состояния модуля, а также биты состояния соответствующего канала измерения.

Сообщения передаются последовательно: сообщение 1-го канала, затем – второго. Новое сообщение не передается на шину, пока не будет передано предыдущее. Если текущее сообщение не может быть отправлено в течение 200 мс, то его отправка отменяется.

Если флаг `CanBasicDataOut` не равен нулю, то сообщение соответствующего канала измерения передается по интерфейсу CAN2.0B. Если все флаги `CanBasicDataOut` равны нулю, то никаких сообщений по интерфейсу CAN2.0B модулем не передается, однако, модуль генерирует подтверждение нормальной передачи сообщений других модулей, подключенных к шине CAN2.0B.

На рисунке 32 показан формат сообщения CAN.

Номер байта в сообщении							
0	1	2	3	4	5	6	7
Код сообщения	Состояние модуля	Значение параметра (float 4 байта)				Состояние канала измерения	
	StatusSys<7:0>					StatusCH<15:0>	

Рисунок 32 - Формат сообщения CAN

Таблица 21 - Коды сообщений, передаваемых по интерфейсу CAN2.0B

Наименование данных	Коды сообщений по каналам измерения			
	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
Значение измеряемого параметра	0x30	0x40	0x50	0x60
Минимальное значение измеряемого параметра	0x31	0x41	0x51	0x61
Максимальное значение измеряемого параметра	0x32	0x42	0x52	0x62
Значение дополнительного параметра 1	0x33	0x43	0x53	0x63
Значение дополнительного параметра 2	0x34	0x44	0x54	0x64

На рисунке 33 показан пример настройки интерфейса CAN2.0B в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Разрешить работу интерфейса	<input checked="" type="checkbox"/>	0x1000
02. Скорость обмена, кбит/с	40	0x1002
03. Адрес модуля на шине	31	0x1004
04. Период отправки сообщений, сек	0,5	0x1006

Рисунок 33 - Пример настройки интерфейса CAN2.0B в ПО ModuleConfigurator

5.3 Ведомый интерфейс SPI

Ведомый интерфейс SPI предназначен для контроля работы модуля и настройки параметров его работы. Разъем интерфейса SPI расположен на лицевой панели модуля (D.Port). Параметры ведомого интерфейса SPI жестко предопределены, поэтому вне зависимости от текущего состояния модуля МК22 интерфейс SPI всегда доступен для управления модулем.

Настройка модуль МК22 может производиться с помощью прибора наладчика ПН31, либо с помощью персонального компьютера. Для настройки с помощью персонального компьютера, должна быть запущено ПО ModuleConfigurator, а модуль подключен к персональному компьютеру через модуль диагностического интерфейса MC01 USB (интерфейс ПК USB), на персональном компьютере должны быть установлены драйвера виртуального COM порта.

Модуль МК22 предусматривает возможность «горячего» подключения/отключения прибора наладчика и плат диагностического интерфейса MC01 USB.

5.4 Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов)

5.4.1 Параметры каналов измерения

Таблица 22 - Список калибровочных регистров каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
Нижний уровень диапазона тока датчика, мА	InRangeCurrMin	Float (4)	0x600	0x700	0x800	0x900	1,0	
Верхний уровень диапазона тока датчика, мА	InRangeCurrMax	Float (4)	0x604	0x704	0x804	0x904	5,0	
Разрешение теста датчика по нижней границе 0 – тест датчика не выполняется	EnaCurrValidMin	Uint (2)	0x608	0x708	0x808	0x908	0	
Разрешение теста датчика по верхней границе 0 – тест датчика не выполняется	InRangeCurrMin	Uint (2)	0x60A	0x70A	0x80A	0x90A	0	
Нижний допустимый предел тока датчика, мА	CurrValidMin	Float (4)	0x60C	0x70C	0x80C	0x90C	0,7	
Верхний допустимый предел тока датчика, мА	CurrValidMax	Float (4)	0x610	0x710	0x810	0x910	5,3	
Гистерезис по тесту датчика, мА	CurrValidHist	Float (4)	0x614	0x714	0x814	0x914	0,1	
Нижний уровень диапазона тока унифицированного выхода, мА	OutOfRangeCurrMin	Float (4)	0x618	0x718	0x818	0x918	4,0	
Верхний уровень диапазона тока унифицированного выхода, мА	OutOfRangeCurrMax	Float (4)	0x61C	0x71C	0x81C	0x91C	20,0	
Устанавливаемый ток на унифицированном выходе при неисправности канала измерения, мА	OutCurrentError	Float (4)	0x620	0x720	0x820	0x920	2,0	
Разрешить установку на унифицированном выходе указанного тока при неисправности канала измерения (0 - не устанавливать ток неисправности)	CurrentErrorEnabled	Uint (2)	0x624	0x724	0x824	0x924	0	
Резерв (всегда должен устанавливаться равным нулю)	Reserv	Uint (2)	0x626	0x726	0x826	0x926	0	
Значение АЦП нижнего уровня калибровки тока датчика	AdcInMin	Uint (2)	0x628	0x728	0x828	0x928	0	1
Значение АЦП верхнего уровня калибровки тока датчика	AdcInMax	Uint (2)	0x62A	0x72A	0x82A	0x92A	0	1
Значение ЦАП нижнего уровня калибровки унифицированного выхода	DacOutMin	Uint (2)	0x62C	0x72C	0x82C	0x92C	0	1
Значение ЦАП верхнего уровня калибровки унифицированного выхода	DacOutMax	Uint (2)	0x62E	0x72E	0x82E	0x92E	0	1

Продолжение таблицы 22

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
Режим работы контроля тока датчика 0 - блокировать работу канала, обнулять значение параметра; 1 - не блокировать работу канала, не обнулять измеряемое значение	OutOfRangeCurrMode	Uint(2)	0x0630	0x0730	0x0830	0x0930	0	
Резерв, всегда должен равняться нулю	Reserv	Uint(2)	0x0632	0x0732	0x0832	0x0932	0	
Примечания 1 Калибровочная информация отсутствует, все измеряемые параметры будут иметь значение нуль. 2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».								

Таблица 23 - Список основных регистров каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
Разрешение работы канала измерения 0 – канала выключен	Enabled	Uint (2)	0x0A00	0x0B00	0x0C00	0x0D00	0	1
Разрешение работы дополнительных функций 0 - дополнительные функции выключены	EnabledAdd	Uint (2)	0x0A02	0x0B02	0x0C02	0x0D02	0	2
Нижний диапазон измеряемого параметра	RangeParamMin	Float (4)	0x0A04	0x0B04	0x0C04	0x0D04	0	
Верхний диапазон измеряемого параметра	RangeParamMax	Float (4)	0x0A08	0x0B08	0x0C08	0x0D08	0	
Имя измеряемого параметра	MeasurName	Char (8)	0x0A0C	0x0B0C	0x0C0C	0x0D0C		3
Единицы измерения параметра	MeasurUnit	Char (8)	0x0A14	0x0B14	0x0C14	0x0D14		3
Формат вывода результатов измерения на индикаторе (0 - ####, 1 - ###.#, 2 - ##.##; 3 - #.###)	FormatOut	Uint (2)	0x0A1C	0x0B1C	0x0C1C	0x0D1C	0	7
Формат вывода результатов измерения на индикаторе (0 - ####, 1 - ###.#, 2 - ##.##; 3 - #.###)	FormatOut	Uchar(2)	0x0A1C	0x0B1C	0x0C1C	0x0D1C	0	8
Адаптивный режим вывода информации на индикатор (0 – выключено; 1 – включено)	AdaptiveOut	Uchar(2)	0x0A1C	0x0B1C	0x0C1C	0x0D1C	0	8
Глубина усреднения результатов измерений от 0 до 9 0 – усреднения нет	AverageDepth	Uint (2)	0x0A1E	0x0B1E	0x0C1E	0x0D1E	0	
Режим работы уставки 1	TestPointMode_1	Uint (2)	0x0A20	0x0B20	0x0C20	0x0D20	0	
Режим работы уставки 2	TestPointMode_2	Uint (2)	0x0A22	0x0B22	0x0C22	0x0D22	0	
Режим работы уставки 3	TestPointMode_3	Uint (2)	0x0A24	0x0B24	0x0C24	0x0D24	0	
Режим работы уставки 4	TestPointMode_4	Uint (2)	0x0A26	0x0B26	0x0C26	0x0D26	0	
Значение уставки 1	TestPointData_1	Float (4)	0x0A28	0x0B28	0x0C28	0x0D28	0	
Значение уставки 2	TestPointData_2	Float (4)	0x0A2C	0x0B2C	0x0C2C	0x0D2C	0	
Значение уставки 3	TestPointData_3	Float (4)	0x0A30	0x0B30	0x0C30	0x0D30	0	
Значение уставки 4	TestPointData_4	Float (4)	0x0A34	0x0B34	0x0C34	0x0D34	0	
Гистерезис по уставкам	TestPointHist	Float (4)	0x0A38	0x0B38	0x0C38	0x0D38	0	4
Резерв должен равняться нулю	Reserv	Uint (2)	0x0A38	0x0B38	0x0C38	0x0D38	0	9

