

**ВИБРО**

**БИТ**

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

**АППАРАТУРА «ВИБРОБИТ 300»**

**Инструкция по настройке модуля контроля МК62**  
(с версией ПО модуля от 01.01)

**ВШПА.421412.3062 И1**

г. Ростов-на-Дону  
2017 г.

Тел/Факс +7 863 218-24-75

Тел/Факс +7 863 218-24-78

info@vibrobit.ru

www.vibrobit.ru

Инструкция по настройке модуля МК62 предназначена для ознакомления пользователей (потребителей) с основными принципами работы и методами настройки модуля контроля крутильных колебаний МК62 аппаратуры «ВИБРОБИТ 300» с версией программного обеспечения от 01.01.

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.

Редакция 1 от 29.03.2017

#51724

### Принятые сокращения

- АЦП - аналого-цифровой преобразователь
- БИХ - бесконечная импульсная характеристика
- БПФ - быстрое преобразование Фурье
- ЖКИ - жидкокристаллический индикатор
- ИД - идентификационные данные
- КК - крутильные колебания
- КП - контрольная поверхность
- ПК - персональный компьютер
- ПО - программное обеспечение
- ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь
- ЦОС - цифровая обработка сигналов

## Содержание

1. Общие сведения.....	6
2. Технические характеристики.....	7
3. Работа модуля.....	11
3.1. Средства индикации и управления.....	11
3.2. Начало работы.....	13
3.2.1. Включение питания.....	13
3.2.2. Сброс модуля.....	13
3.2.3. Команда «Сохранить все параметры».....	13
3.3. Принципы измерений.....	14
3.3.1. Методика расчета размах КК.....	16
3.3.2. Структура модуля МК62.....	17
3.4. Системные параметры и контроль состояния модуля МК62.....	18
3.4.1. Идентификационные данные.....	18
3.4.2. Системные настройки модуля.....	19
3.4.3. Системные калибровочные данные.....	19
3.4.4. Контроль состояния модуля.....	20
3.5. Физические каналы измерения.....	22
3.6. Измерение вспомогательных параметров.....	24
3.6.1. Системные параметры.....	24
3.6.2. Постоянный ток датчика.....	25
3.6.3. Статический зазор.....	26
3.6.4. Выделение логических импульсов меток КП (компаратор).....	26
3.6.5. Частота вращения КП.....	28
3.6.6. Частота вращения ротора (синхросигнал).....	28
3.6.7. Каналы синхронизации.....	29
3.6.8. Относительное виброперемещение КП.....	30
3.6.9. Компенсация неточности обработки меток КП по высоте.....	31
3.7. Измерение крутильных колебаний.....	32
3.7.1. Настройка измерения крутильных колебаний.....	32
3.7.2. Коррекция АЧХ.....	33
3.7.3. Компенсация неточности обработки КП по длине меток.....	34
3.7.4. Компенсация относительного виброперемещения КП вдоль оси датчика.....	35
3.7.5. Компенсация относительного виброперемещения КП перпендикулярно оси датчика.....	36
3.7.6. Виртуальные каналы измерения.....	37
3.8. Измерение статической закрутки.....	38
3.8.1. Настройка измерений статической закрутки.....	38
3.9. Унифицированные токовые выходы.....	39
3.10. Логическая сигнализация.....	40
3.10.1. Контроль исправности канала измерения.....	40
3.10.2. Уставки.....	41
3.10.3. Логические выходы.....	42
3.10.4. Внутренние логические порты.....	43
3.10.5. Логические входы.....	43
3.11. Калибровка модуля.....	44
3.11.1. Калибровка канала измерения по постоянному току.....	44
3.11.2. Калибровка унифицированных токовых выходов.....	45
4. Цифровые интерфейсы управления.....	46
4.1. Интерфейс RS485.....	46
4.1.1. Настройка параметров работы модуля по протоколу ModBus.....	46
4.1.2. Поддерживаемые команды протокола ModBus.....	47
4.1.3. Вычисление контрольной суммы в сообщениях.....	47
4.1.4. Особенности управления по протоколу ModBusRTU.....	48
4.2. Интерфейс CAN2.0B.....	48
4.2.1. Настройка интерфейсов CAN.....	48
4.2.2. Передача данных по CAN интерфейсу.....	49
4.2.3. Прием данных по интерфейсу CAN.....	50
4.3. Ведомый интерфейс I2C.....	51
4.4. Интерфейс USB.....	51
4.5. Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов).....	52

4.5.1. Системные настройки модуля.....	52
4.5.2. Идентификационные данные.....	57
4.5.3. Каналы измерения.....	58
4.5.4. Коррекция АЧХ.....	65
4.5.5. Каналы синхронизации.....	66
4.5.6. Виртуальные каналы.....	67
4.5.7. Унифицированные токовые выходы.....	69
4.5.8. Фактические размеры меток контрольных поверхностей.....	72
4.5.9. Интерфейсы связи RS485.....	74
4.5.10. Интерфейсы связи CAN.....	75
4.5.11. Логическая сигнализация.....	80
4.5.12. Уставки.....	82
4.5.13. Запрос спектра крутильных колебаний.....	84
4.5.14. Управляющие команды.....	85
5. Программное обеспечение.....	86
6. Техническое обслуживание.....	86
Приложения.....	87
А. Расположение органов регулировки на плате модуля МК62.....	87
В. Назначение контактов коммутационного разъема модуля.....	88

## 1 Общие сведения

Модуль контроля МК62 (далее модуль МК62), из состава аппаратуры «Вибробит 300», предназначен для измерения размаха крутильных колебаний, возникающих в роторах турбоагрегатов, насосов и другого роторного оборудования.

В основе модуля МК62 лежит высокопроизводительный 32-разрядный микропроцессор цифровой обработки сигналов (ЦОС), позволяющий реализовать сложные математические вычисления, обеспечить доступ к результатам измерений по интерфейсам связи RS485, CAN2.0B, USB. Модуль МК62 передает результаты измерений на унифицированные токовые выходы, сравнивает результаты измерений с уставками, формирует предупредительную и аварийную сигнализацию на логических выходах.

Основными функциями 4-х канального модуля МК62 являются:

- измерение размаха крутильных колебаний;
  - управляемый компаратор выделения импульсов;
  - измерение и контроль частоты вращения контрольной поверхности (КП);
  - измерение относительного виброперемещения и зазора до КП;
  - компенсация неточности механической обработки меток КП по длине и высоте;
  - компенсация вибрации КП в поперечной и продольной плоскости (относительно датчика);
  - расчет спектра размаха крутильных колебаний;
  - расчет результирующего размаха крутильных колебаний (виртуальные каналы измерения);
- измерение статического угла скручивания ротора относительно фазовой метки;
- контроль исправности канала измерения;
- синхронизация измерений по двум каналам (фазовая метка);
- передача вычисленных значений на унифицированные токовые выходы с гальванической изоляцией;
- сравнение вычисленных значений с уставками;
- формирование предупредительной и аварийной сигнализации на логических выходах;
- поддержка цифровых интерфейсов RS485, CAN2.0B;
- вывод данных на ЖКИ модуля.

Все настройки модуля МК62 осуществляются с помощью персонального компьютера (ПК) или специализированного прибора наладчика ПН31. Для настройки модуля МК62 с помощью ПК на компьютере должна быть запущено программное обеспечение ModuleConfigurator.exe, модуль МК62 должен быть подключен к ПК через модуль диагностического интерфейса MC01 USB (интерфейс ПК USB).

Конструктивно модуль МК62 выполнен в виде модуля 3U для каркасов типа «Евромеханика» 19".

Таблица 1 - Варианты исполнения модуля контроля МК62

Код исполнения	Обозначение	Примечание
МК62-DC-001-04GI-DP	ВШПА.421412.3062	Расширенная система индикации и управления, лицевая панель 40мм. На лицевой панели модуля расположен специализированный цифро-символьный ЖКИ с возможностью отображения результатов измерений по всем каналам одновременно, светодиоды ограниченной системы индикации и управляющие кнопки. Четыре унифицированных гальванически изолированных токовых выхода. Диагностический интерфейс D.port.
МК62-DC-001-04GI-USB	ВШПА.421412.3062-01	Аналогично МК62-DC-001-04GI-DP с реализацией диагностического интерфейса USB

## 2 Технические характеристики

Таблица 2 - Основные технические характеристики модуля МК62

Наименование параметра	Значение
Количество каналов измерения	4
Количество входов синхронизации	2
Диапазоны измерения входного сигнала постоянного тока, мА	1 – 5; 4 – 20
Входное сопротивление, Ом <ul style="list-style-type: none"> <li>• постоянного тока</li> <li>• постоянного напряжения</li> </ul>	560 ± 2; 140 ± 0,5 не менее 10 000
Общее количество назначаемых уставок	16
Количество дискретных (логических) выходов	14
Выходные дискретные сигналы модуля <ul style="list-style-type: none"> <li>• постоянное напряжение, В, не более</li> <li>• ток выхода, мА, не более</li> </ul>	открытый коллектор 24 200
Количество дополнительных логических входов	2
Количество унифицированных токовых выходов	4
Время обновления показаний и работы логики сигнализации и защиты, с	0,25
Типы поддерживаемых цифровых интерфейсов связи	RS485 CAN 2.0B диагностический I2C, USB
Напряжение питания, В	+(24 ± 1)
Потребляемый ток, мА, не более	120 <sup>1)</sup>
Диапазон рабочей температуры окружающего воздуха (от и до включ.), °С	+5 – +45
<sup>1)</sup> Ток потребления указан без учета тока потребления датчиков и других внешних цепей.	

Таблица 3 - Характеристики измерения постоянных сигналов модулем МК62

Наименование параметра	Значение
Диапазоны измерения и сигнализации постоянных сигналов (от и до включ.), мкм <sup>1)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Датчик ДВТ10</li> <li>• Датчик ДВТ20</li> </ul>	0 – 2 000 0 – 4 000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения постоянного сигнала (смещений), %, не более <ul style="list-style-type: none"> <li>• по унифицированному сигналу</li> <li>• по цифровому индикатору</li> </ul>	± 1,0 ± 0,5
<sup>1)</sup> Определяется типом подключенного датчика.	

