



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

АППАРАТУРА «ВИБРОБИТ 300»

Инструкция по настройке модуля контроля МК22

ВШПА.421412.3022 И1

Тел/Факс (863) 218-24-75

Тел/Факс (863) 218-24-78

E-mail: info@vibrobit.ru

[http:// www.vibrobit.ru](http://www.vibrobit.ru)

Инструкция по настройке модуля МК22 предназначена для ознакомления пользователей (потребителей) с основными принципами работы и методами настройки модуля контроля МК22 аппаратуры «ВИБРОБИТ 300».

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

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

Microsoft и Windows являются зарегистрированными торговыми марками Microsoft Corporation.

Редакция 8 от 11.04.2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
Технические характеристики.....	6
СРЕДСТВА ИНДИКАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ	8
Вариант исполнения МК22-DC, МК22-DC-R2.....	8
Вариант исполнения МК22-DC-11, МК22-DC-11-R2.....	9
Вариант исполнения МК22-DC-001, МК22-DC-001-R2.....	10
РАБОТА МОДУЛЯ	11
Включение питания.....	11
Сброс модуля.....	11
«Холодный старт» модуля.....	12
Измерение параметров.....	13
Измерение тока датчика.....	13
Тест исправности датчика.....	14
Измерения значения параметра представленного величиной постоянного тока.....	15
Усреднение значения измеряемого параметра.....	15
Сравнение вычисленного значения параметра с уставками.....	16
Измерение дополнительных параметров.....	17
Измерение частоты вращения ротора.....	17
Измерение прогиба (эксцентриситета) ротора.....	18
Линеаризация сигнала датчика.....	19
Вычисления параметра по формуле.....	20
УНИФИЦИРОВАННЫЕ ВЫХОДЫ	22
ЛОГИЧЕСКИЕ ВЫХОДЫ	23
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КАЛИБРОВКЕ МОДУЛЯ	25
Калибровка по постоянному току.....	25
Калибровка по переменному току.....	26
Калибровка унифицированного выхода.....	27
ЦИФРОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ УПРАВЛЕНИЯ	28
Интерфейс RS485.....	28
Настройка параметров работы модуля по протоколу ModBus.....	28
Поддерживаемые команды протокола ModBus.....	29
Вычисление контрольной суммы в сообщениях.....	29
Особенности управления по протоколу ModBus.....	30
Интерфейс CAN2.0B.....	31
Стандартный режим работы.....	31
Ведомый интерфейс SPI.....	32
Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов).....	33
Параметры каналов измерения и системные настройки модуля.....	33
Интерфейсы связи.....	41
Идентификационная информация.....	43
Результаты измерений.....	44
Управляющие команды.....	46
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	48
ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	48
ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	48
ПРИЛОЖЕНИЯ	49
А. Расположение органов регулировки на плате модуля МК22.....	49
Б. Расположение органов регулировки на плате модуля МК22 с кодом «R2».....	50
В. Назначение контактов разъема X17.....	51
Г. Маркировка модуля.....	52
Д. Пример Бланк заказа (настройки) модуля МК22.....	53

Общие сведения

Универсальный 4-х каналный модуль контроля МК22 предназначен для измерения постоянных и тахометрических сигналов датчиков, а также прогиба (эксцентриситета) ротора турбины. В основе МК22 лежит высокопроизводительный 32-разрядный DSP процессор, 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 работы в расширенном режиме:

- Канал 1 – измерение частоты вращения ротора (тахометрический сигнал);
- Канал 2 – измерения частоты вращения ротора (тахометрический сигнал);
- Канал 3 – измерение прогиба (эксцентриситета) ротора (переменный сигнал);
- Канал 4 – линеаризация сигнала датчика (постоянный сигнал), вычисления параметра по формуле;

В стандартный набор функций канала измерения входит:

- Измерение постоянного тока датчика, контроль исправности датчика и линии связи
- Вычисление значение параметра (с периодом -0.1с), 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;
- Реализация дополнительных алгоритмов измерения параметров (индивидуально для каждого из каналов).

В дополнительные функции измерения частоты вращения ротора входит (для каналов измерения 1, 2):

- Период измерения частоты вращения ротора от 0.1 до 1.0 секунды;
- Измерения частоты вращения ротора от 1 об/мин при контрольной поверхности «Паз»;
- Настраиваемое числа 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.

Для измерения прогиба (эксцентриситета) ротора в модуле МК22 реализованы следующие функции (канал измерения 3):

- Период измерения 0.2 секунды (или один оборот ротора);
- Вычисление прогиба ротора по 1-й оборотной составляющей или полигармоническому сигналу датчика;
- Вычисление гармонических составляющих сигнала датчика измерения прогиба ротора (2А размаха от 1/2 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.

На четвертом канале измерения может быть включена функция линеаризации постоянного сигнала датчика:

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

К другим особенностям модуля МК22 относится:

- Входные сигналы каналов измерения: 0(1) – 5мА; 0(4) – 20мА; 0 – 3В;
- 12 логических выходов с настраиваемым алгоритмом работы для реализации схем сигнализации и защиты;
- Четыре унифицированных токовых выхода с возможностью программной настройки диапазона;
- Поддерживаемые интерфейсы связи: RS485 , CAN2.0В, диагностический интерфейс;
- Сервисное программное обеспечение для ПК визуализации текущего состояния, настройки и калибровки модуля;
- Выпуск модуля в нескольких вариантах исполнения:
 - МК22-DC, МК22-DC-R2 – узкая лицевая панель 20мм 3U, ограниченная система сигнализации состояния модуля
 - МК22-DC-11, МК22-DC-11-R2 – лицевая панель 40мм 3U, яркий цифровой 7-сегментный индикатор с расширенной системой индикации и управления модулем
 - МК22-DC-001, МК22-DC-001-R2 – лицевая панель 40мм 3U, специализированный цифро-символьный ЖКИ с возможностью отображения результатов измерений по всем каналам одновременно
- Однополярное питание модуля постоянным напряжением +24В, низкое энергопотребление;
- Питание преобразователей (датчиков) осуществляется через самовосстанавливающиеся предохранители 200мА, установленные на плате модуля МК22, постоянным напряжением +24В.

Исполнения модулей, содержащие в маркировке обозначение “R2”, имеют два независимых равноценных интерфейса RS485 с частичной реализацией протокола Modbus RTU.

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 плату диагностического интерфейса MC01 USB (интерфейс ПК USB).

Технические характеристики

Таблица 1. Технические характеристики модуля МК22

Наименование параметра	Значение
Количество каналов измерения постоянных сигналов	4
Количество каналов измерения частоты вращения ротора	2 ¹⁾
Количество каналов измерения прогиба ротора	1 ²⁾
Диапазоны измерения и сигнализации постоянных сигналов	определяется типом подключенного датчика
Диапазон измерения частоты вращения ротора, об/мин	1 – 12000
Диапазон измерения прогиба ротора, мкм	0 – 500
Диапазоны измерения входного сигнала - постоянного тока, мА - постоянного напряжения, В	1 – 5; 4 – 20 0.56 – 2.8
Входное сопротивление, Ом - постоянного тока - постоянного напряжения	560 ± 2; 140 ± 0.5 не менее 10 000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения постоянного сигнала, %, не более - по унифицированному сигналу - по цифровому индикатору	± 1.0 ± 0.5
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности канала измерения оборотов ротора, об/мин, не более	± 2.0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения переменного сигнала, %, не более - по унифицированному сигналу - по цифровому индикатору	± 1.0 ± 1.0
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с - каналы измерения постоянного сигнала - каналы измерения частоты вращения ротора - канал измерения прогиба ротора	0.1 0.1 – 1.0 0.2
Количество унифицированных сигналов постоянного тока	4
Выходной унифицированный сигнал постоянного тока, мА	0(1) – 5; 0(4) – 20
Сопротивление нагрузки выходного унифицированного сигнала, Ом, не более	2000; 500
Количество уставок по каждому каналу измерения	4
Количество дискретных (логических) выходов	12
Выходные дискретные сигналы модуля - постоянное напряжение, В, не более - ток выхода, мА, не более	открытый коллектор 24 100
Типы поддерживаемых цифровых интерфейсов связи	RS485 №1 (ModBus) RS485 №2 (ModBus) CAN 2.0B диагностический SPI
Напряжение питания, В	+(24 ± 1)
Потребляемый ток, мА, не более	100 ³⁾
Диапазон рабочей температуры окружающего воздуха (от и до включ.), °С	+5 – +45

Примечания:

1. Для каналов измерения 1, 2. При включении функции измерения частоты измерение постоянного сигнала не выполняется (постоянный ток датчика вычисляется).
2. Для канала измерения 3.
3. Ток потребления указан без учета вытекающего тока унифицированных выходов.

Таблица 2. Дополнительные характеристики МК22

Наименование параметра	Значение
Габаритные размеры, мм - модуль контроля МК22-DC, МК22-DC-R2 - модуль контроля МК22-DC-11, МК22-DC-001, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2	20.1 x 130 x 190 40.3 x 130 x 190
Масса, кг, не более - модуль контроля МК22-DC, МК22-DC-R2 - модуль контроля МК22-DC-11, МК22-DC-001, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2	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
Сопротивление изоляции в цепях АС 220В, МОм, не менее - в нормальных условиях эксплуатации - при относительной влажности 80%, температура +35°C	40 2
Напряжение промышленных радиопомех, дБ·мкВ, не более - на частотах от 0.15 до 0.5МГц - на частотах от 0.5 до 2.5МГц - на частотах от 2.5 до 30МГц	80 74 60
Гарантийный срок эксплуатации, месяцев	24
Условия транспортирования по ГОСТ 23216-78	Ж
Условия хранения по ГОСТ 11550-69	ЖЗ

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;
- невыпадающие винты;
- разъем диагностического интерфейса **D.port**;
- потайная кнопка сброса модуля **Reset**;
- светодиод состояния модуля **Ok**.