Продолжение таблицы 23

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
Формат отображения уставок (0 - соответствует настройке канала измерения 1 - ####, 2 - ###.#, 3 - ##.##; 4 - #.###)	TestPointDisplayOut	Uint (2)	0x0A3A	0x0B3A	0x0C3A	0x0D3A	0	9
Время реакции на переход через уставку	TestPointTime	Uint (2)	0x0A3C	0x0B3C	0x0C3C	0x0D3C	0	5
Разрешение работы алгоритма контроля стабильности измеряемого параметра (0 – алгоритм выключен)	StabEnabled	Uint (2)	0x0A3E	0x0B3E	0x0C3E	0x0D3E	0	
Время детектирования дестабилизации измеряемого параметра	StabTimeOut	Uint (2)	0x0A40	0x0B40	0x0C40	0x0D40	0	5
Время детектирования стабилизации измеряемого параметра	StabTimeIn	Uint (2)	0x0A42	0x0B42	0x0C42	0x0D42	0	5
Максимальное отклонение измеряемого параметра для алгоритма стабилизации	StabDataDelta	Float (4)	0x0A44	0x0B44	0x0C44	0x0D44	0	
Нижнее значение диапазона параметра, выводимого на унифицированный выход	OutRangeParamMin	Float (4)	0x0A48	0x0B48	0x0C48	0x0D48	0	
Верхнее значение диапазона параметра, выводимого на унифицированный выход	OutRangeParamMax	Float (4)	0x0A4C	0x0B4C	0x0C4C	0x0D4C	0	
Гистерезис по уставке 1	TestPointHist_1	Float (4)	0x0A50	0x0B50	0x0C50	0x0D50	0	6
Гистерезис по уставке 2	TestPointHist_2	Float (4)	0x0A54	0x0B54	0x0C54	0x0D54	0	6
Гистерезис по уставке 3	TestPointHist_3	Float (4)	0x0A58	0x0B58	0x0C58	0x0D58	0	6
Гистерезис по уставке 4	TestPointHist_4	Float (4)	0x0A5C	0x0B5C	0x0C5C	0x0D5C	0	6

Продолжение таблицы 23

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
Алгоритм размаха виброперемещения без импульсов синхронизации Минимальная частота вращения ротора, об/мин	VariablePP RotorRpmMin	Uint (2)	0x0A60	0x0B60	0x0C60	0x0D60	0	9
Алгоритм размаха виброперемещения без импульсов синхронизации Уровень шума ВЧ измерителя размаха, мкм	VariablePP NoiseAmplHF	Uint (2)	0x0A62	0x0B62	0x0C62	0x0D62	0	9
Резерв должен равняться нулю	Reserv	Uchar (12)	0x0A64	0x0B64	0x0C64	0x0D64	0	9
Дополнительная информация	InformationString	Char (8)	0x0A70	0x0B70	0x0C70	0x0D70	0	9
Примечания 1. Канал измерения выключен, дополнительная функция канала измерения выключена. 2. Коды дополнительных функций представлены в таблице 24. 3. Соответствует пустой строке. 4. В ПО модуля МК22 версии 1.65 не реализовано. Резерв, должен равняться нулю. 5. Время по 0.1 секунде (0 = 0,1 секунде). 6. Реализовано в ПО модуля МК22 версии 1.65. 7. Реализовано в ПО модуля МК22 до версии 1.65 включительно. 8. Реализовано в ПО модуля МК22 версии 1.67. 9. Реализовано в ПО модуля МК22 версии 1.68.								

Таблица 24 - Коды дополнительных функций по каналам измерения (параметр EnabledAdd)

Дополнительная функция	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	Реализовано в ПО модуля МК22 с версии
Дополнительная функция выключена	0	0	0	0	
Измерение частоты вращения ротора	1	1	X	X	1.40
Измерение положения бойка АБ	2	2	X	X	1.50
Измерение частоты вращения ротора в режиме противоразгонного АБ	3	X	X	X	1.60
Измерение прогиба ротора	X	X	1	X	1.40
Линеаризация сигнала датчика	X	X	X	1	1.40
Вычисление параметра по формуле	X	X	X	2	1.40
Измерение размаха виброперемещения без импульсов синхронизации	4	4	4	4	1.68
Примечание - 'X' - функция для данного канала не реализована					

Таблица 25 - Список регистров управления унифицированным выходом

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
Значение ЦАП для прямого управления унифицированным выходом канала измерения	AnalogDirectData	Uint (2)	0x500	0x502	0x504	0x506	0	
Примечания								
<ol style="list-style-type: none"> 1 Используются при калибровки унифицированных выходов. Диапазон ЦАП от 0 до 4095. 2 В нормальной работе каналов измерения не участвуют. 3 Автоматически сбрасываются в 0, если значение регистра не изменялось в течении 30 секунд. 4 Доступны для записи в любом режиме работы модуля. 								

Таблица 26 - Список дополнительных регистров измерения частоты (для каналов 1, 2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Знач. по умолч.	Прим.
			Канал 1	Канал 2		
Число импульсов на один оборот ротора (от 1 до 1000)	Tooth	Uint (2)	0x1800	0x1900	1	
Генерировать импульсы синхронизации (0 – импульсы синхронизации не генерируются)	PulseEna	Uint (2)	0x1802	0x1902	0	1
Полярность активного фронта входных импульсов (0 – передний фронт; не ноль – задний фронт)	PolarityIn	Uint (2)	0x1804	0x1904	0	
Полярность активного фронта выходных импульсов (0 – передний фронт; не ноль – задний фронт)	PolarityOut	Uint (2)	0x1806	0x1906	0	
Разрешить проверку сигнализации «СТОП» (0 – проверка запрещена)	StopTestEna	Uint (2)	0x1808	0x1908	0	
Разрешить проверку уставок в режиме «СТОП» (0 – проверка запрещена)	PointStopEna	Uint (2)	0x180A	0x190A	0	
Минимальная измеряемая частота, об/мин	FrequencyMin	Float (4)	0x180C	0x190C	1	
Фильтр единичных всплесков измерителя частоты (0 – выключен; 1 – включен)	FilterOnePulse	Uint (2)	0x1810	0x1910	0	2
Резерв, должен равняться нулю		Uint (2)	0x1812	0x1912	0	
Примечания 1 Импульсы синхронизации передаются на 1 и 2 логические выходы для 1,2 каналов измерения соответственно. 2 Реализовано в ПО модуля МК22 версии 1.67. 3 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».						

Таблица 27 - Список дополнительных регистров измерения положения бойка АБ (для каналов 1, 2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Знач. по умолч.	Прим.
			Канал 1	Канал 2		
Алгоритм определения положения бойка АБ 0 - Всегда проводить измерение нулевого положения бойка АБ 1 - Разрешить применять сохраненное значение нулевого положения бойка АБ 2 - Не проводить измерения нулевого положения, всегда применять введенное значение 3 - Неполный диапазон датчика	ModeWork	Uint (2)	0x1F00	0x1F20	0	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	Uint (2)	0x1F02	0x1F22	0	
Минимальная частота измерения выхода бойка АБ, об/мин	FrequencyMin	Float (4)	0x1F04	0x1F24	0	
Нулевое положение бойка АБ, предустановленное значение	DeltaConst	Float (4)	0x1F08	0x1F28	0	
Примечания 1 Реализовано в ПО модуля с версии 1.50. 2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».						