Таблица 4 - Характеристики измерения частоты вращения ротора модулем МК62

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения частоты вращения ротора (от и до включ.), об/мин	0,1 – 12 000
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения ротора по цифровому индикатору, об/мин, не более	± 0,5
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения частоты вращения ротора по унифицированному выходу, %, не более	± 1,0
Число импульсов на один оборот ротора, КП	от 1 до 64
Период измерения частоты вращения ротора (от и до включ.), сек	0,1 – 10

Таблица 5 - Характеристики входов синхронизации, логических входов модуля МК62

Наименование параметра	Значение
Тип входного логического буфера	триггер Шмитта
Диапазон входных напряжений (от и до включ.), В	0 – 3,3
Напряжение логического переключения, В <ul style="list-style-type: none"> <li>• Логический '0', не более</li> <li>• Логическая '1', не менее</li> </ul>	0,9 1,8
Сопrotивление подтяжки к напряжению 3,3 В, Ом	1000 ± 50
Параметры входного сигнала синхронизации: <ul style="list-style-type: none"> <li>• амплитуда импульса, (от и до включ.), В</li> <li>• длительность импульса, мс, не менее</li> </ul>	0 – 5 0,001
Встроенная защита от перенапряжений	Да

Таблица 6 - Характеристики измерения размаха относительного виброперемещения модулем МК62

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения и сигнализации размаха относительного виброперемещения, мкм <sup>1)</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Датчик ДВТ10</li> <li>• Датчик ДВТ20</li> </ul>	10 – 1000 20 – 2000
Диапазон частот измерения (от и до включ.), оборотных составляющих	1/16 – 4
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения на базовой частоте по дисплею и унифицированному выходу, %	± 2,0
Количество настраиваемых дополнительных частотных зон измерения	2
Измерение статического зазора между датчиком и контрольной поверхностью	Да
<sup>1)</sup> Определяется типом подключенного датчика.	

Таблица 7 - Характеристики измерения размаха крутильных колебаний модулем МК62

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения и сигнализации, гр	0,01 - 1,99
Дискретность измерений, гр	0,001
Диапазон частот измерения (от и до включ.), оборотных составляющих	1/8 – 4
Диапазон измерения фазы синусоидального сигнала (от и до включ.), гр.	0 – 360
Базовая частота измерения, номер оборотной составляющей	1
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазонах частот, %	± 5,0
Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения на базовой частоте по дисплею и унифицированному выходу, %	± 5,0
Спектральное разрешение измерения оборотных составляющих	1/32 оборотной составляющей
Период обновления результатов измерений, сек	0,25
Период измерений, оборотов ротора	32
Предельный диапазон частоты вращения КП, об/мин	10 – 12 000
Число меток КП	от 1 до 64
Частота тактового генератора, МГц	100
Стабильность тактового генератора во всем диапазоне рабочих температур, не хуже	25 ppm
Коэффициент деления частоты тактового генератора (характеристика микропроцессора)	4



Таблица 8 - Характеристики измерения статического угла закрутки модулем МК62

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения и сигнализации фазы первой метки КП относительно сигнала синхронизации, гр	$\pm 360 / N^{1)}$
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения фазы первой метки по цифровому индикатору, гр, не более	$\pm 2,0$
Дискретность измерений фазы, гр	0,001
Диапазон частот измерения (от и до включ.), об/мин	В соответствии с настройкой
Диапазон измерения угла статической закрутки, гр	не нормируется <sup>2)</sup>
Период обновления результатов измерений, сек	0,25
<sup>1)</sup> Где N - число измерительных меток на контрольной поверхности <sup>2)</sup> Является разницей фазы первой метки КП ниже и выше установленной частоты вращения КП.	

Таблица 9 - Характеристики унифицированных токовых выходов модуля МК62

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

Таблица 10 - Характеристики интерфейса RS485

Наименование параметра	Значение
Количество интерфейсов RS485	2
Протокол обмена	ModBus RTU (частичная реализация)
Формат данных	без бита паритета, 2 стоповых бита
Пауза между сообщениями, байт, не менее	3,5
Скорость обмена (устанавливается одна из скоростей), бит/с	4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200; 230400
Режим работы драйвера	полудуплекс
Максимальное число узлов на шине	128
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	48
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	$\pm 15$
Гальваническая изоляция от источника питания модуля	нет

Таблица 11 - Характеристики диагностического интерфейса (D.port)

Наименование параметра	Значение
Тип интерфейса	ведомый I <sup>2</sup> C
Адрес МК62 на интерфейсе I <sup>2</sup> C	0x62
Формат адреса при обращении к регистрам модуля	16 бит
Скорость обмена, кбит/с, не более	100
Постоянное напряжение на диагностическом разъеме для питания согласующего устройства, В	5 ± 0,2
Допустимый ток потребления по цепи питания на диагностическом разъеме, мА, не более	50
Гальваническая изоляция от источника питания модуля	нет

Таблица 12 - Характеристики интерфейса CAN2.0

Наименование параметра	Значение
Количество интерфейсов CAN2.0	2
Режим работы	Активный (прием, передача данных)
Формат данных	Специализированный для аппаратуры Вибробит 300
Скорость обмена (устанавливается одна из скоростей), кбит/с	1000; 500; 250; 200; 125; 100; 80; 40
Соответствие стандарту шины CAN	ISO-11898
Максимальное число узлов на шине	120
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	25
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	± 4
Гальваническая изоляция от источника питания модуля	нет

Таблица 13 - Дополнительные характеристики модуля МК62

Наименование параметра	Значение
Габаритные размеры, мм	40.3 x 130 x 190
Масса, кг, не более	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 при температуре +35 °С, %	80
Гарантийный срок эксплуатации, месяцев	24
Условия транспортирования по ГОСТ 23216-78	Ж
Условия хранения по ГОСТ 11550-69	3 (ЖЗ)

### 3 Работа модуля

Модуль контроля МК62 предназначен для непрерывной работы в составе автоматизированных систем контроля вибрации и механических величин (АСКВМ).

#### 3.1 Средства индикации и управления

Лицевая панель модуля МК62 отличается в зависимости от исполнения модуля. Внешний вид лицевых панелей модуля МК62 представлен на рисунке 1.

На лицевой панели расположены следующие элементы:

- ручка для установки/демонтажа модуля в секции;
- крепежные винты модуля к секции;
- разъем диагностического интерфейса D.port или USB (в зависимости от исполнения модуля);
- потайная кнопка сброса 'Reset';
- светодиоды состояния модуля 'Link', 'Ok', 'Warn', 'Alarm';
- управляющие кнопки 'Mode', 'Sel'.

Назначение светодиодов состояния модуля:

- зеленый светодиод 'Link' - индикация отправки данных по интерфейсам связи RS485, CAN, USB, D.port (кратковременное включение);
- двуцветный светодиод 'Ok' - включение питания, индикация состояния модуля;
- желтый светодиод 'Warn' - предупреждение (логика работы светодиода определяется при настройке модуля);
- красный светодиод 'Alarm' - тревога (логика работы светодиода определяется при настройке модуля).

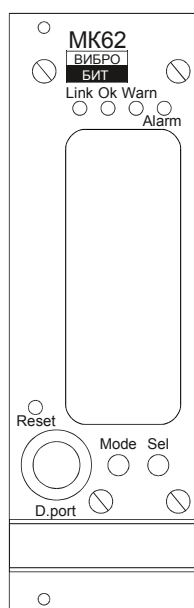
По цвету свечения светодиода можно определить состояние модуля:

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

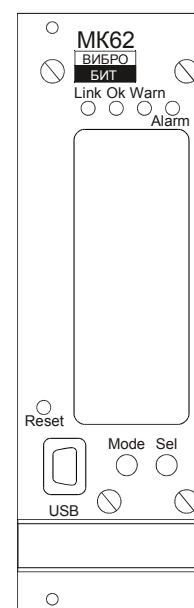
Назначение управляющих кнопок:

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

В состав лицевой панели модуля МК62 входит специализированный цифро-символьный ЖКИ, на котором одновременно отображаются результаты измерения и состояние всех каналов измерения.



а) МК62-DC-001-04GI-DP



б) МК62-DC-001-04GI-USB

Рисунок 1 - Внешний вид лицевой панели МК62

Результаты измерений автоматически представляются двумя параметрами:

- частота вращения контрольной поверхности в об/мин (формат ####);
- размах крутильных колебаний в градусах (формат #.####).

Вывод на ЖКИ частоты вращения КП выполняется в следующих случаях:

- канал измерения настроен в режим измерения только частоты вращения ротора;
- отсутствуют тахометрические импульсы от КП (отображается 0 об/мин), частота вращения КП ниже установленного минимального предела;
- частота вращения КП вне установленного диапазона частот измерения КК;
- частота вращения КП нестабильна.

Символы 'K1', 'K2', 'K3' и 'K4' - обозначение соответствующих каналов измерения. Если канал измерения выключен, то информация по каналу не отображается. Если все каналы измерения выключены, то отображается надпись 'OFF'.

Символами 'V1', 'V2', 'V3' и 'V4' (в рамке) сигнализируется о выходе значения контролируемого параметра за уставки. При настройке уставок указывается какой позиции на ЖКИ будет соответствовать уставка.

Символ 'Er' (в рамке) показывает, что по данному каналу измерения обнаружена неисправность датчика, значение измеряемого параметра принимается равным нулю (на ЖКИ отображаются прочерки).

Как только работа канала измерения нормализуется символ начинает мигать, модуль отсчитывает тайм-аут нормализации работы канала измерения (время определяется при настройке модуля).

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

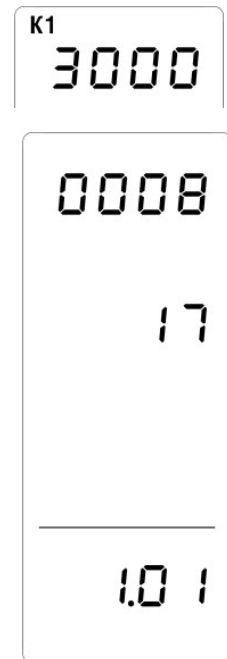


Рисунок 3 - Пример вывода стартового сообщения на ЖКИ

## 3.2 Начало работы

### 3.2.1 Включение питания

По включению питания светодиод 'Ok' светиться красным цветом в течение одной секунды, модуль ожидает стабилизации напряжения питания (возможность источника питания обеспечить требуемый ток потребления). Затем, параметры работы модуля МК62 загружаются из энергонезависимой памяти.

Параметры работы разделены на секции:

- идентификационные данные;
- системные параметры;
- параметры каналов измерения, каналов синхронизации;
- калибровочные данные;
- параметры логической сигнализации;
- параметры унифицированных токовых выходов;
- 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 контрольной 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 основной секции 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 МК62 светодиод 'Ok' светится зеленым цветом, на индикаторе отображается серийный номер модуля (в формате #####), год выпуска модуля (в формате ##, две последние цифры) и версия программного обеспечения (в формате #.##) в течение 1,5 секунды.