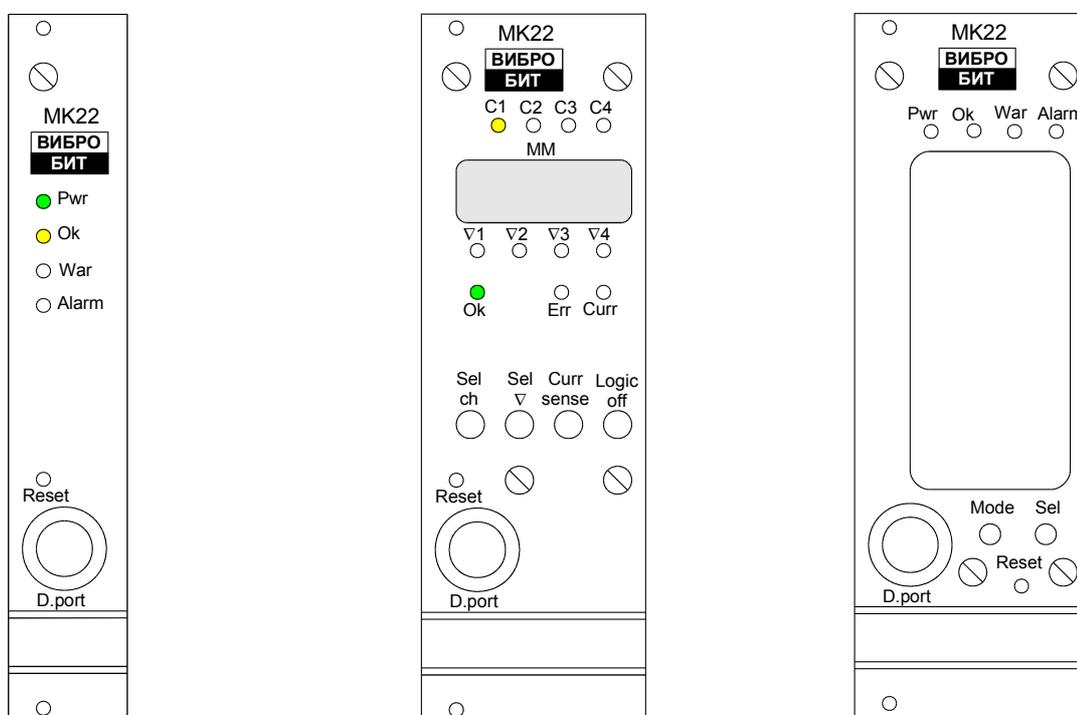
По цвету свечения светодиода **Ok** можно определить состояние модуля:

- **Зеленый цвет** – нормальная работа модуля;
- **Желтый цвет** – выходная логическая сигнализация заблокирована пользователем или после сброса модуля;
- **Красный цвет** – фатальная ошибка в работе модуля, работа модуля заблокирована;
- **Мигание зеленым (желтым) цветом** – обнаружена ошибка по тесту датчика для одного из каналов измерения.

Вариант исполнения МК22-DC, 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;
- Двухцветный светодиод '**Ok**' – индикация состояние модуля;
- Желтый светодиод '**War**' – предупреждение (логика работы светодиода определяется пользователем);
- Красный светодиод '**Alarm**' – тревога (логика работы определяется пользователем).



а) МК22-DC, МК22-DC-R2

б) МК22-DC-11, МК22-DC-11-R2

в) МК22-DC-001, МК22-DC-001-R2

Рисунок 1. Внешний вид лицевой панели МК22

Вариант исполнения МК22-DC-11, 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.
- Двухцветный 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 (инженерная информация). 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 '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.

Примечание. 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.

Примечание. 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 3. Форматы отображения данных на индикаторе модуля МК22

Код режима	Формат отображения	Допустимы значения
0	#.###	от 0.000 до 9.999
1	##.##	от -9.99 до 99.99
2	###.#	от -99.9 до 999.9
3	####	от -999 до 9999

Вариант исполнения МК22-DC-001, МК22-DC-001-R2

Лицевая панель модуля МК22 со специализированным символьно-цифровым ЖКИ, сигнальными светодиодами и управляющими кнопками. На индикаторе одновременно отображаются результаты измерения и состояние всех каналов измерения.

На лицевой панели расположены:

- Специализированный ЖКИ со встроенной подсветкой
- Сигнальные светодиоды:
 - Зеленый светодиод '**Pwr**' – включение питания блока
 - Двухцветный светодиод **Ok** — состояние модуля
 - Желтый светодиод '**War**' – предупреждение (логика работы светодиода определяется пользователем)
 - Красный светодиод '**Alarm**' – тревога (логика работы определяется пользователем)

Две управляющие кнопки

- Кнопка '**Mode**' – выбор режима отображения
- Кнопка '**Sel**' – выбор отображаемых данных

Символами '**∇1**', '**∇2**', '**∇3**', '**∇4**' (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 отображается нуль), сигнализация по уставкам соответствующего канала измерения находится в неактивном состоянии.

Как только работа канала измерения нормализуется символ '**Er**' начнет мигать, блок отсчитывает тайм-аут нормализации работы канала измерения (задается пользователем).

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 **∇1**. 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 уставок 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 ЖКИ

Работа модуля

Включение питания

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

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

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

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

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 – кратковременно нажмите кнопку 'Reset', затем нажмите кнопку 'Reset' и удерживайте ее, пока не произойдет сброс модуля.

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

«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, МК22-DC-R2** – светодиод 'Ok' будет мигать желтым цветом синхронно со светодиодом 'War'.
- **МК22-DC-11, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001, 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, 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 или несколько секций данных была правильно записана в энергонезависимую память со второго раза;
- *Красный* – одна или несколько секций данных записана в энергонезависимую память с ошибкой.

МК22-DC-11, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001, МК22-DC-001-R2

Во время записи на индикаторе отображается надпись 'Load'. Результаты записи можно определить по цвету свечения светодиода 'Ok' (аналогично варианту 'Slim') и сообщению на индикаторе:

- 'Good' – запись выполнена без ошибок;
- 'bad' – одна или несколько секций данных была правильно записана в энергонезависимую память со второго раза;
- 'Err' – одна или несколько 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.

Измерение параметров

Модуль МК22 работает в режиме реального времени с периодичностью обновления результатов измерения 100мс. 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.

Все каналы измерения работают одинаково и синхронно. Отличаются только параметры настройки и тип входного сигнала, устанавливаемый переключкой на плате МК22 (назначение переключек и их положений смотрите в приложении):

- ток 4 – 20мА;
- ток 1 – 5мА;
- напряжение 0 – 3 В.

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

Измерение тока датчика

Входной токовый сигнал должен быть преобразован в напряжение. Для этого во входной цепи каналов измерения предусмотрены точные резисторы, соответствующие диапазону тока сигнала датчика, и удаляемая переключка. Диапазон входных сигналов по напряжению от 0 до 3В.

Примечание. 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 и поступает на вход 12-разрядного АЦП, встроенного в микроконтроллер. За 100мс 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;

A_I, B_I – коэффициенты линейного уравнения для вычисления тока датчика.

Значение тока датчика I_{sense} может быть выведено на индикатор и используется в алгоритме теста датчика для вычисления значения измеряемого параметра.

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.

Примечание. 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).

Тест исправности датчика

Тест датчика осуществляется по вычисленному значению I_{sense} . 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 ($EnaCurrValidMin$, $EnaCurrValidMax$ соответственно). Если по одной из границ контроль тока датчика выключен, то считается что датчик исправен независимо от вычисленного тока датчика.

Выключение контроля тока датчика может быть полезно, например, при работе модуля МК61 в составе АСКВ и получению импульсов синхронизации от модуля МК22.

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.

Не рекомендуется устанавливать значение гистерезиса теста тока датчика ($CurrValidHist$) равный 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 показан пример работы алгоритма теста датчика при снижении постоянного тока датчика ниже допустимого уровня. Допустимые уровни тока датчика равны 0.9мА и 5.1мА соответственно, гистерезис 0.1мА.

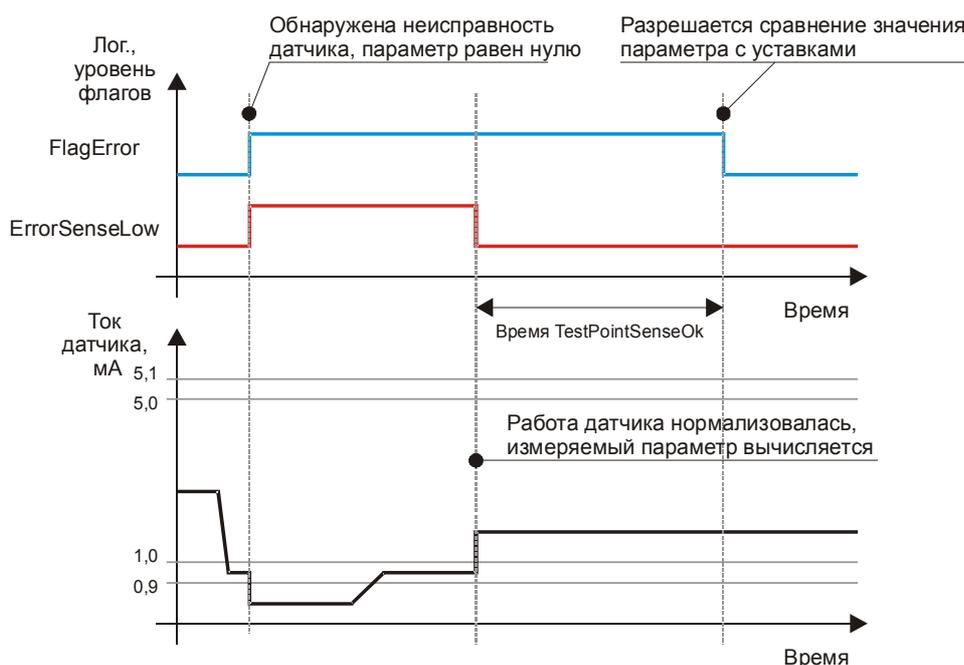


Рисунок 3. Работа алгоритма теста датчика при снижении постоянного тока датчика ниже допустимого уровня

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 $FlagError$.