Таблица 28 - Список регистров управления платой компараторов COMP.01-2CH-МК32-MS (для каналов 1, 2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Знач. по умолч.	Прим.
			Канал 1	Канал 2		
Диапазон измерения зазора, нижнее значение, мкм	GapRangeMin	Float (4)	0x3000	0x3100	0	
Диапазон измерения зазора, верхнее значение, мкм	GapRangeMax	Float (4)	0x3004	0x3104	0	
Начальный установочный зазор, мкм	GapInitial	Float (4)	0x3008	0x3108	0	
Ограничивать уровни переключения компаратора диапазоном измерения зазора (0 - не ограничивать)	ComparatorLevelControl	Uint (2)	0x300C	0x310C	0	
Адаптивная коррекция уровней переключения компаратора 0 - выключено 1 - по зазору из постоянного тока датчика 2 - по реальному зазору при вращении ротора	ToggleAdaptiveMode	Uint (2)	0x300E	0x310E	0	
Смещение среднего уровня переключения компаратора относительно зазора, мкм	ToggleLevelOffset	Float (4)	0x3010	0x3110	0	
Гистерезис переключения компаратора (размах), мкм	ToggleLevelHist	Float (4)	0x3014	0x3114	0	
Нижняя граница среднего уровня переключения, мкм	ToggleLevelMin	Float (4)	0x3018	0x3118	0	
Верхняя граница среднего уровня переключения, мкм	ToggleLevelMax	Float (4)	0x301C	0x311C	0	
Минимальная частота вращения ротора для адаптивного режима, об/мин	ToggleAdaptiveFreqMin	Float (4)	0x3020	0x3120	0	
Ограничивать средний уровни переключения компаратора (0 - не ограничивать)	ToggleGapLevelControl	Uint (2)	0x3024	0x3124	0	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	Uint (2)	0x3026	0x3126	0	
Вычислять зазор при вращении ротора (0 - не вычислять)	GapUponRotation	Uint (2)	0x3028	0x3128	0	
Число оборотов ротора для вычисления зазора (от 1 до 100)	GapUR_RpmMin	Uint (2)	0x302A	0x312A	0	
Примечания 1 Реализовано в ПО модуля МК22 версии 1.68. 2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».						

Таблица 29 - Список дополнительных регистров измерения прогиба ротора (для канала 3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Нижний диапазон измеряемого параметра	RangeVarMin	Float (4)	0x1A00	0	
Верхний диапазон измеряемого параметра	RangeVarMax	Float (4)	0x1A04	500	
Режим измерения (0 – по первой оборотной гармонике не ноль – по полигармонике)	ModeMeasur	Uint (2)	0x1A08	0	
Глубина усреднения измерения зазора (от 0 до 9)	AverageDepth	Uint (2)	0x1A0A	0	
Режим синхронизации измерений искривления 0 – основной вход синхронизации 1 резервный вход синхронизации 2 1 – синхронизация только по 1-му входу 2 – синхронизация только по 2-му входу	SyncMode	Uint (2)	0x1A0C	0	1
Полярность входных импульсов синхронизации (0 – активный передний фронт; не ноль – задний фронт)	SyncPolar	Uint (2)	0x1A0E	0	1
Число импульсов на один оборот ротора (от 1 до 1000)	SyncTooth	Uint (2)	0x1A10	1	1
Выбор источника данных для унифицированного выхода (0 – прогиб ротора; не ноль – зазор)	SelectOutData	Uint (2)	0x1A12	0	
Минимально допустимая частота вращения ротора, об/мин	FreqValidMin	Uint (2)	0x1A14	1	2
Максимально допустимая частота вращения ротора, об/мин	FreqValidMax	Uint (2)	0x1A16	10 000	2
Контролировать частоту вращения ротора (0 – не контролировать)	FreqControl	Uint (2)	0x1A1C	0	2
Допустимый шум алгоритма БПФ в разрядности АЦП	MagNoice	Uint (2)	0x1A1E	100	
Коррекция фазового сдвига ФНЧ модуля, гр/Гц	PhaseCorrModul	Float (4)	0x1A20	0	
Коррекция фазового сдвига фильтров датчика, гр/Гц	PhaseCorrSense	Float (4)	0x1A24	0	
Постоянное смещение фазы для 1-й оборотной, гр	PhaseCorrConst	Float (4)	0x1A28	0	
Минимальный размах оборотной составляющей для вычисления фазы	PhaseMinVar	Float (4)	0x1A26	0	
Значение АЦП нижнего уровня калибровки по оборотной составляющей	AdcVar1fMin	Uint (2)	0x1A30	0	3
Значение АЦП верхнего уровня калибровки по оборотной составляющей	AdcVar1fMax	Uint (2)	0x1A32	0	3
Значение АЦП нижнего уровня калибровки по полигармонике	AdcVarPolyMin	Uint (2)	0x1A34	0	3
Значение АЦП верхнего уровня калибровки по полигармонике	AdcVarPolyMax	Uint (2)	0x1A36	0	3
Примечания 1 Приоритет за настройками для каналов 1,2 в режиме измерения частоты. 2 Допустимая частота измерения прогиба ротора принудительно ограничивается диапазоном от 0,9 до 12000 об/мин. 3 Калибровочная информация отсутствует, все измеряемые параметры будут иметь значение ноль. 4 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

Таблица 30 - Список дополнительных регистров линеаризации

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Число записей в таблице линеаризации	LinearTableSize	Uint (2)	0x1B00	0	1
Резерв, всегда должен равняться нулю	Reserv	Uint (2)	0x1B02	0	
Запись 1, значение тока	Current_1	Float (4)	0x1B04	0	
Запись 1, значение параметра	Data_1	Float (4)	0x1B08	0	
Запись 2, значение тока	Current_2	Float (4)	0x1B0C	0	
Запись 2, значение параметра	Data_2	Float (4)	0x1B10	0	
Запись 16, значение тока	Current_16	Float (4)	0x1B7C	0	
Запись 16, значение параметра	Data_16	Float (4)	0x1B80	0	
Примечания					
1 Для работы алгоритма линеаризации необходимо как минимум 2 записи. Если в таблице менее 2-х записей значение параметра принимается равным нулю. Максимальное количество записей 16.					
2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

Таблица 31 - Список дополнительных регистров вычисления по формуле

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Учитывать флаг неисправности каналов измерения при вычислении значения канала 4 (4 слова)	CheckChannelError	Uint (8)	0x2300	0	
Массив констант, используемых в вычислениях (8 констант)	Constant	Float (32)	0x2308	0	
Последовательность операций для вычисления значения параметра канала 4 (32 команды). Структура одной команды: биты 0-7: код операции биты 8-11: тип памяти, используемой в операции биты 12-15: адрес регистра	Instruction	Uint (64)	0x2328	0	
Примечание - Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

Таблица 32 - Список дополнительных регистров вычисления по формуле

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Уровень переключения в логический '0'	ToggleCurrent_ToLow	Float (4)	0x3400	2	
Уровень переключения в логический '1'	ToggleCurrent_ToHigh	Float (4)	0x3404	4	
Максимальная частота вращения ротора для проведения измерений (не более 100), об/мин	FrequencyMax_RPM	Float (4)	0x3408	10	
Режим синхронизации 0 - не указано (измерения выключено) 1 - вход синхронизации 1 2 - вход синхронизации 2 3 - основной вход синхронизации 1, резервный - 2	InputSynchPulse	Uint (2)	0x340C	3	
Число импульсов на один оборот (от 2 до 100)	Tooth	Uint (2)	0x340E	60	
Примечания					
1 Реализовано в ПО модуля МК22 версии 1.69.					
2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

5.4.2 Системные настройки модуля

Таблица 33 - Список системных регистров

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Время блокировки логических выходов после включения (сброса) модуля	LogicOffStartUp	Uint (2)	0xE00	15	1, 3
Тайм-аут теста уставок после нормализации работы датчика	TestPointSenseOk	Uint (2)	0xE02	15	2, 3
Тайм-аут проверки режима «СТОП»	TimeOut_TestStop	Uint (2)	0xE04	0	2, 3
Период измерения частоты для каналов 1,2	FreqMeasurTime	Uint (2)	0xE06	0	2,3
Матрица логической сигнализации (80 слов): биты 0:3 – номер выхода, на который назначена сигнализация (группа 1) биты 4:7 – номер выхода, на который назначена сигнализация (группа 2) бит 8 – инверсия сигнализации для группы 1 бит 9 – инверсия сигнализации для группы 2 биты 10:13 – зарезервированы, должны равняться нулю бит 14 – включение светодиода 'War' для варианта бит 15 – включение светодиода 'Alarm' для варианта	LogicMatrix	Uint (160)	0xE08	0	
Инверсия сигнала на логическом выходе (12 слов) (не ноль – инверсия выхода)	LogicOutMode	Uint (24)	0xE80	0	4
Настройка режима работы логических выходов 0 - логическая матрица 1 - логическая формула	LogicMode	Uint(2)	0x0EC0	0	
Противоразгонный АБ. Период измерения, мс	OSP_MeasurPeriod	Uint(2)	0x0EC2	5	5
Тип ЦАП унифицированных токовых выходов 0 - Токовые выходы не реализованы 1 - Один 4-х канальный ЦАП AD7398 (МК22-DC-R2, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2) 2 - Четыре одноканальных ЦАП DAC7611 (МК22-DC-001-R2-M-Base-PO)	DacExternalType	Uint(2)	0x0EC4	0	6
Тип платы расширения 0 - нет платы расширения 1 - плата компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS	InputExpBoardType	Uint(2)	0x0EC6	0	7
Резерв, всегда должен равняться нулю	Reserv	Uchar(4)	0x0EC8	0	
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В случае ошибки считывания данных из энергонезависимой памяти всегда равен 79 (8 секунд). 2. При значении равном 0 функция выключена. 3. Время по 0,1 с (0 = 0,1 с). 4. На 12 логический выход данный параметр не распространяется. 5. Реализовано в ПО модуля с версии 1.60. 6. Реализовано в ПО модуля с версии 1.65. 7. Реализовано в ПО модуля с версии 1.68. 8. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта». 					