После включения питания (сброса) модуля МК62 работа логических выходов заблокирована на установленное время. Если работа логических выходов заблокирована, светодиод 'Reset' светится желтым цветом.

Допускается, «горячая» замена модуля МК62 в секции стойки без выключения питания.

### 3.2.2 Сброс модуля

При сбросе модуля производится аппаратный сброс микропроцессора и выполняется последовательность действий, соответствующая включению питания. Причинами сброса модуля МК62 могут быть:

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

Через отверстие на лицевой панели модуля, нажатием на потайную кнопку 'Reset', установленную на плату модуля МК62, пользователь может выполнить сброс модуля (подается логический сигнал на микропроцессор, выполняющий аппаратный сброс микропроцессора и всех периферийных устройств модуля).

### 3.2.3 Команда «Сохранить все параметры»

При поступлении по интерфейсам связи команды «Сохранить все параметры» в энергонезависимой памяти модуля, нормальная работа модуля останавливается, все логические выходы переводятся в неактивное состояние. Команда «Сохранить все параметры» может быть передана только по диагностическому порту D.port или интерфейсу USB.

На ЖКИ отображается надпись 'SAVE' и проценты завершения операции записи всех текущих параметров в энергонезависимую память.

Запись параметров в энергонезависимую память возможна только, если снята аппаратная защита записи (перемычка X9). Длительность записи всех параметров в энергонезависимую память не более 10 секунд.

После завершения записи отображаются результат выполнения записи и производится сброс модуля.

## 3.3 Принципы измерений

Структурная схема расчета размаха крутильных колебаний представлена на рисунке 4.

Дополнительно к измерению размаха крутильных колебаний физических каналов производятся расчеты следующих параметров:

- частота вращения КП;
- размах виброперемещения КП;
- статический зазор между датчиком и КП;
- фаза первой метки КП относительно синхросигнала (фазовой метки);
- статической угол закрутки КП (относительно синхросигнала);
- размах крутильных колебаний виртуальных каналов (КК узла агрегата).

Счет временных интервалов выполняет 32-разрядный счетчик (1.1), тактируемый сигналом от внешнего стабильного генератора 100 МГц. Тактовый сигнал делится на 4 аппаратным счетчиком микропроцессора, период переполнения счетчика более 180 секунд.

От входного каскада канала измерения (компаратора) логические импульсы меток КП поступают в схему захвата и накопления значений счетчика (1.2). Логические импульсы меток КП синхронизируют накопление значений АЦП (2.1) для каждой метки КП с целью вычисления мгновенных зазоров между датчиком и КП.

Относительно синхросигнала (фазовая метка) производится определение первой метки КП (3.1). На основании абсолютных значений счетчика (1.1) активного фронта первой метки КП и активного фронта синхросигнала выполняется расчет фазового угла и угла статической закрутки КП (3.2). Статическая закрутка определяется относительно значений получаемых на малых оборотах ротора (отсутствие крутильных колебаний, статической закрутки) и рабочим режимом контролируемого агрегата.

По полученным значениям АЦП между датчиком и метками КП вычисляется зазор для каждой метки КП (2.2). С целью достоверного выполнения компенсации КК и вычисления размаха виброперемещения производится компенсация неточности обработки КП по высоте меток (2.3). После компенсации неточности обработки КП по высоте меток рассчитываются (2.4) размах виброперемещения КП и статический зазор между датчиком и КП.

Истинные зазоры между метками КП используются для проведения компенсации измерения КК вызванные влиянием относительного виброперемещения КП в продольной плоскости относительно (1.3) датчика измерений.

Абсолютные значения счетчика пересчитываются в мгновенные частоты вращения КП для каждой метки (1.4), операция дифференцирования.

Мгновенная частота вращения для каждой метки КП (угловая скорость), пропорциональная длине меток КП по активным фронтам, подвергается компенсации неточности механической обработки КП по длине меток (1.5).

После выполнения компенсаций неточности обработки КП проводится расчет частоты вращения КП (1.6), проверка стабильности частоты вращения и соответствия частоты вращения допустимому диапазону частот для измерения КК.

На достоверность вычисления размаха крутильных колебаний также оказывает влияние относительное виброперемещение ротора в поперечной плоскости к оси датчика измерений. Компенсация поперечной вибрации КП (1.7) проводится с учетом зазоров до меток КП, полученных комплементарным каналом измерения с учетом разницы установочных углов между датчиками.

Выборка скомпенсированных мгновенных значений угловой скорости по меткам КП подвергается интегрированию (1.8) до углового мгновенного перемещения.

Для получения спектра крутильных колебаний на выборку углового перемещения (за 32 оборота ротора) накладывается окно Хемминга (1.9), с целью предотвращения «растекания» спектра, выполняется БПФ 9-го порядка.

Наложение окна Хемминга на выборку углового перемещения вызывает затухание размаха КК на высоких частотах (выше 2-й оборотной частоты вращения КП), поэтому необходимо выполнять коррекцию АЧХ (1.10).

Спектр КК ограничивается установленным частотным диапазоном и подвергается преобразованию в сигнал (восстановление) методом обратного БПФ 8-го порядка (1.11). По восстановленному сигналу вычисляется размах КК физических каналов измерения (1.12).

Для расчета размаха КК конкретного узла агрегата существует возможность настройки виртуальных каналов измерения, в которых выполняется операции сложения (вычитания) спектров физических каналов в комплексном виде (5.1). Из результирующий спектра виртуального канала восстанавливается сигнал методом обратного БПФ 8-го порядка (5.2). По восстановленному сигналу вычисляется размах КК виртуального канала измерения (5.3).

Доступен захват спектра со спектральным разрешением 1/32 оборотной составляющей (для частоты вращения 50 Гц - спектральное разрешение 1,5625 Гц) после коррекции АЧХ (4.1). Доступно 128 спектральных линий для проведения анализа, верхняя частота анализа 200 Гц (для частоты вращения 50 Гц) в размерности СКЗ (4.2).

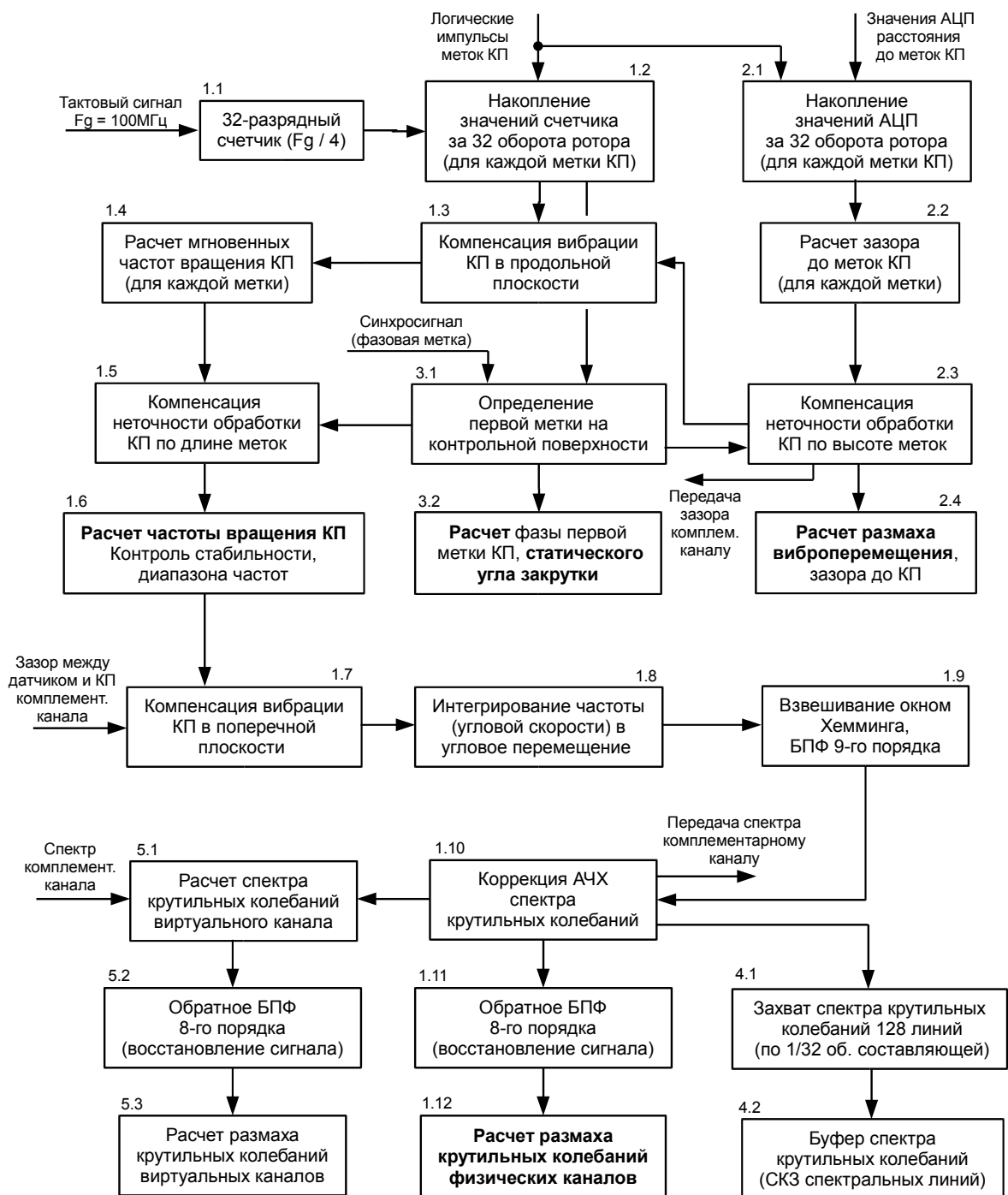


Рисунок 4 - Структурная схема вычисления крутильных колебаний

### 3.3.1 Методика расчета размах КК

Для проверки достоверности измерения размаха крутильных колебаний модулем МК62 возможно применение лабораторного генератора, поддерживающего частотную модуляцию генерируемого сигнала.

Исходные расчетные данные:

- рабочая частота вращения КП ( $F_{РАБ}$ )..... 50 Гц;
- число меток на КП ( $N$ )..... 16;
- фактическая частота тактового генератора ( $F_{ГЕН}$ )..... 25 МГц.