Измерения значения параметра представленного величиной постоянного тока

Значение параметра вычисляется из значения измеренного тока датчика, если не обнаружена неисправность датчика (флаги `ErrorSenseLow`, `ErrorSenseHigh` сброшены). Если обнаружена неисправность датчика (один из флагов `ErrorSenseLow`, `ErrorSenseHigh` установлен), значение измеряемого параметра не вычисляется и принимается равным нулю.

Вычисление значения измеряемого параметра осуществляется по формуле линейного уравнения:

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

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 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`).

Примечание. 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).

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).

Примечание. 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.

Формат вывода данных на индикатор определяется при настройке модуля (параметр `FormatOut`). Коды форматов вывода данных на индикатор смотрите в таблице 3.

Дополнительно в памяти модуля пользователь может сохранить единицы измерения канала в символьном виде с кодировкой ASCII (до 7 символов, параметр `MeasurUnit`) и наименование канала измерения (до 7 символов, параметр `MeasurName`).

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 (установлен один из флагов `ErrorSenseLow`, `ErrorSenseHigh`) или 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`), общим уровнем гистерезиса (`TestPointHist`) и временем реакции перехода через уставку (`TestPointTime`).

Таблица 4. 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 4 показан пример работы сигнализации по уставке 1.7мм (контроль осевого сдвига ротора) с гистерезисом 0.02мм.

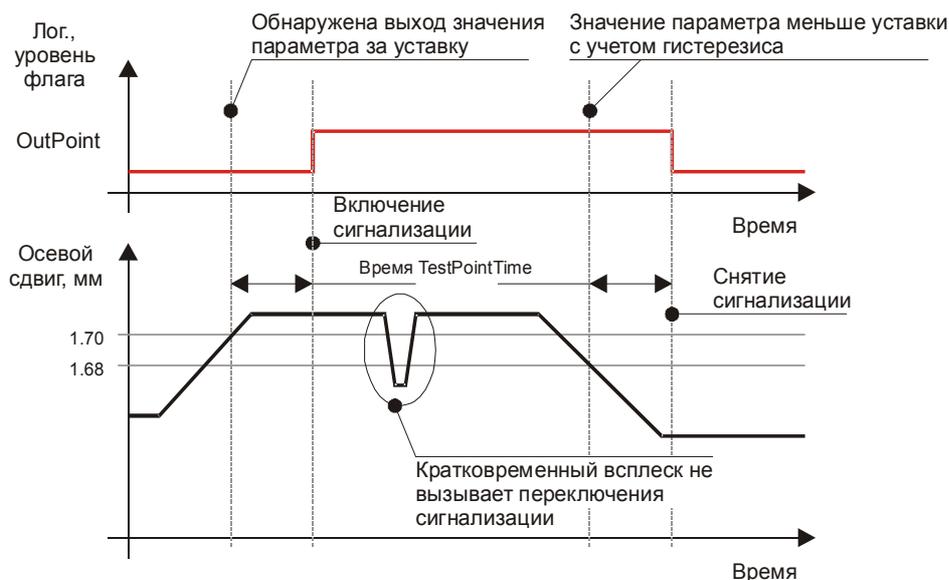


Рисунок 4. Пример работы алгоритма работы уставки (режим – проверка выше уставки)

Измерение дополнительных параметров

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

- Канал 1 – измерение частоты вращения ротора (тахометрический сигнал);
- Канал 2 – измерения частоты вращения ротора (тахометрический сигнал);
- Канал 3 – измерение прогиба (эксцентриситета) ротора (переменный сигнал);
- Канал 4 – линеаризация сигнала датчика (постоянный сигнал), вычисления параметра по формуле;

Для работы каналов измерений в расширенном режиме необходимо разрешение работы дополнительных функций (EnabledAdd).

Измерение частоты вращения ротора

В расширенном режиме каналы 1 и 2 производят измерение частоты вращения ротора. Период измерения частоты вращения ротора устанавливается при настройке модуля и может принимать значения от 0.1 до 1.0 секунды. В случае, когда период импульсов сигнала больше установленного периода измерения, значение периода измерения принимается равным значению периода импульсов сигнала.

Канал в режиме измерения частоты 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»);
- 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 работают идентично, синхронно, независимо друг от друга. Общими являются несколько параметров.

`FreqMeasurTime` - период измерения частоты вращения ротора от 0.1 до 1.0 секунды;

`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 (флаги `ErrorSenseLow`, `ErrorSenseHigh` сброшены). Если обнаружена неисправность датчика (один из флагов `ErrorSenseLow`, `ErrorSenseHigh` установлен), частота вращения ротора не вычисляется и принимается равным нулю.

Примечание. Импульсы синхронизации генерируются (при разрешении в настройках модуля), даже если обнаружена неисправность датчика.

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

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`).

Разрешение проверки сигнализации «СТОП» определяется параметром `StopTestEna`.

Проверка уставок в режиме «СТОП» разрешается параметром `PointStopEna`.

Примечание. Начиная с версии 1.20 ПО модуля (от 25.07.2012) добавлен параметр "Минимальное время периода импульсов синхронизации, мс" (`PulsePeriodMin`), позволяющий провести программную фильтрацию высокочастотного шума в канале измерения частоты вращения ротора. Диапазон параметра от 0 до 49.99мс. Значение 0 (более или равно 50мс) - функция выключена.

Так же начиная с версии 1.20 исправлена ошибка появления надписи Stop (в режиме измерения частоты вращения ротора) при неисправности канала измерения для индикатора МИ001.

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:

- Обратная 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 $\frac{1}{2}$, 1-10-й оборотным составляющим;
- Доступны по интерфейсам связи фаза по $\frac{1}{2}$, 1-10-й оборотным составляющим;
- Постоянное смещение (зазор);
- Контроль исправности датчика;

Измерение величины прогиба ротора выполняется методом БПФ. 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 $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$... $9\frac{1}{2}$ составляющим не вычисляются и принимают нулевое значение.

Обновление результатов измерений производится с периодичностью 0.1сек.

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.

Полярность входных импульсов определяется параметром *SyncPolar*.

Для работы с разными контрольными поверхностями (паз, шестерня) предусмотрен параметр *SyncTooth*, который определяет число импульсов на один оборот. Для случаев *SyncTooth* больше 1 (шестерня) фаза не вычисляется.

Для достоверных вычислений фазовых 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 - блокируются все вычисления, в которых задействована частота вращения агрегата, значение соответствующих величин становятся равными нулю;

Для детектирования отсутствия или недостоверных импульсов синхронизации в настройках 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. При суммировании энергии гармонических составляющих для вычисления СКЗ в нужном диапазоне частот шум может сильно исказить реальное значение параметра.

Для компенсации шума квантования АЦП и вычислений введены параметры минимально допустимого уровня квадрата энергии гармонических составляющих в размерности АЦП.

MagNoise – минимально допустимый уровень квадрата амплитуды гармонической составляющей в размерности АЦП, умноженного на 4.

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.

Включение режима линеаризации производится установкой значения параметра EnabledAdd равным 1.

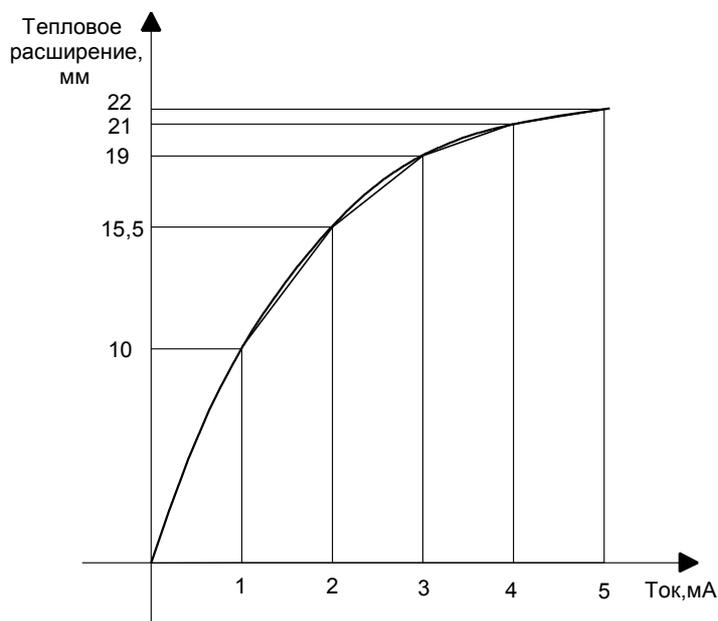
Линеаризация сигнала датчика выполняется методом кусочно-линейной аппроксимации по таблице соответствий величин параметров (Data_1 ... Data_16) и выходных токов (Current_1 ... Current_16) на используемый датчик (таблица 16).

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 5 представлен пример характеристики датчика и таблица линеаризации.



№	Ток, мА	Тепловое расширение, мм
1	1	10
2	2	15,5
3	3	19
4	4	21
5	5	22

Рисунок 5. Пример характеристики датчика и таблица линеаризации

Вычисления параметра по формуле

Еще одной 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.