Таблица 34 - Информационная строка

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Информация о установленных перемычках	JumpersInfoString	Uchar(64)	0x1600	0	
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Заполняется в свободной форме, не обязательный параметр. 2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта». 					

Таблица 35 - Символьные имена логических выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Символьное имя (код) логического выхода 1	LogicName_1	Char (16)	0x1700	0	1
Символьное имя (код) логического выхода 2	LogicName_2	Char (16)	0x1710	0	1
Символьное имя (код) логического выхода 12	LogicName_12	Char (16)	0x17B0	0	1
Примечания					
1 Имя не назначено, пустая строка.					
2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

Таблица 36 - Список регистров настройки логической сигнализации

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Логическое правило выхода 1 (16 команд)	LogicRules[0]	Uint(2)x16	0x1C00	0	
Логическое правило выхода 2	LogicRules[1]	Uint(2)x16	0x1C20	0	
Логическое правило выхода 3	LogicRules[2]	Uint(2)x16	0x1C40	0	
Логическое правило выхода 4	LogicRules[3]	Uint(2)x16	0x1C60	0	
Логическое правило выхода 5	LogicRules[4]	Uint(2)x16	0x1C80	0	
Логическое правило выхода 6	LogicRules[5]	Uint(2)x16	0x1CA0	0	
Логическое правило выхода 7	LogicRules[6]	Uint(2)x16	0x1CC0	0	
Логическое правило выхода 8	LogicRules[7]	Uint(2)x16	0x1CE0	0	
Логическое правило выхода 9	LogicRules[8]	Uint(2)x16	0x1D00	0	
Логическое правило выхода 10	LogicRules[9]	Uint(2)x16	0x1D20	0	
Логическое правило выхода 11	LogicRules[10]	Uint(2)x16	0x1D40	0	
Логическое правило выхода 12	LogicRules[11]	Uint(2)x16	0x1D60	0	
Логическое правило светодиода 'War'	LogicRules[14]	Uint(2)x16	0x1DC0	0	
Логическое правило светодиода 'Alarm'	LogicRules[15]	Uint(2)x16	0x1DE0	0	
Примечания - Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

Таблица 37 - Структура команды логических правил

Название	Обозначение	Биты
Код операции 0x00 - пустая операция 0x1F - завершение логической формулы 0x01 - поместить значение памяти в аккумулятор 0x02 - сохранить значение аккумулятора в памяти 0x03 - сбросить аккумулятор в нуль 0x04 - инвертировать значение аккумулятора 0x05 - логическое ИЛИ аккумулятора и памяти 0x06 - логическое И аккумулятора и памяти 0x07 - логическое исключающее ИЛИ аккумулятора и памяти	Operation	11 : 15 (5)
Код памяти (регистра) 0x00 - нет ссылки на память 0x01 - локальная память (16 бит) собственное для каждого логического выхода (очищается перед выполнением) 0x02 - глобальная память (16 бит) общая для всех логических выходов (очищается перед выполнением) 0x03 - нет ссылки на память 0x04 - регистр статуса канала 1 0x05 - регистр статуса канала 2 0x06 - регистр статуса канала 3 0x07 - регистр статуса канала 4 0x08 - нет ссылки на память 0x09 - нет ссылки на память 0x0A - регистр статуса модуля (StatusSys) 0x0B - регистр дополнительного статуса модуля (StatusSysAdd) 0x0C - нет ссылки на память 0x0D - нет ссылки на память 0x0E - нет ссылки на память 0x0F - нет ссылки на память	Memory	6 : 10 (5)
Адрес в памяти (номер бита в регистре)	Address	0 : 5 (6)

5.4.3 Интерфейсы связи

Таблица 38 - Список регистров интерфейса RS485 №1

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Разрешить работу интерфейса 0 - Выключено 1 - Режим VibrobitRTU 2 - Режим ModbusRTU	Enabled	Uint (2)	0xF00	0	
Разрешить изменения параметров работы модуля командами по интерфейсу RS485 (не нуль – разрешено)	ChangeEna	Uint (2)	0xF02	0	
Разрешить операцию однократной записи (не нуль – разрешено)	OnWriteEna	Uint (2)	0xF04	0	
Разрешить поддержку широковещательного адреса (не нуль – разрешено)	CommAddrEna	Uint (2)	0xF06	0	
Адрес устройства на шине RS485 (от 1 до 247)	Address	Uint (2)	0xF08	1	
Скорость обмена, бит/с 0 – 4800; 1 – 9600; 2 – 19200; 3 – 38400; 4 – 57600; 5 – 115200; 6 – 230400	Speed	Uint (2)	0xF0A	0	
Примечания 1 Параметры интерфейса RS485 вступают в силу только после переинициализации интерфейса. 2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

Таблица 39 - Список регистров интерфейса RS485 №2

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Разрешить работу интерфейса 0 - Выключено 1 - Режим VibrobitRTU 2 - Режим ModbusRTU 10 - Применить настройку интерфейса RS485 №1	Enabled	Uint (2)	0x1500	0	
Разрешить изменения параметров работы модуля командами по интерфейсу RS485 (не нуль – разрешено)	ChangeEna	Uint (2)	0x1502	0	
Разрешить операцию однократной записи (не нуль – разрешено)	OnWriteEna	Uint (2)	0x1504	0	
Разрешить поддержку широковещательного адреса (не нуль – разрешено)	CommAddrEna	Uint (2)	0x1506	0	
Адрес устройства на шине RS485 (от 1 до 247)	Address	Uint (2)	0x1508	1	
Скорость обмена, бит/с 0 – 4800; 1 – 9600; 2 – 19200; 3 – 38400; 4 – 57600; 5 – 115200; 6 – 230400	Speed	Uint (2)	0x150A	0	
Примечания 1 Параметры интерфейса RS485 вступают в силу только после переинициализации интерфейса. 2 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

Таблица 40 - Список стандартных регистров интерфейса CAN2.0B

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолч.	Прим.
Разрешить работу интерфейса (не нуль – работа интерфейса разрешена)	Enabled	Uint (2)	0x1000	0	
Скорость обмена, кбит/с 0 – 1000; 1 – 500; 2 – 250; 3 – 200; 4 – 125; 5 – 100; 6 – 80; 7 – 40	Speed	Uint (2)	0x1002	0	
Адрес модуля на шине	Address	Uint (2)	0x1004	0	
Период отправки сообщений по 0.1с	PeriodSend	Uint (2)	0x1006	0	1
Передача данных по каналу измерения 1 бит 0 – результаты измерения бит 1 – минимум измеряемого параметра бит 2 – максимум измеряемого параметра бит 3 – дополнительный параметр 1 бит 4 – дополнительный параметр 2 биты 5-15 – резерв, должны равняться 0	DataSend_1	Uint (2)	0x1008	0	
Передача данных по каналу измерения 2 (назначение битов аналогичное каналу 1)	DataSend_2	Uint (2)	0x100A	0	
Передача данных по каналу измерения 3 (назначение битов аналогичное каналу 1)	DataSend_3	Uint (2)	0x100C	0	
Передача данных по каналу измерения 4 (назначение битов аналогичное каналу 1)	DataSend_4	Uint (2)	0x100E	0	
Примечания 1 Время по 0,1 с (0 = 0,1 с). 2 Параметры интерфейса CAN2.0B вступают в силу только после переинициализации интерфейса. 3 Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».					