Частота следования импульсов ( $F_{ИМП}$ ) от КП на рабочей частоте вращения ротора ( $F_{РАБ}$ ) рассчитывается по формуле:

$$F_{ИМП} = F_{РАБ} \cdot N = 50 \text{ Гц} \cdot 16 = 800 \text{ Гц}, \quad (1)$$

Угловое разрешение ( $AG_{РАЗР}$ ) в градусах, с учетом частоты тактового генератора ( $F_{ГЕН}$ ) и частоты вращения ротора ( $F_{РАБ}$ ) можно вычислить по формуле:

$$AG_{РАЗР} = \frac{F_{РАБ} \cdot 360 \text{ гр}}{F_{ГЕН}} = \frac{50 \text{ Гц} \cdot 360 \text{ гр}}{25 \text{ МГц}} = 0,00072 \text{ гр}, \quad (2)$$

Дискретность измерения угла КК составляет 0,00072 градуса, что удовлетворяет требованиям отображения с дискретностью 0,001 градуса. Кроме того, примененные методы ЦОС расширяют динамический диапазон измерения (в сторону повышения точности) примерно в 4 раза.

Крутильные колебания контрольной поверхности фактически представляют собой частотную модуляцию тахометрического сигнала, поступающего от меток контрольной поверхности при стационарной частоте вращения ротора контролируемого агрегата.

Исходные данные настройки канала генератора (по частоте), в качестве примера:

- частота несущего сигнала (равна  $F_{ИМП}$ )..... 800 Гц;
- частота модуляции ( $FM_{МОД}$ ), определяет частоту крутильных колебаний..... 12,5 Гц;
- глубина модуляции ( $FM_{ГЛУБ}$ ), определяет амплитуду крутильных колебаний..... 1,0 Гц;
- форма модуляции..... синусоидальная.

Минимальная частота импульсов КП:  $FP_{МИН} = F_{ИМП} - FM_{ГЛУБ} = 800 \text{ Гц} - 1 \text{ Гц} = 799 \text{ Гц}$ .

Максимальная частота импульсов КП:  $FP_{МАКС} = F_{ИМП} + FM_{ГЛУБ} = 800 \text{ Гц} + 1 \text{ Гц} = 801 \text{ Гц}$ .

Размах угловой скорости крутильных колебаний ( $AV_{PP}$ ) рассчитывается по формуле:

$$AV_{PP} = F_{ГЕН} \cdot \left( \frac{1}{F_{МИН}} - \frac{1}{F_{МАКС}} \right) \cdot AG_{РАЗР}, \quad (3)$$

$$AV_{PP} = 25 \text{ МГц} \cdot \left( \frac{1}{799 \text{ Гц}} - \frac{1}{801 \text{ Гц}} \right) \cdot 0,00072 \text{ гр} = 0,05625 \text{ гр/оборот},$$

Т.к. вычисления размаха крутильных колебаний проводятся относительно оборота ротора, размерность угловой скорости ( $AV_{PP}$ ) тоже представлена в отношении к обороту ротора. Частоту модуляции ( $FM_{МОД}$ ) необходимо привести к размерности частоты вращения ротора ( $FM_{ОБОР}$ ) с учетом числа меток на КП.

$$FM_{ОБОР} = \frac{FM_{МОД}}{F_{ИМП}} = \frac{12,5 \text{ Гц}}{800 \text{ Гц}} = 0,015625 \text{ обор}^{-1}, \quad (4)$$

Расчет размаха углового перемещения ( $AS_{PP}$ ) из размаха угловой скорости ( $AV_{PP}$ ) для гармонической формы модуляции выполняется по формуле (интегрирование):

$$AS_{PP} = \frac{AV_{PP}}{2\pi \cdot FM_{ОБОР}} = \frac{0,05625 \text{ гр/оборот}}{2\pi \cdot 0,015625 \text{ обор}^{-1}} = 0,5729 \text{ гр}, \quad (5)$$

Для представленных исходных данных размах углового перемещения крутильных колебаний ( $AS_{PP}$ ) составляет 0,5729 градуса. Результаты расчетов подтверждаются экспериментальными данными при работе модуля МК62 с генератором и с испытательным стендом.



### 3.3.2 Структура модуля МК62

Структурная схема модуля МК62 представлена на рисунке 5. В основе модуля МК62 лежит 32-разрядный микропроцессор типа PIC32, содержащий в своем составе:

- 12-разрядный АЦП;
- аппаратные счетчики и регистры захвата по внешнему сигналу;
- последовательные интерфейсы SPI, I2C, USB, UART;
- ОЗУ 512 кБ.

Модуль МК62 поддерживает 4 независимых измерительных канала. Для каждого канала измерения выделяются тахометрические импульсы (с помощью настраиваемого ЦАП компаратора) и мгновенный аналоговый сигнал (фильтры НЧ), предназначенный для определения относительной вибрации контрольной поверхности.

Входная схема выбора импульсов синхронизации определяет, какой из каналов синхронизации использовать в вычислениях крутильных колебаний.

Установленные в модуле МК62 драйверы последовательных интерфейсов позволяют осуществлять обмен по интерфейсам CAN (обмен данными между модулями измерения КК), RS485 (подключение к серверу сбора данных АСКВМ).

На буферы гальванически изолированных токовых выходов могут выдаваться измеряемые параметры (определяется настройкой модуля МК62), пропорциональные току (4-20) мА.

Логические выходы предназначены для формирования сигнала неисправности, сигнализации по уставкам (если уставки потребуются в канале измерения КК).

Результаты измерений отображаются на ЖКИ модуля МК62, выполненного на индикаторе МИ-001.

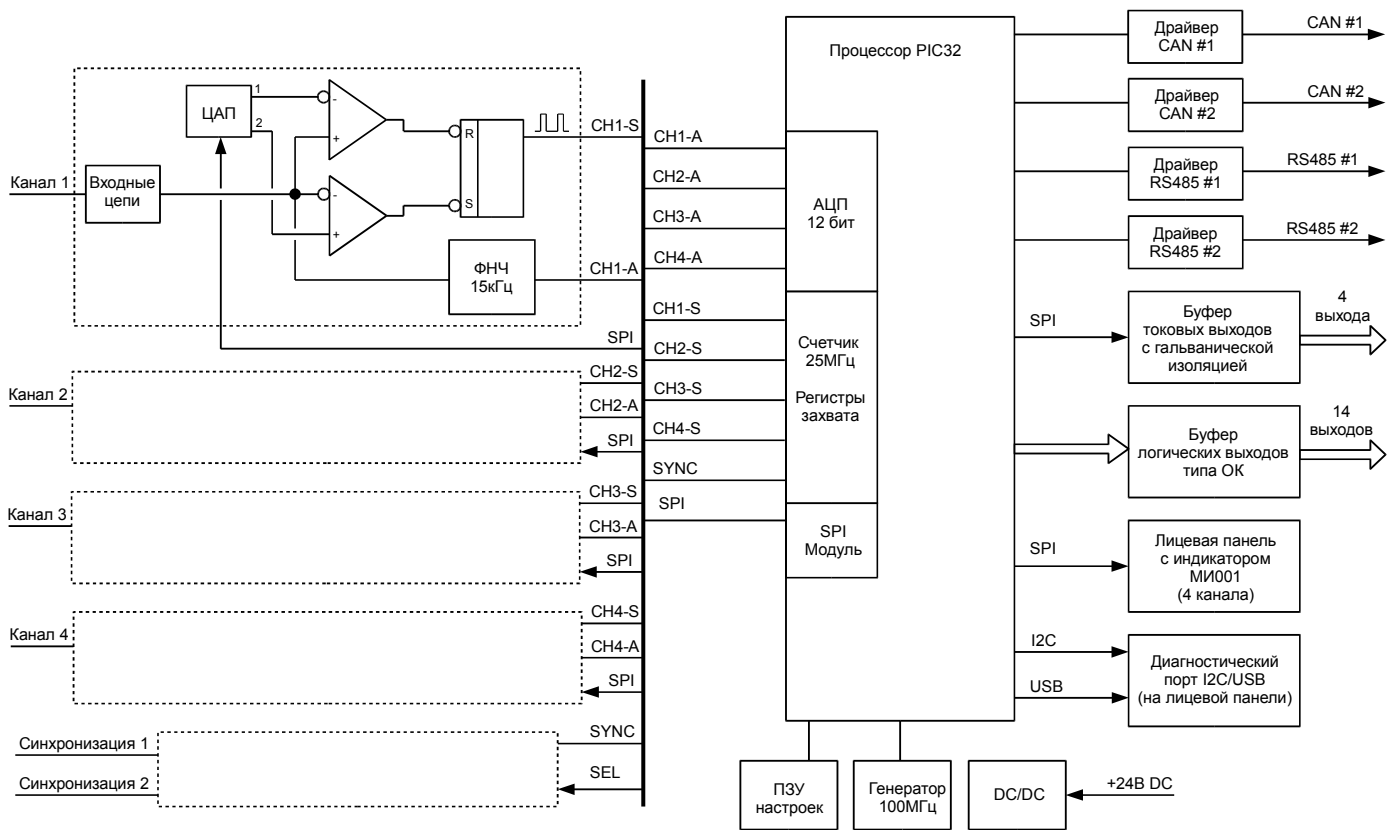


Рисунок 5 - Структурная схема модуля МК62

### 3.4 Системные параметры и контроль состояния модуля МК62

К системным параметрам модуля МК62 относятся:

- идентификационная информация (версия ПО, заводской номер модуля);
- системные параметры;
- системные калибровочные данные;
- данные контроля состояния модуля.

#### 3.4.1 Идентификационные данные

Идентификационные данные (ИД) модуля МК62 разделяются на три группы:

- уникальный идентификатор модуля 'ID';
- программное обеспечение;
- заводской номер год выпуска.

Уникальный идентификатор модуля 'ID' является уникальным кодом микропроцессора, состоящим из восьми байт. Уникальный идентификатор модуля 'ID' не может быть изменен обновлением ПО модуля или любыми другими способами.

Информация о ПО состоит из следующих полей:

- наименование ПО;
- версия ПО;
- дата компиляции ПО (выпуска ПО).

Информация о ПО изменяется при обновлении ПО модуля МК62.

Заводской номер, дата выпуска модуля и дополнительная информация устанавливаются при изготовлении модуля МК62.

ИД доступны по цифровым интерфейсам связи только для чтения. Пример ИД модуля МК62 при считывании в сервисном ПО ModuleConfigurator представлена на рисунке 6.

Описание регистров ИД модуля МК62 представлена в таблицах 27, 28.