Включение режима вычисления параметра по формуле производится установкой значения параметра `EnabledAdd` равным 2.

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 (4 слова). 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 запишем 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.

Для сохранения загруженной последовательности вычислений в EEPROM необходимо выполнить соответствующую последовательность команд сохранения параметров в энергонезависимую память.

Унифицированные выходы

Для каждого канала измерения в модуле МК22 предусмотрен унифицированный токовый выход. Уровень сигнала на унифицированном выходе пропорционален значению измеряемого параметра. Диапазон тока унифицированного выхода, соответствует диапазону измеряемого параметра, может быть выбран при настройке модуля.

Установка тока на унифицированном выходе осуществляется с помощью 12-разрядно ЦАП и активного токового усилителя, рассчитанного на подключение заземленной нагрузки. В модуле МК22 предусмотрен защитный стабилитрон (напряжение пробоя 27В) и самовосстанавливающийся предохранитель 200мА 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;

A_0, B_0 – коэффициенты линейного уравнения для вычисления значения ЦАП унифицированного выхода.

Коэффициенты A_0, B_0 автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока унифицированного выхода ($\text{OutRangeCurrMin}, \text{OutRangeCurrMax}$), диапазона измеряемого параметра ($\text{RangeParamMin}, \text{RangeParamMax}$), диапазона параметра выводимого на унифицированный выход ($\text{OutRangeParamMin}, \text{OutRangeParamMax}$) и сохраненным значениям ЦАП ($\text{DacOutMin}, \text{DacOutMax}$), соответствующим диапазону унифицированного выхода, на котором проведена калибровка (20% от $\text{OutRangeCurrMax}, \text{OutRangeCurrMax}$).

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 ($\text{CurrentErrorEnabled}$).

Примечание. Если одна из пар калибровочных значений (20% от $\text{OutRangeCurrMax}, \text{OutRangeCurrMax}$ или $\text{RangeParamMin}, \text{RangeParamMax}, \text{DacOutMin}, \text{DacOutMax}, \text{OutRangeParamMin}, \text{OutRangeParamMax}$) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты A_0, B_0 не вычисляются и принимаются равными нулю (значение ЦАП_{OUT} всегда равен нулю).

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 сброса блока 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.

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.

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

Таблица 5. 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	<code>OffMode</code>	Канал выключен	<code>xChO</code>	16	32	48	64
1	<code>ErrorSenseLow</code>	Ток датчика ниже допустимого уровня	<code>xSeL</code>	17	33	49	65
2	<code>ErrorSenseHigh</code>	Ток датчика выше допустимого уровня	<code>xSeH</code>	18	34	50	66
3	<code>FlagError</code>	Сравнение параметра с уставками не выполняется	<code>xChE</code>	19	35	51	67
4	<code>OutPoint 1</code>	Выход параметра за уставку 1	<code>xOp1</code>	20	36	52	68
5	<code>OutPoint 2</code>	Выход параметра за уставку 2	<code>xOp2</code>	21	37	53	69
6	<code>OutPoint 3</code>	Выход параметра за уставку 3	<code>xOp3</code>	22	38	54	70
7	<code>OutPoint 4</code>	Выход параметра за уставку 4	<code>xOp4</code>	23	39	55	71
8	<code>DataStable</code>	Параметр стабилизирован	<code>xDst</code>	24	40	56	72
9	<code>DataUnstable</code>	Параметр не стабилизирован	<code>xDust</code>	25	41	57	73
10	<code>FreqMeasurement</code>	Канал 1,2 — режим измерения частоты Канал 3 — выполняется измерение прогиба Канал 4 — всегда равен нулю	<code>xMf</code>	26	42	58	74
11	<code>ModeStop</code>	Канал 1,2 — режим «СТОП» Канал 3,4 — всегда равен нулю	<code>xMs</code>	27	43	59	75
12	<code>ModeStopTest</code>	Канал 1,2 — тест режима «СТОП» Канал 3,4 — всегда равен нулю	<code>xMst</code>	28	44	60	76
13	<code>ModeResetMeasur</code>	Канал 1,2 — алгоритм измерения частоты в состоянии сброса Канал 3,4 — всегда равен нулю	<code>xMr</code>	29	45	61	77
14	<code>ModeWaitPulse</code>	Канал 1,2 — алгоритм измерения частоты в ожидании выхода из режима «СТОП» Канал 3,4 — всегда равен нулю	<code>xMw</code>	30	46	62	78
15	<code>NoPulse</code>	Канал 1,2 — нет импульсов синхронизации Канал 3 — всегда равен нулю Канал 4 — ошибка формулы, когда канал 4 работает в режиме вычислений	<code>xMnp</code>	31	47	63	79

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

Таблица 6. Флаги модуля StatusSys и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix

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

Таблица 7. Флаги модуля StatusSysAdd и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	LigicMode	Режим работы логических выходов	LgMD	0
1	LogicExpressionError	Ошибка в формуле логических выходов	LgExEr	1
2	AllowModbusR2	Доступен интерфейс RS485 №2	-	2
3	InterfRS485_R2_Off	Интерфейс RS485 №2 выключен	-	3
4	AllowOneWrite_R2	Получен доступ на одиночную запись по интерфейсу RS485 №2	-	4

Каждый логический выход может настраиваться в аналитическом виде с помощью логических правил. Также в аналитическом виде может настраиваться работа 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 25.

Для настройки и редактирования логических правил в программе ModuleConfigurator.exe 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.exe) для формирования логических правил в аналитическом виде, представлена в таблицах 5, 6, 7 (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) "!";

2) "&";

3) "|" и "^" равнозначны;

4) "->".

Пример записи логического правила для светодиода "Alarm" в аналитическом виде:

логическое правило: $(1Op1 \& 2Op1 \& 3Op1) | RS_Off | LgExEr$, где:

1Op1, 2Op1, 3Op1 – флаги выхода параметра за уставку 1 каналов 1, 2 и 3 соответственно;

RS_Off - интерфейс RS485 №1 выключен;

LgExEr -флаг ошибки в формуле логических выходов;

Таким образом светодиод "Alarm" будет светиться в случае выхода параметра за уставку 1 на трех каналах, либо в случае выключенного интерфейса RS_Off, либо при ошибке в формуле логических выходов.

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

Рекомендации по калибровке модуля

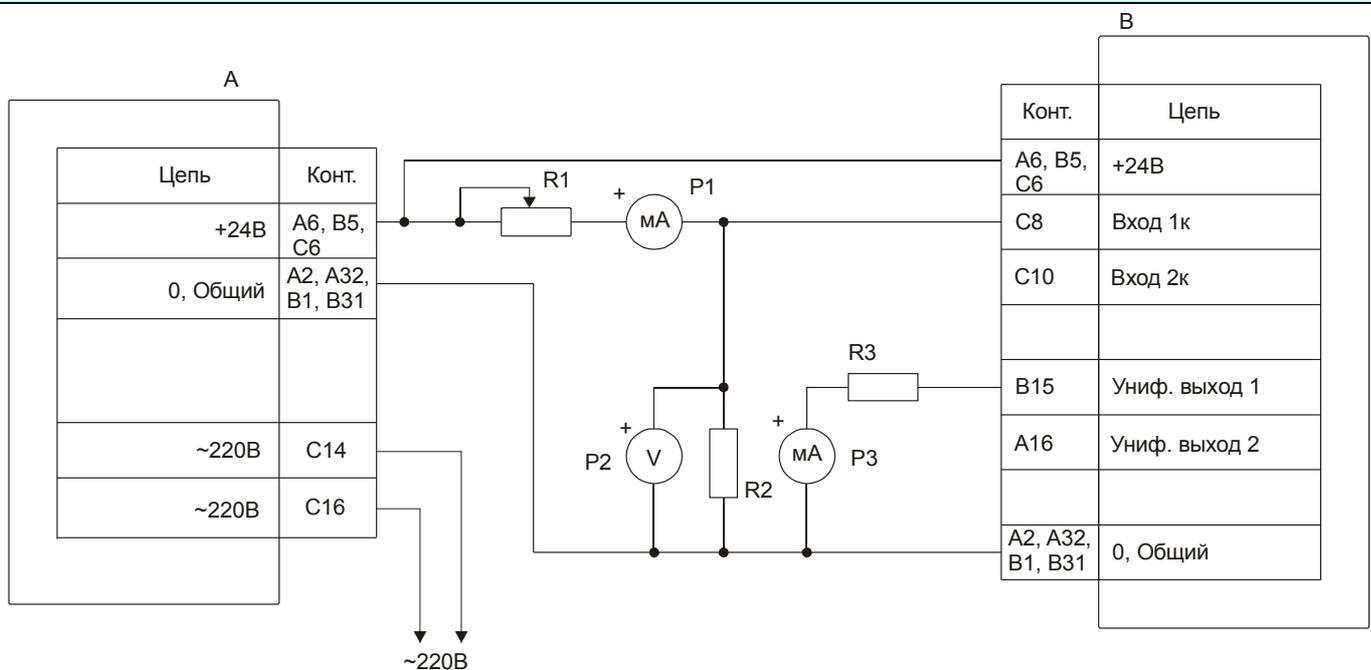
Технология калибровки модуля МК22 позволяет проводить повторную калибровку без выполнения холодного старта модуля, а изменение диапазона канала измерения – без перекалибровки каналов измерения и унифицированных выходов. Если выполняется изменение диапазона тока канала измерения или унифицированного выхода,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

После калибровки модуля необходимо загрузить калибровочные данные в модуль, сохранить в энергонезависимой памяти модуля и перезагрузить модуль.

Калибровка по постоянному току

Схема включения модуля МК22 для калибровки и проверки по постоянному току показана на рисунке 6. Рекомендуется калибровку модуля МК22 проводить с помощью стенда СГ43, позволяющего собрать указанную схему.