5.4.4 Идентификационная информация

Таблица 41 - Список регистров идентификационной информации о модуле

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

Таблица 42 - Список регистров идентификационной информации о ПО модуля

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

5.4.5 Результаты измерений

Таблица 43 - Список основных регистров результатов измерений

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Значение основного измеряемого параметра	Data	Float (4)	0x0000	0x001C	0x0038	0x0054	
Минимальное значение основного измеряемого параметра	DataMin	Float (4)	0x0004	0x0020	0x003C	0x0058	
Максимальное значение основного измеряемого параметра	DataMax	Float (4)	0x0008	0x0024	0x0040	0x005C	
Дополнительный результат измерения № 1	DataAdd_1	Float (4)	0x000C	0x0028	0x0044	0x0060	1
Дополнительный результат измерения № 2	DataAdd_2	Float (4)	0x0010	0x002C	0x0048	0x0064	1
Постоянный ток датчика, мА	Current	Float (4)	0x0014	0x0030	0x004C	0x0068	
Флаги состояния канала измерения	Status	Uint (2)	0x0018	0x0034	0x0050	0x006C	2
Значение АЦП постоянной составляющей сигнала датчика	AdcConst	Uint (2)	0x001A	0x0036	0x0052	0x006E	3
Флаги состояния модуля	StatusSys	Uint (2)	0x0070				4
Состояние логических выходов: биты 0-11 – состояние логических выходов с 1 по 12 биты 12-13 – зарезервированы, всегда равны 0 бит 14 – состояние светодиода 'War' бит 15 – состояние светодиода 'Alarm'	LogicOutStatus	Uint (2)	0x0072				
Дополнительный регистр статуса	StatusSysAdd	Uint(2)	0x007C				5
Тип ЦАП унифицированных токовых выходов	DacExternalType	Uint(2)	0x007E				6
Тип платы расширения	InputExpBoardType	Uint(2)	0x0080				7
Примечания 1. Назначение зависит от дополнительных функций для соответствующих каналов измерения. 2. Описание флагов состояния каналов измерения представлены в таблице 16. 3. Используется при калибровке каналов измерения. 4. Описание флагов состояния модуля смотрите в таблице 15. 5. Описание дополнительных флагов состояния модуля представлены в таблице 17. 6. Значения регистра соответствует описанию, представленному в таблице 33. 7. Значения регистра соответствует описанию, представленному в таблице 33. 8. Регистры результатов измерений доступны только для чтения.							

Таблица 44 - Список регистров спектральных составляющих 3-го канала при измерении прогиба ротора

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Размах (2A) ½ оборотной составляющей	Mag	Float (4)	0x0100	
Фаза ½ оборотной составляющей, °	Phase	Float (4)	0x0104	
Размах оборотной составляющей	Mag	Float (4)	0x0108	
Фаза оборотной составляющей, °	Phase	Float (4)	0x010C	
Размах 1,5 оборотной составляющей	Mag	Float (4)	0x0110	
Фаза 1,5 оборотной составляющей, °	Phase	Float (4)	0x0114	
Размах 5 оборотной составляющей	Mag	Float (4)	0x0148	
Фаза 5 оборотной составляющей, °	Phase	Float (4)	0x014C	
Примечания 1 Значение оборотных составляющих и их фазы равны нулю, если функция измерения прогиба ротора выключена. 2 Значения половинных оборотных составляющих и их фазы равны нулю, если измерения прогиба ротора выполняется за один оборот ротора. 3 Значение фаз оборотных составляющих равно нулю, если уровень соответствующей оборотной составляющей ниже установленного предела. 4 Регистры результатов измерений доступны только для чтения.				

Таблица 45 - Список дополнительных регистров 3-го канала при измерении прогиба ротора

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Частота, используемая при захвате выборки сигнала, об/мин	RequestFreq	Float (4)	0x2200	
Режим выборки 0 – 2 оборота ротора 1 – 1 оборот ротора	RequestMode	Uint (2)	0x2204	
Данные выводимые на 3-й унифицированный выход 0 – прогиб ротора 1 – зазор	OutData	Uint (2)	0x2206	
Значение АЦП размаха 1-й оборотной составляющей	Adc1F	Uint (2)	0x2208	1
Значение АЦП размаха полигармоники	AdcPoly	Uint (2)	0x220A	1
Источник синхронизации 0 - не выбран 1 - Канал 1 2 - Канал 2	InFreqSelect	Uint (2)	0x2216	
Количество импульсов на оборот ротора	Tooth	Uint (2)	0x2218	
Примечания 1 Используется при калибровке каналов измерения. 2 Регистры результатов измерений доступны только для чтения.				

Таблица 46 - Список регистров захвата сигнала 3-го канала измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Значение выборки 0	Data_0	Float (4)	0x2800	
Значение выборки 1	Data_1	Float (4)	0x2804	
...	
Значение выборки 511	Data_511	Float (4)	0x2FFC	
Примечания 1 Выполнять чтение после установки соответствующего флага в регистре состояния модуля. 2 Регистры результатов измерений доступны только для чтения.				

Таблица 47 - Список регистров состояния платы компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS (для каналов 1, 2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Прим.
			Канал 1	Канал 2	
Флаги состояния бит 0 - Функция активна бит 1 - Измерение зазора при вращении ротора бит 2 - Ротор остановлен бит 3 - Вычислен зазор при вращении ротора Адаптивный режим бит 4 - Частота вращения ниже установленного уровня бит 5 - Ограничение нижнего уровня бит 6 - Ограничение верхнего уровня бит 7-30 - служебные бит 31 - Ошибка параметров настройки	Status	Ulong (4)	0x3200	0x3300	
Зазор по постоянному току датчика, мкм	GapAverage	Float (4)	0x3204	0x3304	
Зазор, вычисленный по выступам КП, мкм	GapUponRotation	Float (4)	0x3208	0x3308	
Резерв, равняется нулю	Reserv	Ulong (4)	0x320C	0x330C	
Средний уровень, мкм	ToggleGapLevel_Avr	Float (4)	0x3210	0x3310	
Нижнее значение компарирования, мкм	ToggleGapLevel_Low	Float (4)	0x3214	0x3314	
Верхнее значение компарирования, мкм	ToggleGapLevel_High	Float (4)	0x3218	0x3318	
Резерв, равняется нулю	Reserv	Ulong (4)	0x321C	0x331C	
Уровень переключения. Нижнее значение, ЦАП	ToggleGapDAC_Low	Uint (2)	0x3220	0x3320	
Уровень переключения. Верхнее значение, ЦАП	ToggleGapDAC_High	Uint (2)	0x3222	0x3322	
Резерв, равняется нулю	Reserv	Ulong (4)	0x3224	0x3324	
Расчет зазора. Коэффициент А	CoeffCurrentToGap_A	Float (4)	0x3228	0x3328	
Расчет зазора. Коэффициент В	CoeffCurrentToGap_B	Float (4)	0x322C	0x332C	
Расчет ЦАП. Коэффициент А	CoeffGapToDAC_A	Float (4)	0x3230	0x3330	
Расчет ЦАП. Коэффициент В	CoeffGapToDAC_B	Float (4)	0x3234	0x3334	
Служебные регистры алгоритма		Uchar (16)	0x3238	0x3338	
Зазор при вращении ротора, АЦП	GapUR_Adc	Ulong (4)	0x3248	0x3348	
Примечания 1. Реализовано в ПО модуля МК22 версии 1.68. 2. Регистры результатов измерений доступны только для чтения.					

Таблица 48 - Список дополнительных регистров 4-го канала при измерении угла поворота ротора

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Флаги состояния канала измерения (биты): 0 - измерения включены 1 - результаты измерений достоверны 2-6 - резерв, равны 0 7 - логический уровень 8 - выборка сигнала активна 9 - доступна синхронизация по каналу 1 10 - доступна синхронизация по каналу 2 11 - служебный 12, 13 - резерв, равны 0 14 - ошибка расчетных коэффициентов канала измерения 15 - неправильные настройки	Flags	Uint (2)	0x3500	
Принятое число импульсов на оборот ротора	Tooth	Uint (2)	0x3502	
Угол поворота ротора, гр	Value_Dg	Float (4)	0x3504	
Частота вращения ротора, об/мин	Frequency_RPM	Float (4)	0x3508	
Резерв, равен нулю	ReservFL	Float (4)	0x350C	
Счетчик импульсов (рабочий регистр)	PulseCounter	Uint (2)	0x3510	
Номер входа синхронизации	InFreqSelect	Uint (2)	0x3512	
Уровень переключения в логический '0', АЦП · 16	ToggelAdc_ToLow	Uint (2)	0x3514	
Уровень переключения в логическую '1', АЦП · 16	ToggelAdc_ToHigh	Uint (2)	0x3516	
Примечания 1 Реализовано в ПО модуля МК22 версии 1.69. 2 Регистры результатов измерений доступны только для чтения.				