Параметр	Значение	Адрес
<b>01. Программное обеспечение</b>		
Описание	Vibrobot 300.Firmware MK62	0x0004
Версия ПО	01010002	0x0000
Дата выпуска ПО	Mar 27 2017	0x0024
<b>02. Заводской номер, год выпуска...</b>		
Заводской номер	0008	0x0104
Дата изготовления. День	20	0x0106
Дата изготовления. Месяц	01	0x0107
Дата изготовления. Год	2017	0x0108
Информация	K3 159-16	0x010A
<b>03. Идентификатор 'ID'</b>		
Шестнадцатеричное значение 'ID 00-03'	2226242B	0x0116
Шестнадцатеричное значение 'ID 04-07'	0C081911	0x011A

Рисунок 6 - Пример просмотра ИД модуля МК62 в ПО ModuleConfigurator

### 3.4.2 Системные настройки модуля

Большинство системных параметров модуля predeterminedены характеристиками аппаратных средств, примененных в модуле МК62, и ПО микропроцессора. Для настройки доступные следующие параметры:

- тайм-ауты управления и блокировки;
- синхронизация измерений;
- режим работы логических входов.

Пример настройки системных параметров модуля МК62 в ПО ModuleConfigurator представлен на рисунке 7.

Тайм-аут блокировки после включения питания, сброса модуля, предназначен для предотвращения ложного формирования активного уровня на логических выходах. Если значение тайм-аута блокировки выходит за установленные пределы, то время блокировки принимается равным 10 сек.

Тайм-аут управления по интерфейсам связи в версии 1.01 ПО модуля МК62 не используется, т. к. логическое управление командами по интерфейсам связи не реализовано.

Подробное описание синхронизации измерений представлено в разделе 3.6.6 на странице 28.

Подробное описание работы логических входов представлено в разделе 3.10.5 на странице 43.

Описание регистров системных параметров модуля МК62 представлено в таблице 19.

Параметр	Значение	Адрес
<b>Тай-ауты управления</b>		
01. Тайм-аут управления по интерфейсам связи от 0 до 20 (0 - выключено), сек	0	0x3000
02. Тайм-аут блокировки после включения питания (сброса) от 5 до 60, сек	8	0x3002
<b>03. Синхронизация измерений, источник синхроимпульсов</b>		
03.0 Базовая частота вращения ротора, Гц	50,000	0x3004
03.1 Канал синхронизации #1 (высший приоритет)	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3008
03.2 Канал синхронизации #2	<input type="checkbox"/>	0x3009
03.3 Канал измерения #1	<input type="checkbox"/>	0x300A
03.4 Канал измерения #2	<input type="checkbox"/>	0x300B
03.5 Канал измерения #3	<input type="checkbox"/>	0x300C
03.6 Канал измерения #4	<input type="checkbox"/>	0x300D
03.7 Применять базовую частоту (низший приоритет)	<input type="checkbox"/>	0x300E
<b>04. Логические входы, режим работы</b>		
04.1 Логический вход #01	1 - Активный 0 (для сигнала с ОК)	0x3010
04.2 Логический вход #02	0 - Выключен	0x3011
04.3 Логический вход #03 (вход синхронизации #01)	0 - Выключен	0x3012
04.4 Логический вход #04 (вход синхронизации #02)	0 - Выключен	0x3013

Рисунок 7 - Пример настройки системных параметров в ПО ModuleConfigurator

### 3.4.3 Системные калибровочные данные

К системным калибровочным данным относятся:

- напряжение источника опорного напряжения (ИОН);
- коэффициенты коррекции измерения напряжения питания, температуры платы модуля.

Изменение системных калибровочных данных возможно только по диагностическому интерфейсу D.Port и USB интерфейсу (в зависимости от варианта исполнения модуля МК62).

Корректировка системных калибровочных данных как правило не требуется, т. к. примененный ИОН имеет высокую стабильность, а измерение температуры и входного напряжения (+24 В) питания модуля носят индикационное назначение.

Если значение ИОН не указано (равно нулю), модуль автоматически присваивает данному параметру значение равное 3,000 В. Коэффициенты принимаются равными 1,000, если их значения не были указаны при настройке модуля.

Описание регистров системных калибровочных данных модуля МК62 представлено в таблице 20.

На рисунке 8 показан пример настройки системных калибровочных данных в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
01. Опорное напряжения АЦП, В	3,0000	0x3100
<b>02. Коэффициенты коррекции измерения</b>		
02.1 Температуры модуля	1,0000	0x3104
02.2 Напряжения питания +24В	1,0000	0x3108

Рисунок 8 - Пример настройки системных калибровочных данных в ПО ModuleConfigurator

### 3.4.4 Контроль состояния модуля

В модуле МК62 предусмотрены регистры, доступные по интерфейсам связи в режиме чтения:

- флагов глобального состояния 'sysGL', ошибок 'sysER', тревог 'sysWR';
- состояния энергонезависимой памяти;
- температуры платы (вблизи микропроцессора), напряжение питания;
- загрузке микропроцессора вычислительными задачами;
- общее состояние измерений;
- синхронизация измерений;
- другие данные.

На рисунке 9 представлен пример отображения загрузки микропроцессора, напряжения питания модуля, температуры модуля в ПО ModuleConfigurator. На указанные параметры могут быть назначены уставки для контроля нормальной работы модуля МК62. В нормальном режиме:

- загрузка микропроцессора не должна превышать 80%;
- напряжение питания не должно выходить за диапазон от 23 до 25 В;
- температура модуля не должна превышать 60 °С.

Описание системных регистров состояния модуля МК62 представлено в таблице 22.

Параметр	Значение	Адрес
01. Загрузка процессора, %	22,07	0x0420
01. Напряжение питания модуля, В	23,74	0x0424
01. Температура модуля, гр.С	33,4	0x0428

Рисунок 9 - Отображение загрузки процессора, температуры и напряжения питания в ПО ModuleConfigurator

Пример отображения состояния глобального регистра 'sysGL' представлен на рисунке 10. Флаги регистра 'sysGL' применяются для организации логики работы уставок, унифицированных выходов, виртуальных каналов и других алгоритмах модуля.

Параметр	Значение	Адрес
01. Шестнадцатеричное значение 'sysGL' (Hex)	000100C4	0x0400
<b>Блокировка логики</b>		
01. По включению питания	<input type="checkbox"/>	0x0400
02. Командой по интерфейсам связи	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
<b>Блокировка каналов измерения</b>		
04. Канал #01	<input type="checkbox"/>	0x0400
05. Канал #02	<input type="checkbox"/>	0x0400
06. Канал #03	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
07. Канал #04	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
<b>Внутренняя логика сигнализации</b>		
08. Порт #01	<input type="checkbox"/>	0x0400
09. Порт #02	<input type="checkbox"/>	0x0400
15. Порт #08	<input type="checkbox"/>	0x0400
<b>Активное состояние логических входов</b>		
16. Логический вход #01	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
17. Логический вход #02	<input type="checkbox"/>	0x0400
18. Логический вход #03 (синхронизация #01)	<input type="checkbox"/>	0x0400
19. Логический вход #04 (синхронизация #02)	<input type="checkbox"/>	0x0400
<b>Обобщенная сигнализация</b>		
13. Предупреждение	<input type="checkbox"/>	0x0400
14. Тревога	<input type="checkbox"/>	0x0400
15. Фатальная ошибка	<input type="checkbox"/>	0x0400

Рисунок 10 - Отображение флагов глобального регистра 'sysGL' в ПО ModuleConfigurator

Флаг 'Фатальная ошибка' является объединяющим флагом по логике 'ИЛИ' регистра ошибок 'sysER'.

Флаг 'Тревога' является объединяющим флагом по логике 'ИЛИ' регистра тревог 'sysWR'.

На рисунке 11 представлен пример состояния энергонезависимой памяти, в которой сохраняются параметры работы и калибровочные данные модуля МК62.

По кодам производителя энергонезависимой памяти можно определить тип микросхемы памяти, ее объем и факт нормальной инициализации (значения кодов должны быть не нулевые).

Если установлена аппаратная защита записи в энергонезависимую память, то команды сохранения параметров не будут приводить к изменениям данных, хранящихся в микросхеме памяти.

Параметр	Значение	Адрес
01.0 Размер страницы памяти 256 байт	<input type="checkbox"/>	0x0410
01.1 Установлена аппаратная защита от записи	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0410
02. Код производителя памяти, 0x00	1F	0x0414
03. Код типа и размера памяти, 0x00	24	0x0415

Рисунок 11 - Отображение состояния энергонезависимой памяти в ПО ModuleConfigurator

Часть параметров измерений предопределены в ПО модуля МК62, которые не могут быть изменены при настройке модуля:

- частота тактового генератора (после делителя).....25 МГц;
- частота дискретизации АЦП при измерении постоянных составляющих.....4 кГц;
- период измерительного цикла.....250 мс.

На рисунке 12 представлен пример основных характеристик измерительного тракта модуля МК62.

Длительность вычислений в мс отображает реально затраченное время микропроцессором за один измерительный цикл (250 мс) для вычисления всех параметров по всем каналам измерения (включая виртуальные) с учетом нагрузки из-за обслуживания обмена данными по цифровым интерфейсам связи. Длительность вычислений может существенно изменяться в зависимости от состояния каналов измерения и объема данных, передаваемых по интерфейсам связи, но не должно превышать 200 мс.

Подробное описание синхронизации измерений представлено в разделе 3.6.6 на странице 28.

Описание регистров состояния параметров измерения модуля МК62 представлено в таблице 21.

Параметр	Значение	Адрес
01. Опорное напряжение АЦП, В	3,0000	0x050C
02. Длительность вычислений, мс	55,54	0x0508
03. Частота тактового генератора, МГц	25,000	0x0514
<b>04. Измерение постоянной составляющей</b>		
04.1 Частота выборок АЦП, Гц	4000,00	0x0500
04.2 Период измерительного цикла, мс	250,0	0x0504
<b>05. Синхронизация измерений</b>		
05.1 Источник синхронизации	2 - Канал синхронизации #2	0x0518
05.2 Принятая частота вращения ротора, Гц	50,000	0x051C
05.3 Принятый угол установки датчика синхронизации, гр	10,0	0x0520
05.4 Коррекция угла установки датчика синхронизации, тактов генератора	13 889	0x052C

Рисунок 12 - Отображение состояния измерений модуля в ПО ModuleConfigurator

### 3.5 Физические каналы измерения

В модуле МК62 реализовано 4 независимых друг от друга канала измерения, предназначенные для вычисления размаха угла крутильных колебаний.

Для включения канала измерения необходимо (рисунок 13):

- разрешить работу;
- настроить параметры работы и калибровочные данные;
- указать конструкционные характеристики контрольной поверхности и угол установки датчика;
- выключить и настроить необходимые алгоритмы компенсаций;
- установить глубину усреднения вычисляемых значений измеряемых параметров.