Примечание. Калибровка модуля осуществляется командами по цифровым интерфейсам связи с помощью специализированного программного обеспечения.



A – МП24 или БП17

B – МК22

R1 – магазин сопротивлений 100кОм

R2, R3 – резисторы 500±10 Ом 0.5Вт

P1, P3 – миллиамперметр постоянного тока 0-20мА, кл. 0.2

P2 – вольтметр постоянного тока кл. 0.1

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

Рисунок 6. Схема включения модуля МК22 для калибровки и проверки по постоянному току
Последовательность калибровки входа канала измерения достаточно проста:

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. Выполнить перерасчет коэффициентов.

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

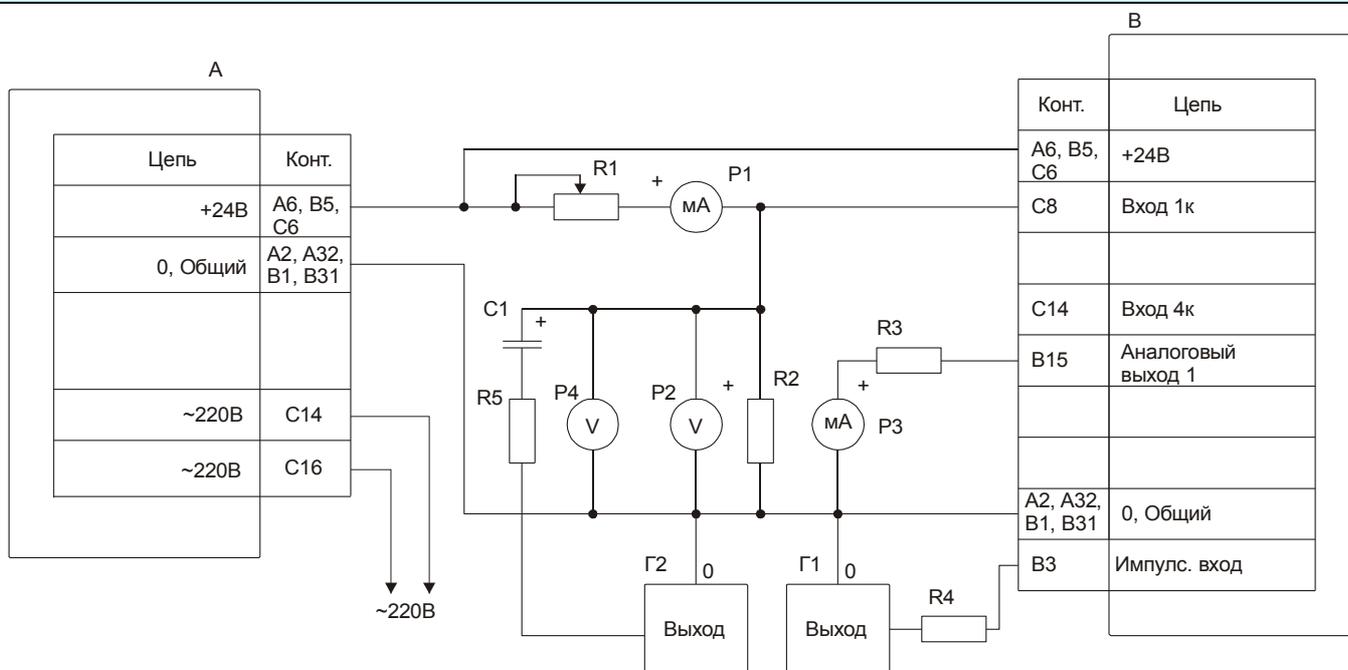
В специализированной программе настройки модуля МК22 предусмотрен мастер калибровки входа канала измерения, существенно упрощающий процесс калибровки.

Калибровка по переменному току

Схема включения модуля МК22 для калибровки и поверки по переменному току показана на рисунке 7.

Рекомендуется калибровку модуля МК22 проводить с помощью стенда СП43, позволяющего собрать указанную схему.

Примечание. Калибровка модуля осуществляется командами по цифровым интерфейсам связи с помощью специализированного программного обеспечения.



A – МП24 или БП17

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

R2, R3, R4, R5 – резисторы 500±10 Ом 0.5Вт

P1, P3 – миллиамперметр постоянного тока 0-20мА, кл. 0.2

P2 – вольтметр постоянного тока кл. 0.1

P4 – вольтметр переменного тока $R_{вх} \geq 1.0\text{МОм}$, кл. 0.6

Г1 – генератор прямоугольных импульсов Г6-33

Г2 – генератор низкой частоты Г3-110

C1 – конденсатор 1000мкФ, 16В (при измерениях на частоте 0.05Гц не менее 50000мкФ)

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

Рисунок 7. 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 выше.
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 80Гц и амплитуду прямоугольных импульсов +5В.

4. Указать диапазон измеряемого параметра (RangeVarMin, RangeVarMax) ;
5. Установить СКЗ гармонического сигнала величиной соответствующий прогибу 20% RangeVarMax
6. Переписать значение Mag в AdcVar1fMin;
7. Установить СКЗ гармонического сигнала величиной соответствующий прогибу RangeVarMax
8. Переписать значение Mag в AdcVar1fMax;
9. Передать результаты калибровки в модуль МК22;
10. Выполнить перерасчет коэффициентов.

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

В специализированной программе настройки модуля МК22 предусмотрен мастер калибровки входа канала измерения, существенно упрощающий процесс калибровки.

Калибровка унифицированного выхода

Диапазон унифицированного выхода по измеряемому параметру соответствует диапазону OutRangeParamMin, OutRangeParamMax . 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. Выполнить перерасчет коэффициентов.

Для калибровки модуля в программе настройки МК22 предусмотрен мастер калибровки унифицированного выхода, упрощающий процесс калибровки.

Примечание. Запись результатов калибровки в модуль МК22 и выполнение перерасчета коэффициентов может быть выполнена один раз, после всех этапов калибровки (вход, унифицированных выход).

Цифровые интерфейсы управления

Модуль МК22 поддерживает до четырёх независимых интерфейса управления:

- Интерфейс RS485 с частичной реализацией протокола ModBus RTU (достаточной для управления);
- Интерфейс CAN2.0B (обмен осуществляется только расширенными сообщениями);
- Ведомый интерфейс SPI для настройки параметров работы модуля.

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

Исполнения модулей, содержащие в маркировке обозначение “R2”, имеют два независимых равноценных интерфейса RS485 (RS485 №1, RS485 №2) с частичной реализацией протокола Modbus RTU.

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.

Интерфейс RS485

Для работы по интерфейсам RS485 (№1, №2) на плате 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 модулей МК22 исполнений МК22-DC-R2, МК22-DC-11-R2, МК22-DC-001-R2 параметры интерфейсов RS485 №1, RS485 №2 идентичны, за исключением адресов регистров (см. табл. 26, 27).

Таблица 8. Параметры интерфейса RS485

Наименование параметра	Значение
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 ⁽¹⁾
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	12 ⁽¹⁾
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	±16 ⁽¹⁾
Гальваническая развязка	нет ⁽¹⁾

Примечание 1. При условии применения драйвера SN65HVD11.

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 9. 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

Поддерживаемые команды протокола ModBus

Таблица 10. 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 11.

Таблица 11. 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)

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 0xFF. Только 8

бит данных используются для вычисления контрольной суммы (старт, стоп и биты паритета не используются в вычислении контрольной суммы).

Особенности управления по протоколу ModBus

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 С 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 256 байт.

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

Примечание. На плате модуля МК22 предусмотрен терминатор шины RS485 №1 (установка терминатора шины RS485 №2 на плате не предусмотрена). Если модуль включается последним на шине RS485, на которой отсутствует штатный терминатор 120 Ом, то для нормальной работы интерфейса RS485 устанавливается перемычка на плате модуля, включающая терминатор шины RS485 №1 (для интерфейса RS485 №2 должен быть установлен внешний терминатор).

Интерфейс CAN2.0B

Интерфейс CAN2.0B предоставляет возможность передачи данных о состоянии модуля МК22 на блоки индикации и модуль сбора статистики. Модуль МК22 поддерживает управление модулем по интерфейсу CAN2.0B.

Таблица 12. Параметры интерфейса CAN2.0B

Наименование параметра	Значение
Режим работы	передача данных в активном режиме с возможностью генерации перезагрузки шины
Формат сообщений	только расширенные
Протокол обмена	унифицированный для работы в составе 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 ⁽¹⁾
Максимальное число узлов на шине	120 ⁽¹⁾
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	5 ⁽¹⁾
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	±16 ⁽¹⁾
Гальваническая развязка	нет ⁽¹⁾

Примечание 1. При условии применения драйвера SN65HVD235.

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.

Примечание. На плате модуля МК22 предусмотрен терминатор шины CAN2.0B. Если модуль включается последним на шине CAN2.0B, а на шине отсутствует штатный терминатор 120 Ом, то для нормальной работы интерфейса CAN2.0B перемычка на плате модуля, включающая терминатор шины, должна быть установлена.

Стандартный режим работы

Для работы CAN2.0B интерфейса в стандартном режиме 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:

Таблица 13. Параметры ведомого интерфейса SPI

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

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 200мс, 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.

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

Рисунок 8. Формат сообщения CAN

Ведомый интерфейс SPI

Ведомый интерфейс SPI предназначен для контроля работы модуля и настройки параметров его работы. Разъем интерфейса SPI расположен на лицевой панели модуля (диагностический разъем). 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 специализированное программное обеспечение, а блок подключен к персональному компьютеру через плату диагностического интерфейса MC01 (интерфейс ПК RS232) или MC01 USB (интерфейс ПК USB).