5.4.6 Управляющие команды

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

Таблица 49 - Список управляющих регистров

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие	Прим.
0xFF00	0x55	Сброс модуля (аналогично включению питания модуля)	
0xFF01	0x60	Выполнить повторную инициализацию измерения частоты	1, 3
	0x61	Пересчитать коэффициенты канала 1	1, 3
	0x62	Пересчитать коэффициенты канала 2	1, 3
	0x63	Пересчитать коэффициенты канала 3	1, 3
	0x64	Пересчитать коэффициенты канала 4	1, 3
	0x51	Сброс минимума/максимума 1-го канала измерения	3
	0x52	Сброс минимума/максимума 2-го канала измерения	3
	0x53	Сброс минимума/максимума 3-го канала измерения	3
	0x54	Сброс минимума/максимума 4-го канала измерения	3
	0x93	Выполнить повторную инициализацию интерфейса RS485 №1	2, 3
	0x94	Выполнить повторную инициализацию интерфейса RS485 №2	2, 3
	0x98	Выполнить повторную инициализацию интерфейса CAN2.0B	2, 3
0xFF02	0x33	Блокировка логической сигнализации	
	0xCC	Нормальная работа логической сигнализации	
0xFF03	0x3C	Запрос на одиночную запись	
0xFF04	0x51	Проверка режима «СТОП» канала 1	5
	0x52	Проверка режима «СТОП» канала 2	5
	0x50	Выключить проверку режима «СТОП» каналов 1, 2	5
0xFF05	0xA3	Захват выборки канала измерения 3	6

Продолжение таблицы 49

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие	Прим.
0xFF06		Запись параметров работы в энергонезависимую память модуля	3, 4
	0x80	Калибровочные данные по каналу 1	
	0x81	Калибровочные данные по каналу 2	
	0x82	Калибровочные данные по каналу 3	
	0x83	Калибровочные данные по каналу 4	
	0x84	Основные параметры по каналу 1	
	0x85	Основные параметры по каналу 2	
	0x86	Основные параметры по каналу 3	
	0x87	Основные параметры по каналу 4	
	0x88	Системные параметры модуля	
	0x89	Параметры интерфейса RS485 №1	
	0x8A	Параметры интерфейса CAN2.0B	
	0x8C	Символьные имена логических выходов	
	0x8D	Параметры интерфейса RS485 №2	
	0x8E	Дополнительные параметры канала 4 - Вычисления по формуле	
	0x90	Дополнительные параметры по каналу 1 - Измерение частоты	
	0x91	Дополнительные параметры по каналу 2- Измерение частоты	
	0x92	Дополнительные параметры по каналу 3 - Прогиб ротора	
	0x93	Дополнительные параметры по каналу 4 - Линеаризация	
	0x98	Сохранить параметры платы компараторов COMP.01-2CH-MK32-MS	9
	0x98	Дополнительные параметры по каналу 4 - Угол поворота ротора	10
	0x9A	Дополнительные параметры по каналу 1, 2 - Положение бойка АБ	7
	0x9B	Строка информации о перемычках	
	0x9C	Логическая формула 0 - 3	
	0x9D	Логическая формула 4 - 7	
	0x9E	Логическая формула 8 - 11	
	0x9F	Логическая формула 12 - 15	
0xFF07	0x21	Запись всех параметров настройки модуля в энергонезависимую память	3, 8

Примечания:

1. Может применяться после калибровки для проверки изменений без перезагрузки модуля.
2. Если команда пришла во время передачи данных, данные передаются полностью, затем выполняется переинициализация.
3. Логическая сигнализация должна быть заблокирована.
4. После записи перезагрузка модуля не выполняется.
5. Только для каналов 1,2 в режиме измерения частоты вращения ротора.
6. Только в режиме измерения прогиба ротора.
7. Реализовано в ПО модуля с версии 1.60
8. Во время записи работа модуля останавливается. После записи автоматически выполняется сброс модуля.
9. Реализовано в ПО модуля с версии 1.68
10. Реализовано в ПО модуля с версии 1.69

6 Программное обеспечение

Специализированной программой для настройки модуля контроля МК22 является ПО ModuleConfigurator, которая имеет удобный интерфейс и возможность доступа ко всем параметрам модуля. Для работы программы настройки необходимо подключить модуль МК22 к персональному компьютеру через модули диагностического интерфейса MC01 USB, MC03 Bluetooth или по интерфейсам RS485.

Основные особенности программы:

- возможность наблюдения в реальном времени текущих показаний индикатора и сигнализации МК11;
- настройка всех параметров каналов измерения, интерфейсов связи и общих параметров модуля;
- генерация текстового отчета настроек логической сигнализации и всего модуля в целом;
- загрузка/сохранение настроек в файл;
- калибровка входа;
- калибровка унифицированного выхода и тестового сигнала.

Программное обеспечение ModuleConfigurator доступно для загрузки с официального сайта ООО НПП «Вибробит» 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 МК22 в ПО ModuleConfigurator необходимо выбрать настройку МК22.

Внешний вид ПО ModuleConfigurator с загруженной настройкой МК22, представлен на рисунке 34.