Параметр	Значение	Адрес
<b>01. Разрешение работы</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3400
<b>02. При неисправности блокировать работу канала измерения</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3401
<b>03. Диапазон измеряемого зазора</b>		
03.1 Нижнее значение, мкм	0	0x3420
03.1 Верхнее значение, мкм	2000	0x3424
<b>04. Конструкционные характеристики</b>		
04.1 Угол установки датчика, гр	0,0	0x3470
04.2 Рабочий зазор от датчика до выступа КП, мкм	1100	0x346C
04.3 Диаметр контрольной поверхности (по выступам), мм	500	0x3468
04.4 Предельная частота обучения алгоритма статической закрутки, об/мин	200	0x3474
<b>05. Усреднение результатов измерения</b>		
05.1 Размах переменного угла закрутки	5 циклов	0x340E
05.2 Статический угол закрутки	Усреднения нет	0x340F
05.3 Зазор от датчика до контрольной поверхности	Усреднения нет	0x340C
05.4 Размах относительного перемещения КП	10 циклов - Максимальное усреднение	0x340D

Рисунок 13 - Настройка основных параметров канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Описание регистров параметров каналов измерения представлено в таблице 30. Для большинства параметров необходима повторная инициализация канала измерения (сброс модуля), чтобы проведенные изменения были приняты.

Для каждого канала измерения предусмотрен регистр флагов состояния *Status* (рисунок 14).

Параметр	Значение	Адрес
<b>01. Флаги состояния канала измерения (Hex)</b>	01D12705	0x0800
<b>02. Значения флагов состояния по битам</b>		
02.00 Канал включен	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
02.01 Запрос на запуск, полученный по интерфейсам связи	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>Неисправность канала измерения</b>		
02.04 Постоянный сигнал датчика ниже допустимого уровня	<input type="checkbox"/>	0x0800
02.05 Постоянный сигнал датчика выше допустимого уровня	<input type="checkbox"/>	0x0800
02.06 Канал измерения неисправен	<input type="checkbox"/>	0x0800
02.07 Тайм-аут запуска, блокировка сигнализации	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>Контроль импульсов</b>		
02.16 Контроль импульсов включен	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
02.17 Уровни переключения установлены значениями по умолчанию	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>Измерение относительного виброперемещения</b>		
02.08 Цифровой фильтр БИХ включен	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
<b>Предупреждения, ошибки</b>		
02.28 Предупреждение. Применяются настройки по умолчанию	<input type="checkbox"/>	0x0800
02.29 Предупреждение. Недопустимые значения параметров, ограниченное функционирование	<input type="checkbox"/>	0x0800
02.30 Ошибка. Недопустимые значения параметров, канал выключен	<input type="checkbox"/>	0x0800
02.31 Ошибка чтения параметров из ПЗУ	<input type="checkbox"/>	0x0800

Рисунок 14 - Отображение флагов состояния (регистр *Status*) канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

По каждому каналу измерения рассчитываются (рисунок 15):

- вспомогательные параметры, необходимые для вычисления основных параметров и выполнения компенсации;
- промежуточные результаты измерений, необходимые для диагностики измерительных каналов;
- основные результаты измерений;
- формируются флаги сигнализации состояния алгоритмов измерения.

Параметр	Значение	Адрес
<b>01.1 Канал включен</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
<b>01.2 Канал измерения неисправен</b>	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>02. Постоянный ток датчика, мА</b>	14,24	0x0810
<b>03. Постоянный зазор, мкм</b>	1280,3	0x0818
<b>04. Частота вращения КП</b>		
<b>04.1 Частота вращения контрольной поверхности, об/мин</b>	2999,8	0x0830
<b>04.2 Частота импульсов от КП, Гц</b>	799,937	0x0838
<b>04.3 Отсутствуют импульсы КП (режим СТОП)</b>	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>04.4 Частота вращения ротора за установленными пределами</b>	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>04.4 Нестабильность частоты вращения ротора, %</b>	0,109	0x083C
<b>04.5 Выполняется контроль неустойчивости частоты вращения ротора</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
<b>04.6 Частота вращения ротора нестабильна (вычисление КК не производится)</b>	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>05. Углы закрутки</b>		
<b>05.1 Вычисление размах переменного угла КК</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
<b>05.2 Размах переменного угла КК, гр</b>	0,561	0x0828
<b>05.3 Вычисление статического угла закрутки</b>	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>05.4 Статический угол закрутки, гр</b>	0,000	0x082C
<b>05.5 Вычисление фазового сдвига первого импульса КП</b>	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>05.6 Фазовый сдвиг первого импульса, гр</b>	0,000	0x0844
<b>06. Относительное виброперемещение перемещение</b>		
<b>06.1 Выполняется расчет относительного виброперемещения</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
<b>06.2 Зазор от датчика до контрольной поверхности, мкм</b>	336	0x081C
<b>06.3 Размах относительного перемещения КП, мкм</b>	120	0x0820
<b>07. Выполняемые компенсации</b>		
<b>07.1 Компенсация продольной вибрации КП (вдоль оси датчика)</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
<b>07.2 Компенсация поперечной вибрации КП (перпендикулярно оси датчика)</b>	<input type="checkbox"/>	0x0800
<b>07.3 Компенсация неточности обработки КП</b>	<input type="checkbox"/>	0x0800

Рисунок 15 - Отображение результатов измерения канала #01 в ПО ModuleConfigurator

Результаты измерений доступны по цифровым интерфейсам связи только для чтения. Описание регистров результатов измерений по физическим каналам представлено в таблице 31.

Усреднение результатов измерений позволяет уменьшить вариации значений, однако с увеличением глубины усреднения уменьшается скорость реакции на изменения физической величины, скорости срабатывания назначенных уставок.

### 3.6 Измерение вспомогательных параметров

Для обеспечения работоспособности модуля МК62, контроля исправности каналов измерения, проведения компенсации неточности обработки КП и виброперемещения КП в модуле МК62 рассчитываются дополнительные параметры:

- напряжение питания модуля;
- температура модуля;
- частота вращения ротора;
- постоянный ток датчика по каналам измерения;
- мгновенный зазор до меток КП;
- постоянный зазор между датчиком и КП;
- размах относительного виброперемещения КП.

#### 3.6.1 Системные параметры

Системные параметры представлены сигналами постоянного напряжения, период измерения равен 250 мс. Частота дискретизации при измерении постоянных сигналов равна 4000 Гц. Измерение проводится с помощью 12-разрядного АЦП интегрированного в микропроцессор. За один цикл измерения (250 мс) усредняется 1000 выборок АЦП, полученных от источников постоянных сигналов.

Источниками постоянного сигнала являются:

- входной буфер канала измерения #01;
- входной буфер канала измерения #02;
- входной буфер канала измерения #03;
- входной буфер канала измерения #04;
- резистивный делитель входа напряжения питания +24 В;
- датчик температуры.

Для каждого из источников сигнала рассчитывается напряжение на входе АЦП с учетом установленного значения ИОН:

$$V_N = \frac{AЦП_N}{4095} \cdot V_{REF}, \quad (6)$$

Где:

- $V_N$  - напряжение на входе N;
- $AЦП_N$  - значение АЦП входа N;
- $V_{REF}$  - напряжение ИОН.

Значения АЦП и вычисленные значения постоянного напряжения по источникам сигнала доступны для считывания по цифровым интерфейсам связи (рисунок 16). Описание регистров представлено в таблице 26.

Параметр	Значение	Адрес
<b>01. В размерности АЦП</b>		
01.1 Канал измерения #01	2188	0x0608
01.2 Канал измерения #02	1999	0x060C
01.3 Канал измерения #03	0000	0x0610
01.4 Канал измерения #04	0000	0x0614
01.5 Напряжение питания модуля	2946	0x0618
01.6 Температура модуля	1134	0x061C
<b>02. Напряжение, мВ</b>		
02.1 Канал измерения #01	1602,93	0x0628
02.2 Канал измерения #02	1464,47	0x062C
02.3 Канал измерения #03	0,00	0x0630
02.4 Канал измерения #04	0,00	0x0634
02.5 Напряжение питания модуля	2158,24	0x0638
02.6 Температура модуля	830,77	0x063C

Рисунок 16 - Отображение результатов измерений постоянных сигналов в ПО ModuleConfigurator

Напряжение питания модуля рассчитывается с учетом номиналов резисторов понижающего делителя, установленных на плате модуля МК62. Температура модуля рассчитывается с учетом коэффициента преобразования датчика температуры (ТС1047), установленного на плату модуля МК62. Подробную информацию смотрите в разделе 3.4.3 на странице 19.



### 3.6.2 Постоянный ток датчика

Входной токовый сигнал должен быть преобразован в напряжение. Для этого во входной цепи каналов измерения предусмотрены точные резисторы, соответствующие диапазону тока сигнала датчика (устанавливается с помощью перемычки):

- диапазон тока 0(4) — 20 мА – резистор 140 Ом;
- диапазон тока 0(1) — 5 мА – резистор 560 Ом.

При работе канала измерения с сигналами напряжения рекомендуется оставлять запас по диапазону полезного сигнала с целью реализации функции – контроль исправности датчика.

На входе каналов измерения предусмотрены самовосстанавливающиеся предохранители и защитные стабилитроны (триаки), предотвращающие повреждение входных цепей модуля импульсными помехами или опасным уровнем напряжения.

Входной сигнал (напряжение) проходит через ФНЧ (фильтр Баттерворта 4-го порядка с частотой среза 15 кГц) и поступает на вход 12-разрядного АЦП, встроенного в микропроцессор. За 1000 выборок значений АЦП по каждому каналу измерения вычисляется среднее значение АЦП, которое используется в дальнейших расчетах тока датчика.

Ток датчика вычисляется по формуле линейного уравнения:

$$I_{DC} = A_I + B_I \cdot \text{АЦП}_N, \quad (7)$$

Где:

$I_{DC}$  – вычисленное значение тока датчика;

$\text{АЦП}_N$  – значение АЦП по каналу измерения;

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

Значение тока датчика  $I_{DC}$  может быть выведено на индикатор, используется в алгоритме контроля исправности канала измерения и для вычисления статического зазора.

Необходимо учитывать, что при вычислении постоянного тока датчика в усредненное значение АЦП попадают выборки, приходящиеся как на выступы так и на углубление в КП.