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

Таблица 14. Параметры ведомого интерфейса SPI

Наименование параметра	Значение
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 развязка	нет

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

Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов)

Параметры каналов измерения и системные настройки модуля

Таблица 15. 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	InRangeCurrMin	Float (4)	0x600	0x700	0x800	0x900	1.0	
Верхний уровень диапазона тока датчика	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	CurrValidMin	Float (4)	0x60C	0x70C	0x80C	0x90C	0.7	
Верхний допустимый предел тока датчика	CurrValidMax	Float (4)	0x610	0x710	0x810	0x910	5.3	
Гистерезис по тесту датчика	CurrValidHist	Float (4)	0x614	0x714	0x814	0x914	0.1	
Нижний уровень диапазона тока унифицированного выхода	OutOfRangeCurrMin	Float (4)	0x618	0x718	0x818	0x918	4.0	
Верхний уровень диапазона тока унифицированного выхода	OutOfRangeCurrMax	Float (4)	0x61C	0x71C	0x81C	0x91C	20.0	
Устанавливаемый ток на унифицированном выходе при неисправности канала измерения	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 15

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
Режим работы контроля тока датчика (0 - заблокировать работу канала, обнулять значение параметра; 1 - не блокировать работу канала, не обнулять измеряемое значение, только сигнализация выхода за диапазон)	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 16. 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)	0xA00	0xB00	0xC00	0xD00	0	1
Разрешение работы дополнительных функций (0 – дополнительные функции выключены) Для канала 4 1 - включена функция линеаризации 2 - включена функция вычисления по формуле	EnabledAdd	Uint (2)	0xA02	0xB02	0xC02	0xD02	0	1
Нижний диапазон измеряемого параметра	RangeParamMin	Float (4)	0xA04	0xB04	0xC04	0xD04	0	
Верхний диапазон измеряемого параметра	RangeParamMax	Float (4)	0xA08	0xB08	0xC08	0xD08	0	
Имя измеряемого параметра	MeasurName	Char (8)	0xA0C	0xB0C	0xC0C	0xD0C		2
Единицы измерения параметра	MeasurUnit	Char (8)	0xA14	0xB14	0xC14	0xD14		2
Формат вывода результатов измерения на индикаторе (0 - ####, 1 - ###.##; 2 - ##.###; 3 - #.###)	FormatOut	Uint (2)	0xA1C	0xB1C	0xC1C	0xD1C	0	
Глубина усреднения результатов измерений от 0 до 9 (0 – усреднения нет)	AverageDepth	Uint (2)	0xA1E	0xB1E	0xC1E	0xD1E	0	
Режим работы уставки 1	TestPointMode_1	Uint (2)	0xA20	0xB20	0xC20	0xD20	0	
Режим работы уставки 2	TestPointMode_2	Uint (2)	0xA22	0xB22	0xC22	0xD22	0	
Режим работы уставки 3	TestPointMode_3	Uint (2)	0xA24	0xB24	0xC24	0xD24	0	
Режим работы уставки 4	TestPointMode_4	Uint (2)	0xA26	0xB26	0xC26	0xD26	0	
Значение уставки 1	TestPointData_1	Float (4)	0xA28	0xB28	0xC28	0xD28	0	
Значение уставки 2	TestPointData_2	Float (4)	0xA2C	0xB2C	0xC2C	0xD2C	0	
Значение уставки 3	TestPointData_3	Float (4)	0xA30	0xB30	0xC30	0xD30	0	
Значение уставки 4	TestPointData_4	Float (4)	0xA34	0xB34	0xC34	0xD34	0	
Гистерезис по уставкам	TestPointHist	Float (4)	0xA38	0xB38	0xC38	0xD38	0	
Время реакции на переход через уставку	TestPointTime	Uint (2)	0xA3C	0xB3C	0xC3C	0xD3C	0	3

Продолжение таблицы 16

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4		
Разрешение работы алгоритма контроля стабильности измеряемого параметра (0 – алгоритм выключен)	StabEnabled	Uint (2)	0xA3E	0xB3E	0xC3E	0xD3E	0	
Время детектирования дестабилизации измеряемого параметра	StabTimeOut	Uint (2)	0xA40	0xB40	0xC40	0xD40	0	3
Время детектирования стабилизации измеряемого параметра	StabTimeIn	Uint (2)	0xA42	0xB42	0xC42	0xD42	0	3
Максимальное отклонение измеряемого параметра для алгоритма стабилизации	StabDataDelta	Float (4)	0xA44	0xB44	0xC44	0xD44	0	
Нижнее значение диапазона параметра выводимого на унифицированный выход	OutOfRangeParamMin	Float (4)	0xA48	0xB48	0xC48	0xD48	0	
Верхнее значение диапазона параметра выводимого на унифицированный выход	OutOfRangeParamMax	Float (4)	0xA4C	0xB4C	0xC4C	0xD4C	0	

Примечания:

1. Канал измерения выключен, дополнительная функция канала измерения выключена.
2. Пустая строка.
3. Время по 0.1 секунде (0 = 0.1 секунде).
4. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Таблица 17. 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:

1. Используются при калибровки унифицированных выходов. Диапазон ЦАП от 0 до 4096.
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 18. 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	
Минимальное время периода импульсов синхронизации, мс (Диапазон параметра от 0 до 49,99. Значения 0, 50 и более - функция выключена)	PulsePeriodMin	Float (4)	0x1810	0x1910	0	

Примечания:

1. Импульсы синхронизации передаются на 1 и 2 логические выходы для 1,2 каналов измерения соответственно.
2. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Таблица 19. Список дополнительных регистров измерения прогиба ротора (для канала 3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	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	

Продолжение таблицы 19

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
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 нуль.
4. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Таблица 20. Список дополнительных регистров линеаризации (для канала 4 когда EnabledAdd = 1)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	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 21. Список дополнительных регистров вычисления по формуле (для канала 4 когда EnabledAdd = 2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	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	

Примечания:

1. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Таблица 22. Список системных регистров

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Время блокировки логических выходов после 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	LogicMode	Uint(2)	0x0EC0	0	6
Резерв, всегда должен равняться нулю	Reserv	Uint(2)	0x0EC2	0	

Примечания:

1. В случае ошибки считывания данных из энергонезависимой памяти всегда равен 79 (8 секунд).
2. При значении равно 0 функция выключена.
3. Время по 0.1с (0 = 0.1с).
4. На 12 логический выход данный параметр не распространяется.
5. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».
6. 0 - Настройка с помощью матрицы, 1- настройка с помощью выражения (формулы). Изменения требуют перезагрузки модуля.

Таблица 23. 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 24. 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		
Логическое правило выхода 2	LogicRules[1]	Uint(2)x16	0x1C20		
Логическое правило выхода 3	LogicRules[2]	Uint(2)x16	0x1C40		
Логическое правило выхода 4	LogicRules[3]	Uint(2)x16	0x1C60		
Логическое правило выхода 5	LogicRules[4]	Uint(2)x16	0x1C80		
Логическое правило выхода 6	LogicRules[5]	Uint(2)x16	0x1CA0		
Логическое правило выхода 7	LogicRules[6]	Uint(2)x16	0x1CC0		
Логическое правило выхода 8	LogicRules[7]	Uint(2)x16	0x1CE0		
Логическое правило выхода 9	LogicRules[8]	Uint(2)x16	0x1D00		
Логическое правило выхода 10	LogicRules[9]	Uint(2)x16	0x1D20		
Логическое правило выхода 11	LogicRules[10]	Uint(2)x16	0x1D40		
Логическое правило выхода 12	LogicRules[11]	Uint(2)x16	0x1D60		
Логическое правило светодиода 'War'	LogicRules[14]	Uint(2)x16	0x1DC0		
Логическое правило светодиода 'Alarm'	LogicRules[15]	Uint(2)x16	0x1DE0		

Таблица 25. 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)

Интерфейсы связи

Таблица 26. Список регистров интерфейса RS485 №1

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Разрешить работу интерфейса (не нуль – работа интерфейса разрешена)	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	

Таблица 27. Список регистров интерфейса RS485 №2

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Разрешить работу интерфейса (не нуль – работа интерфейса разрешена)	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	

Примечание. Параметры интерфейса RS485 вступают в силу только после переинициализации интерфейса.

Таблица 28. Список стандартных регистров интерфейса CAN2.0В

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	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 0.1с (0 = 0.1с).
2. Параметры интерфейса CAN2.0В вступают в силу только после переинициализации интерфейса.
3. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Таблица 29. Список дополнительных регистров интерфейса CAN2.0В

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Разрешить работу интерфейса в расширенном режиме (не нуль – разрешено)	Enabled	Uint (2)	0x1100	0	
Адрес модуля для расширенного режима работы (от 0 до 255)	Address	Uint (2)	0x1102	0	
Разрешить изменения параметров работы модуля командами по интерфейсу CAN (не нуль – разрешено)	ChangeEna	Uint (2)	0x1104	0	
Разрешить операцию однократной записи (не нуль – разрешено)	OnWriteEna	Uint (2)	0x1106	0	
Период отправки по 0.1с сообщения 1	Period_1	Uchar (1)	0x1108	0	1
Число байт в сообщении 1	LenSend_1	Uchar (1)	0x1109	0	
Адрес данных в модуле сообщения 1	AddressData_1	Uint (2)	0x110A	0	
Период отправки по 0.1с сообщения 2	Period_2	Uchar (1)	0x110C	0	1
Число байт в сообщении 2	LenSend_2	Uchar (1)	0x110D	0	
Адрес данных в модуле сообщения 2	AddressData_2	Uint (2)	0x110E	0	
Период отправки по 0.1с сообщения 32	Period_32	Uchar (1)	0x1184	0	1
Число байт в сообщении 32	LenSend_32	Uchar (1)	0x1185	0	
Адрес данных в модуле сообщения 32	AddressData_32	Uint (2)	0x1186	0	

Примечания:

1. Время по 0.1с (0 = 0.1с).
2. Параметры интерфейса CAN2.0В вступают в силу только после переинициализации интерфейса.
3. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Идентификационная информация

Таблица 30. Список регистров идентификационной информации о модуле

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	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 31. Список регистров идентификационной информации о ПО модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	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.