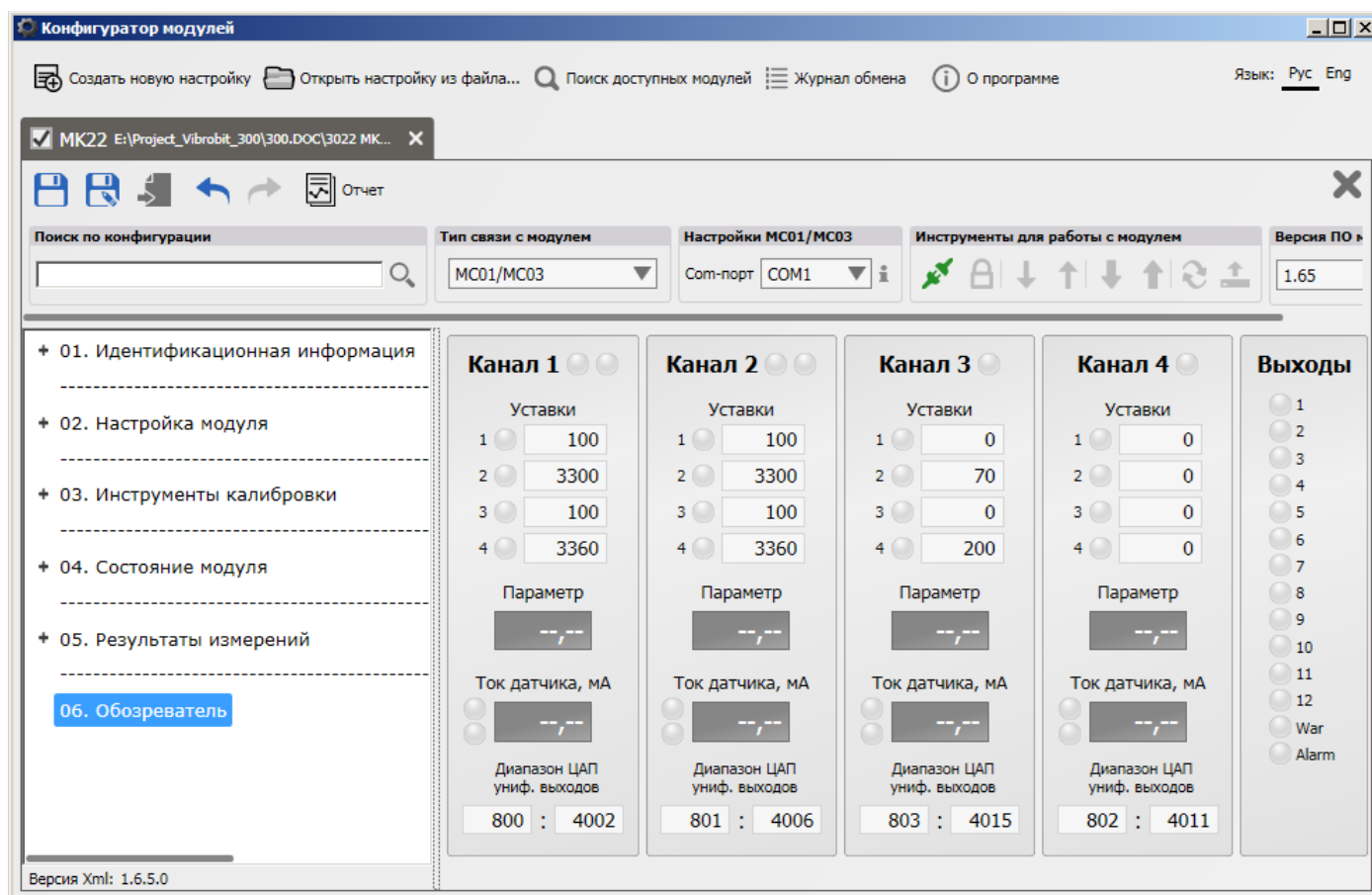


Рисунок 34 - Внешний вид обозревателя модуля МК22 в ПО ModuleConfigurator

7 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

Варианты исполнения
МК22-DC-R2, МК22-DC-001-R2, МК22-DC-001-R2

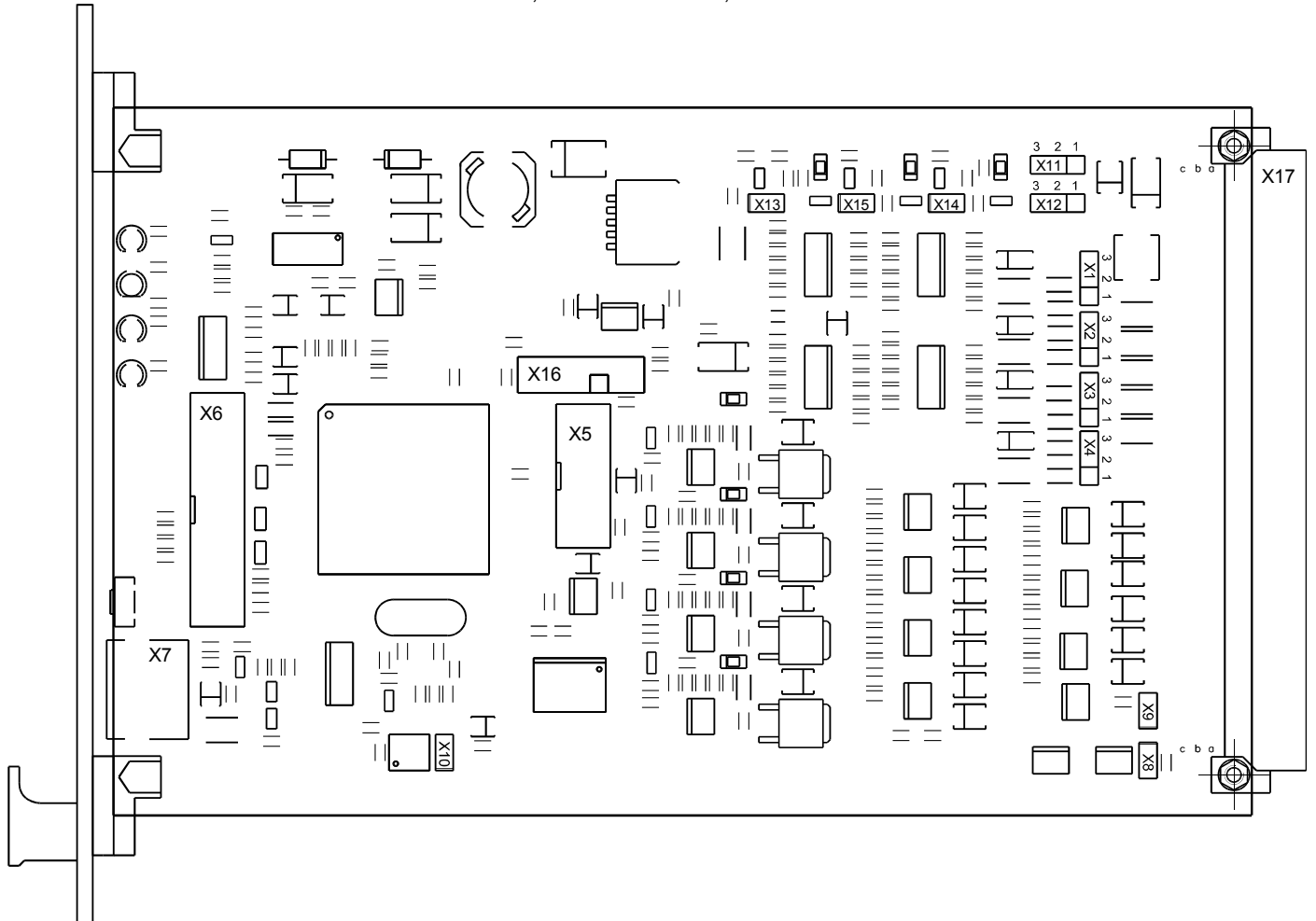


Рисунок А.1 - Расположение органов регулировки

Назначение разъемов

Обозначение	Назначение
X17	Основной коммутационный разъем
X5	Последовательный интерфейс подключения индикатора лицевой панели модуля
X6	Параллельный интерфейс, резерв
X7	Диагностический интерфейс, D.port
X16	Программирование микропроцессора, служебный

Переключки X1, X2, X3, X4

Выбор режима работы каналов измерения 1, 2, 3, 4 (соответственно)

Положение	Режим
Снята	Режим работы по напряжению 0...3В
1-2	Режим работы по току 4...20мА
2-3	Режим работы по току 1...5мА

Переключки X8, X9

Терминатор 120 Ом шины RS485 №1, CAN2.0В (соответственно)

Положение	Режим
Снята	Терминатор отключен от шины
Установлена	Терминатор подключен к шине

Переключки X11, X12

Выбор источника импульсов синхронизации для канала измерения 1, 2 соответственно

Положение	Режим
1-2	Синхронизация от входа Input CH1 (2)
2-3	Синхронизация от входа Fin 1 (2)

Переключки X13

Подключение подтягивающего резистора к логическому входу

Положение	Режим
Снята	Подтягивающий резистор отключен
Установлена	Подтягивающий резистор подключен

Переключки X14, X15

Подключение подтягивающего резистора к каналам синхронизации 1, 2 соответственно

Положение	Режим
Снята	Подтягивающий резистор отключен (импульсы синхронизации от канала измерения)
Установлена	Подтягивающий резистор подключен (импульсы синхронизации от выхода с ОК)

Переключки X10

Защита записи в EEPROM

Снята	Запись в EEPROM запрещена
Установлена	Запись в EEPROM разрешена

Переключки X20, X21

Подключение внутреннего питания к плате токовых выходов

Положение	Режим
Снята	Внешнее питание
Установлена	Внутреннее питание

Вариант исполнения
МК22-DC-001-R2-M-Base-PO

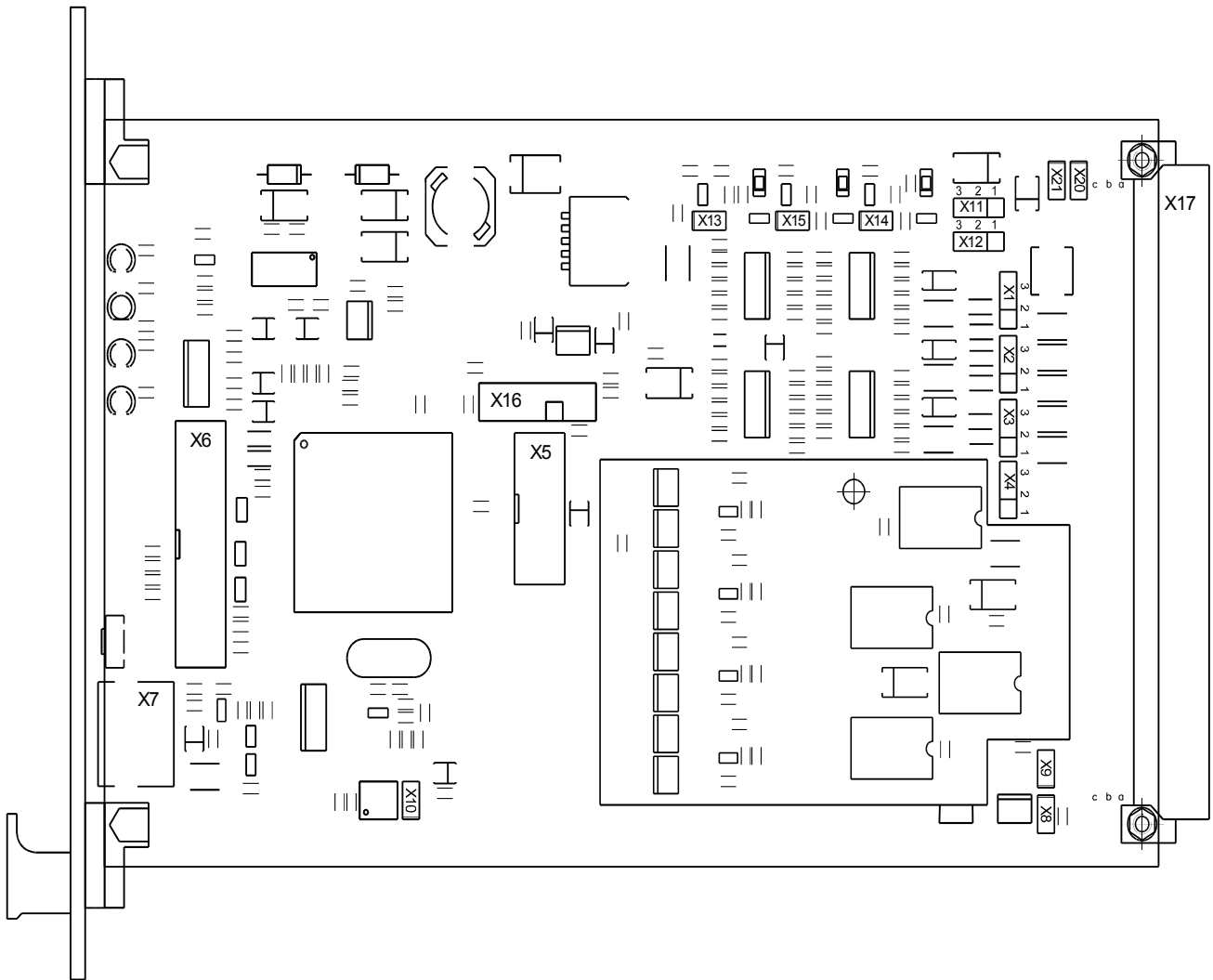


Рисунок А.2 - Расположение органов регулировки

Назначение разъемов и перемычек соответствует вариантам исполнения модуля МК22-DC-R2, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2.