Коэффициенты  $A_I, B_I$  автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока датчика (20% от  $\text{InElectrRange\_High}$ ,  $\text{InElectrRange\_High}$ ) и сохраненным значениям АЦП ( $\text{InAdcConst\_20}$ ,  $\text{InAdcConst\_100}$ ), соответствующим входному диапазону тока датчика, на котором проведена калибровка.

Если одна из пар калибровочных значений (20% от  $\text{InElectrRange\_High}$ ,  $\text{InElectrRange\_High}$  или  $\text{InAdcConst\_20}$ ,  $\text{InAdcConst\_100}$ ) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты  $A_I, B_I$  не вычисляются и принимаются равными нулю (ток датчика  $I_{DC}$  всегда равен нулю).

Описание регистров, участвующих в вычислении тока датчика, представлено в таблице 29.

На рисунке 17 показан пример калибровочных данных по постоянному току канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
<b>Электрический диапазон тока датчика</b>		
01.1 Нижнее значение, мА	4,00	0x3800
01.2 Верхнее значение, мА	20,00	0x3804
<b>Калибровочные значения АЦП</b>		
02.1 Значение АЦП 20% верхнего значения диапазона	0750	0x380A
02.2 Значение АЦП 100% верхнего значения диапазона	3832	0x3808

Рисунок 17 - Пример калибровочных данных по постоянному току канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

### 3.6.3 Статический зазор

Значение параметра вычисляется из значения измеренного постоянного тока датчика. Вычисление статического зазора необходимо для контроля начальной установки датчика (зазора до КП) и определения уровней переключения входного компаратора, выделяющего логические импульсы от датчика КК.

Вычисление значения статического зазора осуществляется по формуле линейного уравнения:

$$G_{DC} = A_G + B_G \cdot I_{DC}, \quad (8)$$

Где:

$G_{DC}$  – вычисленное значение измеряемого параметра;

$I_{DC}$  – вычисленное значение тока датчика;

$A_G, B_G$  – коэффициенты линейного уравнения для вычисления зазора.

Коэффициенты  $A_G, B_G$  автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока датчика ( $InElectrRange\_Low, InElectrRange\_High$ ) и установленному диапазону зазора по постоянному току ( $InGapRange\_Low, InGapRange\_High$ ).

Если одна из пар значений ( $InElectrRange\_Low, InElectrRange\_High$  или  $InGapRange\_Low, InGapRange\_High$ ) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты  $A_G, B_G$  не вычисляются и принимаются равными нулю (значение зазора  $G_{DC}$  всегда равно нулю).

Коэффициенты  $A_G, B_G$  используются для вычисления размаха относительного виброперемещения КП и динамического зазора между датчиком и КП (зазор при вращении КП).

Описание регистров диапазона зазора по постоянному току представлено в таблице 30.

### 3.6.4 Выделение логических импульсов меток КП (компаратор)

Выделение логических импульсов от меток КП осуществляется с помощью управляемого компаратора, в котором настраиваются уровни переключения (в размерности зазора между датчиком и КП) логического '0' и логической '1'. Логический сигнал после компаратора подается в схему защелкивания значения тактового счетчика по установленному активному фронту.

Для выделения логических импульсов меток КП и измерения КК необходимо настроить следующие параметры:

- число импульсов (меток КП) на один оборот ротора (от 1 до 64);
- активный фронт (от паза к выступу; от выступа к пазу);
- уровень переключения логического '0', логической '1' в мкм (расчет значений ЦАП компаратора выполняется по коэффициентам  $A_G, B_G$ , описанным в разделе 3.6.3);
- граничные частоты вращения ротора.

Пример настройки выделения импульсов представлен на рисунке 18. Графическое изображение выделения логических импульсов из первичного сигнала датчика представлено на рисунке 19.

Параметр	Значение	Адрес
<b>05. Усреднение результатов измерения</b>		
01. Режим - измерение только частоты вращения	<input type="checkbox"/>	0x3407
02. Число импульсов на оборот ротора	16	0x3450
03.1 Активный фронт импульсов	1 - Передний (переход КП от выступа к пазу)	0x3451
03.1 Фаза выборки АЦП для измерения зазора	26	0x3452
04. Минимально измеряемая частота вращения ротора, об/мин	10,0	0x3480
06. Период измерения частоты вращения, мс	100	0x3488
<b>05. Уровни переключения компаратора</b>		
05.1 Уровень переключения в логический 0, мкм	1250	0x3458
05.2 Уровень переключения в логическую 1, мкм	1750	0x345C
<b>06. Предельные частоты измерения</b>		
06.1 Нижняя граница частоты вращения ротора, об/мин	2950	0x3460
06.2 Верхняя граница частоты вращения ротора, об/мин	3050	0x3464
<b>07. Контроль частоты вращения КП</b>		
07.1 Выполнять контроль стабильности частоты вращения КП	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3406
07.2 Максимальная девиация частоты вращения КП, %	1,00	0x3484

Рисунок 18 - Пример настройки выделения импульсов, измерения частоты вращения КП по каналу измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

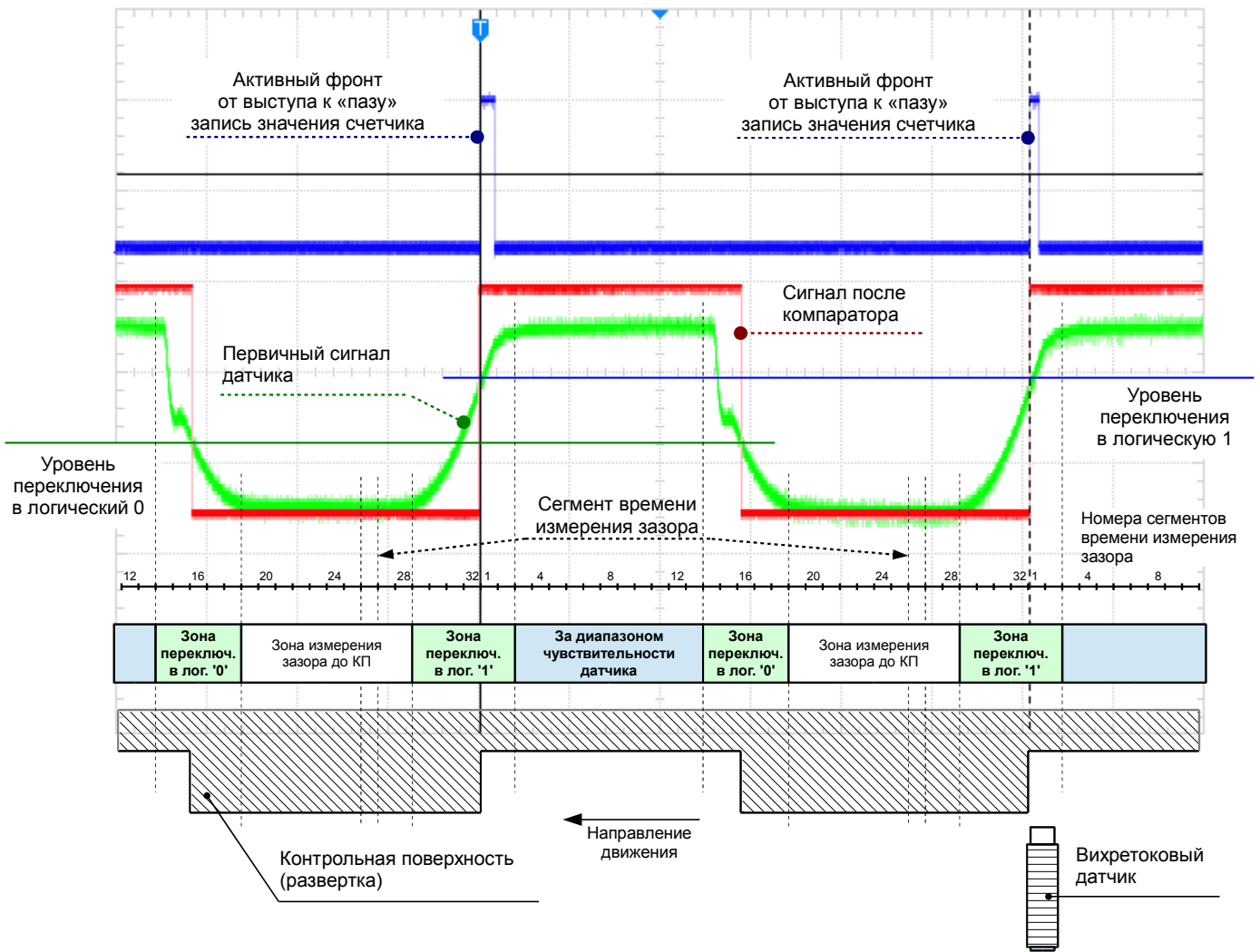


Рисунок 19 - Выделение логических импульсов из первичного сигнала датчика, измерение зазора между датчиком и КП

Во время движения КП относительно датчика, выходной сигнал датчика можно условно разбить на четыре зоны:

- зона, когда расстояние между КП и датчиком находится за диапазоном чувствительности датчика (датчик находится над пазом КП);
- зона переключения в логический '0', когда канал измерения переходит из состояния насыщения в нормальный режим работы (переход от пазы к выступу КП);
- зона измерения зазора до КП, канал измерения в линейном режиме (датчик находится над выступом КП);
- зона переключения в логическую '1', когда канал измерения переходит из линейного режима в состояние насыщения (переход от выступа к пазу КП).

Уровни переключения компаратора необходимо выбирать таким образом, чтобы предотвратить появление ложных логических импульсов в следствии шумов в канале измерения и вибрации КП. Разница между уровнями переключения логической '1' и логического '0' должна составлять не менее 200 мкм (10% диапазона измерения зазора).

Рекомендуется выбирать в качестве активного фронта логического сигнала переход канала измерения из линейного режима в режим насыщения (переход КП от выступа к пазу), т. к. работа канала измерения в данном режиме более повторяема и менее зависима от внешних факторов.

С целью достоверного измерения крутильных колебаний рекомендуется устанавливать узкий диапазон частоты вращения КП, в которой производится измерение КК (как правило - незначительные отклонения от рабочей частоты вращения ротора контролируемого агрегата).

### 3.6.5 Частота вращения КП

Перед вычислением размаха крутильных колебаний вычисляется и контролируется частота вращения КП по полученным логическим импульсам от меток КП. Для измерения частоты вращения КП настраиваются следующие параметры (рисунок 18):

- минимально измеряемая частота вращения ротора, об/мин (от 0,1 до 100);
- период измерения частоты вращения КП, мс (от 100 до 10 000);
- контроль стабильности частоты вращения КП и предельное отклонение от номинальной частоты в %.