Результаты измерений

Таблица 32. 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	
Дополнительные результаты измерения Каналы 1,2 — всегда равно нулю Канал 3 — Зазор Канал 4 — Значение параметра без линеаризации	DataAdd_1	Float (4)	0x000C	0x0028	0x0044	0x0060	1
Дополнительные результаты измерения Каналы 1,2,4 — всегда равно нулю Канал 3 — Частота вращения ротора, используемая при измерении прогиба	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	4
Флаги состояния модуля	StatusSys	Uint (2)	0x0070				3
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: бит 0 - LogicOutMode режим работы логических выходов (0 - матрица, 1 - выражение) бит 1 - LogicExprErr ошибка выражения биты 2 - 15 — резерв, всегда равны нулю	StatusSysAdd	Uint(2)	0x007C				6
Резерв, всегда должен равняться нулю	Reserv	Uint(2)	0x007E				

Примечания:

1. При условии включения дополнительных функций для соответствующих каналов измерения.
2. Описание флагов состояния каналов измерения смотрите в таблице 5.
3. Описание флагов состояния модуля смотрите в таблице 6.
4. Используется при калибровке каналов измерения.
5. Регистры результатов измерений доступны только для чтения.
6. Значение по умолчанию равно нулю.

Таблица 33. 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, гр	Phase	Float (4)	0x0104	
Размах оборотной составляющей	Mag	Float (4)	0x0108	
Фаза оборотной составляющей, гр	Phase	Float (4)	0x010C	
Размах 1,5 оборотной составляющей	Mag	Float (4)	0x0110	
Фаза 1,5 оборотной составляющей, гр	Phase	Float (4)	0x0114	
Размах 5 оборотной составляющей	Mag	Float (4)	0x0148	
Фаза 5 оборотной составляющей, гр	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 34. 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)	0x221C	
Режим захвата выборки (0 — 2 оборота ротора; 1 — 1 оборот ротора)	RequestMode	Uint (2)	0x220E	
Данные выводимые на 3-й унифицированный выход (0 – прогиб ротора; не ноль – 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

Примечания:

1. Используется при калибровке каналов измерения.
2. Регистры результатов измерений доступны только для чтения.

Таблица 35. Список регистров захвата сигнала 3-го канала измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Результаты захвата сигнала, мА	Data_0	Float (4)	0x2800	
	Data_1	Float (4)	0x2804	
	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.

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 36. 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 36

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	
	0x8D	Параметры интерфейса RS485 №2	
	0x8A	Параметры интерфейса CAN2.0B	
	0x8B	Дополнительные параметры интерфейса CAN2.0B	
	0x8C	Символьные имена логических выходов	
	0x8E	Дополнительные параметры канала 4 вычисления по формуле	
	0x90	Дополнительные параметры по каналу 1	
	0x91	Дополнительные параметры по каналу 2	
	0x92	Дополнительные параметры по каналу 3	
	0x93	Дополнительные параметры по каналу 4 линеаризация	
0xFF07	0x21	Запись всех параметров настройки модуля в энергонезависимую память	3, 7

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. Во время записи работа модуля останавливается. После записи автоматически выполняется сброс модуля.

Техническое обслуживание

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

- Техническое обслуживание аппаратуры
- Текущий ремонт
- Поверка аппаратуры

Транспортирование и хранение

Транспортирование производить любым видом транспорта, при условии защиты от воздействия атмосферных осадков и брызг воды, в соответствии с правилами транспортирования, действующим на всех видах транспорта. При транспортировании самолетом аппаратура должна быть размещена в отапливаемых герметизированных отсеках. Условия транспортирования – Ж по ГОСТ 25804.4-83.

Хранение аппаратуры в части воздействия климатических факторов должно соответствовать группе 3 (Ж3) по ГОСТ 15150-69.

Срок хранения не более 24 месяцев с момента изготовления.

Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие аппаратуры техническим требованиям при соблюдении условий эксплуатации, хранения, транспортирования и монтажа.

Гарантийный срок эксплуатации 24 месяца с момента ввода в эксплуатацию, но не более 48 месяцев с момента изготовления.

В случае отправки модуля для ремонта на предприятие-изготовитель необходимо указать выявленную неисправность.

Приложения

А. Расположение органов регулировки на платах модуля МК22

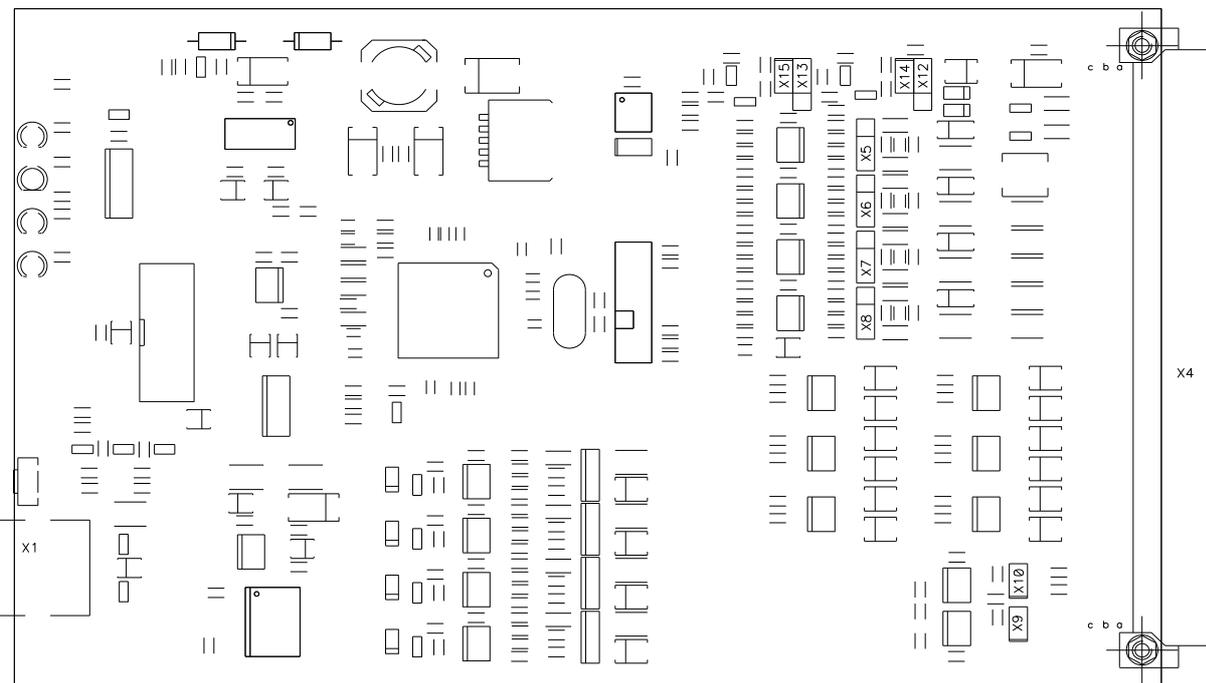


Рисунок 9. Расположение элементов на плате модуля МК22

Переключки X5, X6, X7, X8 – 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 1...5мА
2-3	Режим работы по току 4...20мА

Переключки X9, X10 – терминатор 120 Ом шины RS485, CAN2.0В (соответственно)

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

Переключки X12, X13 – выбор источника импульсов синхронизации для канала измерения 1 (2)

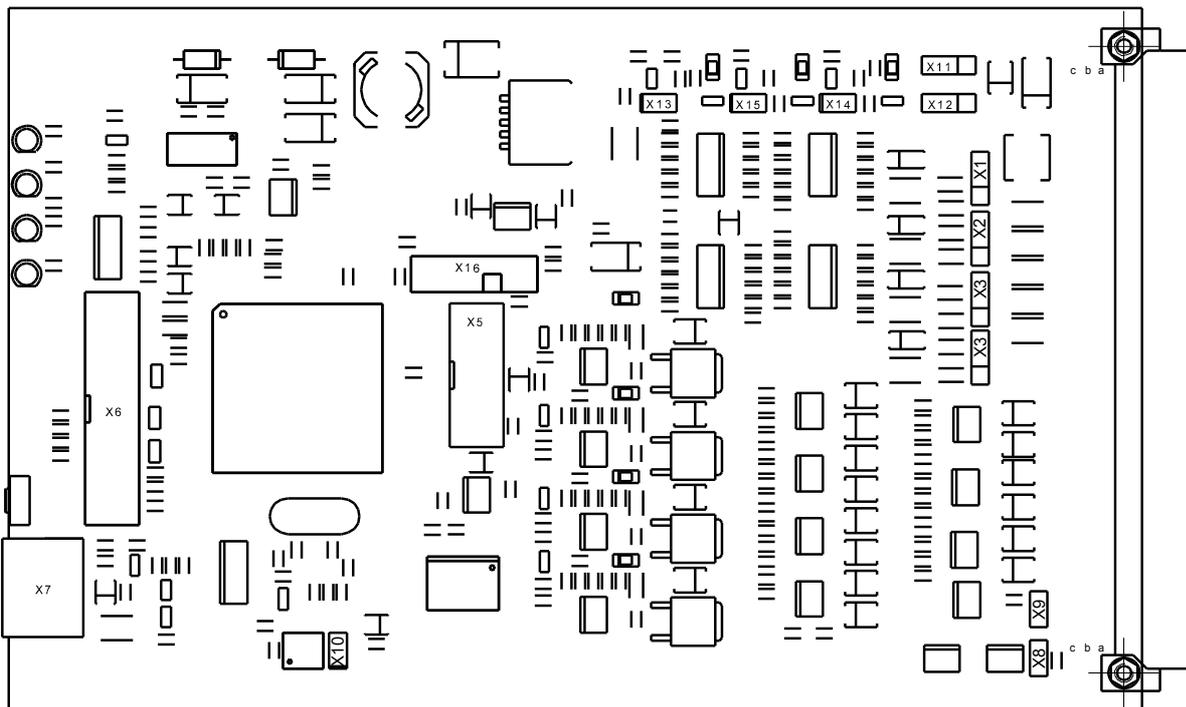
Положение	Режим
1-2	Синхронизация от входа Input CH1 (2)
2-3	Синхронизация от входа Fin 1 (2)