Вариант исполнения
МК22-DC-001-R2-COMP.01

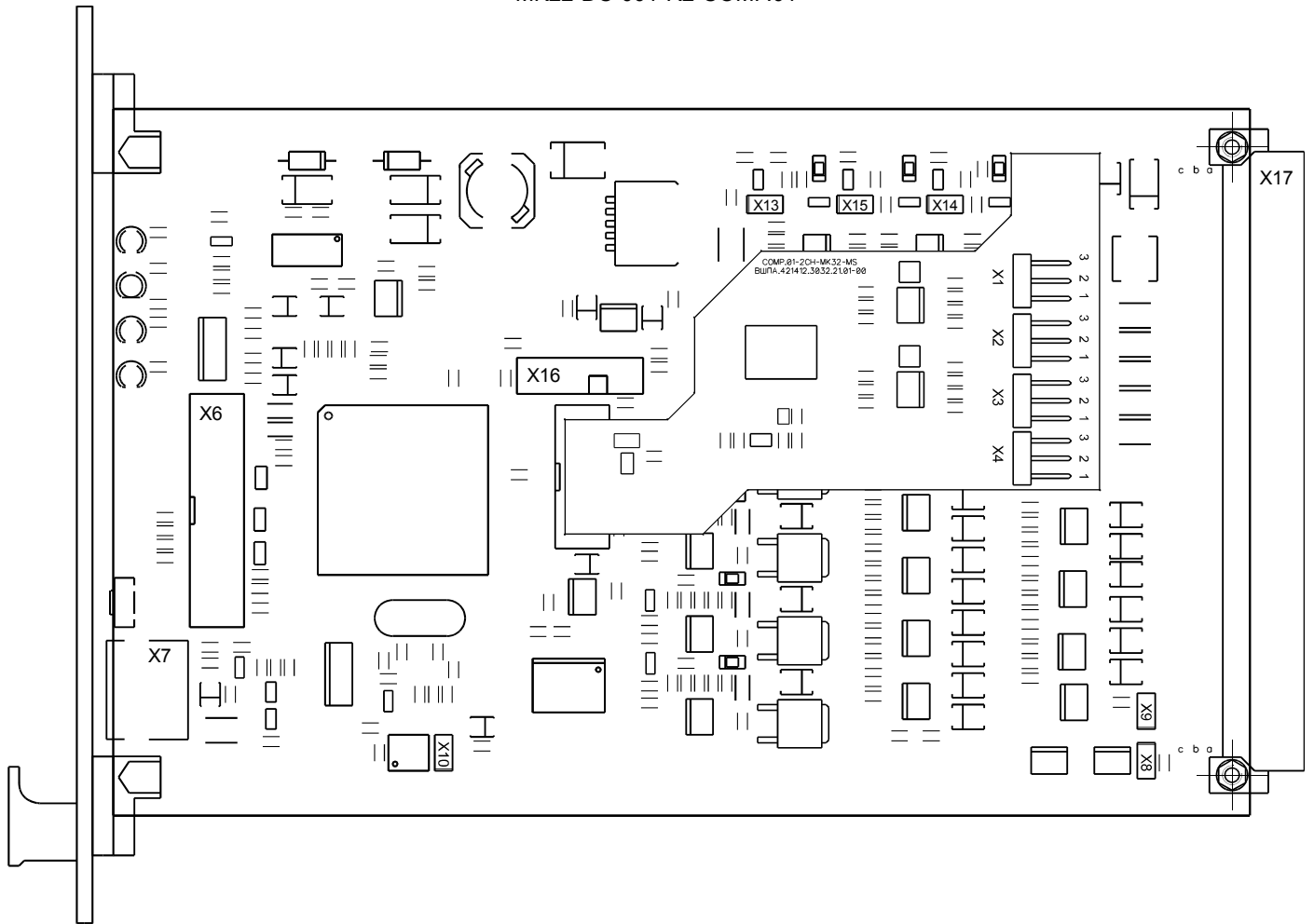


Рисунок А.3 - Расположение органов регулировки

Назначение разъемов и перемычек соответствует вариантам исполнения модуля МК22-DC-R2, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2.

Приложение Б

(обязательное)

Назначение контактов коммутационного разъема модуля

Таблица Б.1 - Список управляющих регистров

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Прим.
A2, B1, C2 A32, B31, C32	GND	Общий	
A6, B5, C6	Power +24V	Вход/выход напряжения питания +24В	
B3	Fin 1	Основной импульсный вход	
C4	Fin 2	Резервный импульсный вход	
B7	+24V sense CH1	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала 1	
B9	+24V sense CH2	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала 2	
B11	+24V sense CH3	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала 3	
B13	+24V sense CH4	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала 4	
C8	Input CH1	Вход канала измерения 1	1
C10	Input CH2	Вход канала измерения 2	1
C12	Input CH3	Вход канала измерения 3	1
C14	Input CH4	Вход канала измерения 4	1
B15	Analog out 1	Унифицированный выход канала измерения 1	
C15	Analog out 1 (-)	Унифицированный выход канала измерения 1 (-)	4
C16	Analog out 2	Унифицированный выход канала измерения 2	
B16	Analog out 2 (-)	Унифицированный выход канала измерения 2 (-)	4
B17	Analog out 3	Унифицированный выход канала измерения 3	
C17	Analog out 3 (-)	Унифицированный выход канала измерения 3 (-)	4
C18	Analog out 4	Унифицированный выход канала измерения 4	
B18	Analog out 4 (-)	Унифицированный выход канала измерения 4 (-)	4
A15, A16	Analog Pwr +24V	+24В питания гальванически изолированных унифицированных выходов	4
A17, A18	Analog Pwr GND	Общий питания гальванически изолированных унифицированных выходов	4
A20	LG_OUT_1	Логический выход 1	2
A22	LG_OUT_2	Логический выход 2	2
A24	LG_OUT_3	Логический выход 3	2
A26	LG_OUT_4	Логический выход 4	2
B19	LG_OUT_5	Логический выход 5	2
B21	LG_OUT_6	Логический выход 6	2
B23	LG_OUT_7	Логический выход 7	2
B25	LG_OUT_8	Логический выход 8	2
C20	LG_OUT_9	Логический выход 9	2
C22	LG_OUT_10	Логический выход 10	2
C24	LG_OUT_11	Логический выход 11	2
C26	LG_OUT_12	Логический выход 12	2, 3
A28	CAN-GND	Интерфейс CAN2.0В, общий	
B27	CAN-H	Интерфейс CAN2.0В, линия H	
C28	CAN-L	Интерфейс CAN2.0В, линия L	

Продолжение таблицы Б.1

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Прим.
A30	RS485-GND	Интерфейс RS485, общий	
B29	1-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 №1, линия B	
C30	1-RS485-A(+)	Интерфейс RS485 №1, линия A	
B30	2-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 №2, линия B	
C29	2-RS485-A(+)	Интерфейс RS485 №2, линия A	

Примечания

- 1 Если канал не используется, то вывод может быть оставлен не подключенным, в настройках модуля необходимо отключить работу данного канала.
- 2 Логика работы определяется при настройке модуля.
- 3 При ошибке чтения параметров из энергонезависимой памяти будет присутствовать активный уровень. Рекомендуется назначать все сигналы неисправности модуля (тест датчиков и т.д.) на данный выход.
- 4 В варианте исполнения модуля МК22-DC-001-R2-M-Base-PO для гальванически изолированных токовых выходов.