Переключки X14, X15 – подключение импульсного входа к +3,3В через резистор 1кОм

Положение	Режим
Снята	Подтяжка отключена (работа с компаратором)
Установлена	подтяжка включена (работа в составе АСКВ)

Б. Расположение органов регулировки на платах модуля МК22 с кодом «R2»

Рисунок 10. Расположение элементов на плате модуля МК22 с кодом «R2»



Перемычки 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 1...5мА
2-3	Режим работы по току 4...20мА

Перемычки X8, X9 – терминатор 120 Ом шины RS485 №1, CAN2.0В (соответственно)

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

Перемычка X10 – защита записи в EEPROM

Снята	Запись в EEPROM запрещена
Установлена	Запись в EEPROM разрешена

Перемычки X11, X12 – выбор источника импульсов синхронизации для канала измерения 1 (2)

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

Перемычки X13, X14, X15 – подключение входов синхронизации и импульсного входа к +3,3В через резистор 1кОм

Положение	Режим
Снята	Подтяжка отключена
Установлена	подтяжка включена

В. Назначение контактов разъема X4 (разъём X17 для исполнений, содержащих код «R2»)

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	
C16	Analog out 2	Унифицированный выход канала измерения 2	
B17	Analog out 3	Унифицированный выход канала измерения 3	
C18	Analog out 4	Унифицированный выход канала измерения 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 CAN2.0B	
B27	CAN-H		
C28	CAN-L		
A30	RS485-GND	Интерфейс RS485 №1	
B29	RS485-B(-)		
C30	RS485-A(+)		
B30	2-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 №2	5
C29	2-RS485-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. Контакты A4, A8, A10, A14, A16, A18 не используются, должны быть оставлены не подключенными для совместимости с последующими версиями МК22.
5. Контакты B30, C29 задействованы только в исполнениях модуля МК22 с кодом «R2»

Г. Маркировка модуля

В состав маркировки модуля входит:

- Тип модуля МК22 и вариант исполнения (DC, DC-11, DC-001, DC-R2, DC-11-R2, DC-001-R2);
- Серийный номер и год выпуска модуля;
- Режим работы унифицированных выходов (А – 1-5мА; В – 4-20мА);
- Номер монтажной;
- Номер регулировщика;
- Номер заказа.

Пример маркировки модуля МК22:

МК22 DC-11-R2	№ модуля -	Режим	Монт.	Регул.	Заказ
------------------	---------------	-------	-------	--------	-------

Полная информация о настройке модуля (диапазоны измерений, уровни уставок по каналам измерений, параметры интерфейсов связи, настройка логической сигнализации и т.д.) указана в отчете о настройке на соответствующий модуль.

Дополнительно на плату модуля наклеивается таблица с основными параметрами настройки модуля.

Пример наклейки с основными параметрами настройки на плате модуля:

Канал	1	2	3	4
Пар.	ОПР ВД	ОПР НД	Wa	Выкл.
Един.	мм	мм	МВт	
Диап.	-5-0+5	-5-0+5	0-60	
Уст.1	-1,5	-1,5		
Уст.2	+2,5	+2,5		
Уст.3	-2	-2		
Уст.4	+3	+3		
RS485 №1	Адр.	014	Скор.	115200
RS485 №2	Адр.	015	Скор.	115200
CAN2.0B	Адр.		Скор.	

Д. Пример Бланк заказа (настройки) модуля МК22

Вариант исполнения модуля (DC, DC-11, DC-001, DC-R2, DC-11-R2, DC-001-R2) _____

Кол-во модулей с данной настройкой _____

1. Параметры каналов измерения

Параметр / № канала		1		2		3		4	
Датчик , преобразователь									
Режим работы канала: (вкл/выкл; изм. пост тока; изм. прогиба; изм. частоты; линеаризация; выч. по форм.)									
Название параметра									
Единицы измерения									
Диапазон параметра									
Параметры уставок	№	нижн./верх.	значение	нижн./верх.	значение	нижн./верх.	значение	нижн./верх.	значение
	1								
	2								
	3								
	4								
Формат отображения									
Глубина усреднений									
Гистерезис уставок									
Время перехода уставок									
Унифицированные выходы	№	диап. парам.	диап. тока						
	1								
	2								
	3								
	4								
Гистер. тока датч. (тестир.)									
Контроль стабил.	Детект. Дестаб.								
	детект. стабил.								
	макс. доп. измен.								

2. Параметры интерфейсов связи RS485, CAN

Параметр	RS485 №1	RS485 №2	CAN
Разрешить работу интерфейса (Да/Нет)			
Адрес модуля (RS485 №1, №2 – от 1 до 247; CAN – от 0 до 65535)			
Скорость обмена RS485 №1, №2 – 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230600 бит/с CAN – 40, 80, 100, 125, 200, 250, 500, 1000 кбит/с			
Разрешить настройку параметров по интерфейсам связи (Да/Нет)			
Разрешение поддержки команды одиночной записи (Да/Нет)			
Разрешить поддержку широковещательного адреса (Да/Нет)			
Период отправки сообщений, с (только для CAN)			
Передача данных по каналам измерения (перечислить) *			

Примечание* — Коды перечисляемых типов передаваемых данных по каналам измерений: результаты измерений — Rx; минимум — minx; максимум — maxx; доп. парам.1 — 1dx; доп. парам.2 — 2dx
(взамен 'x' нужно указывать номер канала).

3. Дополнительные параметры измерения каналов 1 и 2

Параметр / № канала	1	2
Разрешить измерение частоты		
Генерировать импульсы синхронизации		
Разрешить проверку сигнализации «СТОП»		
Разрешить проверку уставок в режиме «СТОП»		
Полярность входных импульсов (передний фронт / задний фронт)		
Полярность выходных импульсов (передний фронт / задний фронт)		
Минимальная измеряемая частота		
Число импульсов на оборот		

4. Дополнительные параметры измерения канала 3

Параметр / № канала	3
Разрешить измерение прогиба ротора	
Диапазон измерения прогиба	
Режим измерения (по 1-й оборотной / по полигармонике)	
Усреднение измерения зазора (0 ... 7)	
Режим синхронизации (основн — 1-й, резервн — 2-й / 1-й / 2-й)	
Полярность входных импульсов (передний фронт / задний фронт)	
Число импульсов на оборот	
Параметр унифицированного выхода (прогиб / зазор)	
Разрешить контролировать частоту вращения ротора	да / нет диапазон допуст. частот
Допустимый шум БПФ	
Коррекция фаз. сдвига ФНЧ модуля	
Коррекция фаз. сдвига датчика	
Постоянное смещение фазы для 1-й оборотной	
Минимальный размах оборотной составляющей	

5. Дополнительные параметры измерения канала 4

Параметр / № канала	4
Линеаризация включена	Да / нет Число записей в таблице линеаризации
Вычисления параметра по формуле	Да / нет Учитывать флаг неисправности каналов при вычислении (нет / да (номера каналов)) Аналитическая формула*

Примечание* - использовать следующие коды обозначений при писании аналитической формулы:
(взамен 'x' нужно указывать номер канала, а взамен 'y' нужно указывать номер константы в массиве)

С_{ix} — параметр канала; I_x — ток канала; К_y — константа в массиве

* умножение / деление + сложение - вычитание

6. Общие параметры модуля

Параметр	Значение
Блокировка лог. сигнал. после сброса модуля, сек	
Блокировка уставок после нормализации работы канала, сек	
Тайм-аут проверки «стоп», сек	
Период измерения частоты для каналов 1, 2, сек	

7. Параметры логической сигнализации и светодиоды War и Alarm на лицевой панели модуля.

логич. вых.	Логическая формула	Инверсия выхода	Название
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
War			
Alarm			

Коды по каналам измерений (взамен 'х' нужно указывать номер канала):

xChO – канал выключен

xFE – тест уставок не выполняется

xOp3 – выход за 3-ю уставку

xDst – параметр стабилизирован

xsm – режим «СТОП»

xMw – алгор. измер. частоты в реж. СТОП

xSeL – малый уровень тока датчика

xOp1 – выход за 1-ю уставку

xOp4 – выход за 4-ю уставку

xDust – параметр не стабилизирован

xsmt – тест режима «СТОП»

xMpr – нет имп. синхронизации

xSeH – высокий уровень тока датчика

xOp2 – выход за 2-ю уставку

xchE – канал измерения не исправен

xMf – режим измерения частоты

xMr – алгоритм измер. частоты в сбросе

Системные коды:

RS_Off – интерфейс RS-485 №1 выключен

EgrLD – ошибка чтения параметров

CAN_Off – интерфейс CAN2.0 выключен

ResLD – чтение парам. из резервной секции

eepERR – ошибка энергонезависим. памяти

Операции:

'()' – выделение группы «ИЛИ»

'+' – операция логического «ИЛИ»

Составил _____ Дата _____