Возможна работа физического канала в режиме измерения только частоты вращения ротора.

За установленный период измерения частоты вращения КП усредняются значения периодов между активными фронтами логических импульсов от меток КП. Вычисление частоты вращения КП осуществляется с учетом числа меток КП.

Если частота вращения КП ниже установленной минимально измеряемой частоты, то считается, что отсутствуют логические импульсы от меток КП, формируется соответствующая сигнализация.

Контроль стабильности частоты вращения КП рассчитывается как процент средне-квадратичного отклонения от средней частоты вращения КП за 32 оборота ротора.

При измерении частоты вращения КП вычисляются следующие параметры (рисунок 15):

- частота вращения КП, об/мин;
- частота импульсов от КП, Гц;
- нестабильность частоты вращения КП, %.

Формируются флаги сигнализации, для каждого канала измерения отдельно (рисунок 15):

- отсутствию импульсов от КП (режим СТОП)
- частота вращения КП за установленными пределами;
- выполняется контроль частоты вращения КП;
- частота вращения КП нестабильна (КК не вычисляются).

Результаты вычисления частоты вращения КП и флаги сигнализации влияют на алгоритмы компенсации и вычисление других параметров по каналу измерения.

### 3.6.6 Частота вращения ротора (синхросигнал)

Измерение частоты вращения ротора и синхронизация измерения необходима для следующих алгоритмов:

- определение позиции первой метки КП в последовательности данных
- измерение фазы активного фронта первой метки КП;
- вычисление статического угла закрутки;
- компенсация неточности обработки КП по высоте меток;
- компенсация неточности обработки КП по длине меток.

В качестве источника синхронизации могут быть входы синхронизации или входы физических каналов измерения, настроенных на измерение тахометрических сигналов с одним импульсом на оборот ротора. Источники синхронизации настраиваются в системных параметрах модуля, раздел 3.4.2

Наивысший приоритет имеет вход синхросигнала #01. Если по входу синхронизации отсутствуют импульсы синхронизации, то синхронизация осуществляется по следующему разрешенному источнику синхронизации, если он находится в рабочем состоянии.

В модуле МК62 предусмотрен контроль выбранного источника синхронизации. Данные текущего состояния синхронизации доступны по цифровым интерфейсам связи (рисунок 20)

05. Синхронизация измерений		
05.1 Источник синхронизации	2 - Канал синхронизации #2	0x0518
05.2 Принятая частота вращения ротора, Гц	50,000	0x051C
05.3 Принятый угол установки датчика синхронизации, гр	10,0	0x0520
05.4 Коррекция угла установки датчика синхронизации, тактов генератора	13 889	0x052C

Рисунок 20 - Контроль источника синхронизации в ПО ModuleConfigurator

В алгоритмах синхронизации учитывается угол установки датчика и фазовый сдвиг синхросигнала в следствии перемещения ротора датчика в зоне установки датчика (поступает в модуль МК62 по интерфейсу CAN или RS485).

### 3.6.7 Каналы синхронизации

В модуле МК62 предусмотрено два канала синхронизации. Источником синхросигнала могут быть логические выходы (выход типа ОК) модулей МК65, на которые передаются тахометрические импульсы от датчика частоты вращения ротора.

К параметрам настройки входов синхронизации относятся (рисунок 21):

- разрешение работы входа синхронизации;
- источник сигнала (вход синхронизации, вход одноименного канала измерения);
- полярность активного фронта (передний, задний);
- передача сигнала синхронизации на одноименный логический выход;
- число импульсов на один оборот ротора;
- период измерения, мс (от 100 до 10 000);
- минимальная измеряемая частота, об/мин (от 0,1 до 100);
- угол установки датчика;
- адрес регистра угла коррекции сигнала синхронизации (тип данных Float).

	Канал синхронизации #1	Канал синхронизации #2
01. Разрешить работу	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02. Выбор источника (входа) сигнала	0 - Вход синхронизации	0 - Вход синхронизации
03. Полярность активного фронта	0 - Передний	0 - Передний
04. Передавать синхросигнал на логический выход	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
05. Число импульсов на один оборот ротора	1	1
06. Период измерения, мс	200	150
07. Минимальная измеряемая частота, об/мин	10,0	2,0
08. Угол установки датчика, гр	0,0	10,0
09. Адрес регистра коррекции угла по сигналу синхронизации	1C00	0000

Рисунок 21 - Пример настройки входов синхронизации в ПО ModuleConfigurator

При включении передачи сигнала синхронизации на логический выход, назначена логика сигнализации не оказывает влияния на соответствующий логический выход. Сигнал синхронизации передается на логический выход аппаратными средствами без программной обработки, обеспечивая минимальные задержки.

Для каждого канала синхронизации предусмотрены регистры контроля состояния с результатами измерения частоты вращения ротора, принятого угла компенсации сигнала синхронизации, флагов состояния (рисунок 22).

	Канал синхронизации #1	Канал синхронизации #2
01. Флаги состояния (Hex)	00040003	00040001
01.00 Канал включен	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01.01 Нет импульсов синхронизации	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.16 Импульсы синхронизации со входа канала измерения	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.18 Передавать синхронизацию на логический выход	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02. Частота вращения, Гц	0,000	50,000
03. Частота вращения, об/мин	0,0	3000,0
04. Принятое значение угла коррекции сигнала синхронизации, гр	0,0	0,0
<b>05. Системная информация</b>		
05.1 Период измерения, мс	200	150
05.2 Период измерения, тактов генератора	5 000 000	3 750 000
05.3 Число импульсов на один период измерения	0	8
05.4 Сумма тактов генератора на один период измерения	0	4 000 014
05.5 Адрес (MCU) угла коррекции сигнала синхронизации	00000000	00000000

Рисунок 22 - Контроль состояния входов синхронизации в ПО ModuleConfigurator

### 3.6.8 Относительное виброперемещение КП

Перемещение КП относительно датчика КК вносит ошибку в значение тактового счетчика, сохраняемого по активному фронту логического сигнала. Смещение значения тактового счетчика связано с фактическим смещением фазы переключения компаратора. Перемещение КП вдоль оси датчика, эквивалентно (с некоторым коэффициентом) вращению КП в зонах переключения логических уровней компаратором (рисунок 19).

Периодическое колебание КП будет проявляться в виде ошибочных значений размаха крутильных колебаний. Чем меньше диаметр КП, тем больше влияние относительного виброперемещения КП.

Статическое смещение КП (всплытие) создаст постоянное смещение фазы переключения компаратора, и на размах крутильных колебаний влияние не оказывает.

Для учета относительного виброперемещения КП при вычислении размаха КК необходимо знать фактический зазор между выступом метки КП и датчиком КК.

Т.к. конструкция КП подразумевает наличие периодических выступов и пазов (меток) прямые измерения (накопление выборок за несколько оборотов ротора) невозможны.

В модуле МК62 реализовано два метода измерения расстояния до меток КП (рисунок 19):

- минимальное значение зазора, зафиксированное между активными фронтами логического сигнала;
- определение сегмента (фазы) измерения.

В настройках модуля МК62 предусмотрен параметр «Фаза выборки АЦП для измерения зазора», рисунок 18. Весь интервал времени между активными фронтами логического сигнала (между метками КП) разбит на 32 сегмента. Рекомендуется выбирать сегмент, наиболее близкий к фронту переключения логического уровня, в зоне линейного режима работы канала измерения (зона измерения зазора до КП). На представленном на рисунке 19 примере, значение фазы выборки АЦП для измерения зазора равно 26.

Данные зазора для каждой КП метки синхронизированы со значением тактового счетчика, записанного по активному фронту логического сигнала от меток КП.

Вычисление реального зазора до КП (всплытия) и размаха относительного виброперемещения КП выполняется за 32 оборота КП. При расчете зазора и размаха относительного виброперемещения применяются коэффициенты  $A_6$ ,  $B_6$ , описанные в разделе 3.6.3

В настройках основных параметров канала измерения можно установить глубину усреднения для (рисунок 13) следующих измерений:

- зазор от датчика до КП;
- размах относительного виброперемещения КП.

Вычисление зазора и размаха относительного виброперемещения КП осуществляется только при вращении КП (отсутствие режима СТОП по каналу измерения).

Для стабилизации измерения зазора и относительного виброперемещения КП возможно наложения цифрового фильтра БИХ 2-го (одна секция) или 4-го (две секции) порядка. Настройка фильтров БИХ относится к калибровочным данным работы канала измерения (рисунок 23).

Параметр	Значение	Адрес
<b>01. Цифровой фильтр БИХ</b>		
01.1 Режим работы фильтра	2 - Фильтр 4-го порядка (1, 2 секции)	0x3860
01.2 Фильтр по выборкам АЦП	<input type="checkbox"/>	0x3861
01.3 Масштабирующий коэффициент	2048	0x3862
<b>02. Коэффициенты фильтра секции #1</b>		
A[0]	0,088579	0x3830
A[1]	0,177159	0x3834
A[2]	0,088579	0x3838
B[0] - обычно 1.000	1	0x383C
B[1]	-0,855398	0x3840
B[2]	0,209715	0x3844
<b>03. Коэффициенты фильтра секции #2</b>		
A[0]	0,115258	0x3848
A[1]	0,230516	0x384C
A[2]	0,115258	0x3850
B[0] - обычно 1.000	1	0x3854
B[1]	-1,11303	0x3858
B[2]	0,574062	0x385C

Рисунок 23 - Пример настройки цифрового фильтра БИХ канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Расчет коэффициентов цифрового фильтра БИХ можно выполнить в специализированном ПО ЦОС, например `siif1.exe`. При задании граничных частот среза фильтра НЧ необходимо учитывать, что частоту дискретизации необходимо указывать равную 32 - число оборотов ротора сбора данных, а частоту среза фильтра кратной количеству оборотов ротора, например - 4.

Как правило, наложение фильтра БИХ, не должно оказывать влияния на компенсационные алгоритмы неточности обработки КП и вибрации КП (флаг «Фильтр по выборкам АЦП» должен быть снят).

Работа фильтра по выборкам АЦП выполняется в целочисленной математике, поэтому требуется указание масштабирующего коэффициента.

### 3.6.9 Компенсация неточности обработки меток КП по высоте

В следствии неточности обработки КП по высоте меток могут проявляться следующие ошибки:

- недостоверное вычисление размаха относительного виброперемещения КП (наличие постоянной величины, даже при отсутствии вибрации);
- недостоверная компенсация относительной вибрации КП в продольной и поперечной плоскостях.

Компенсация неточности обработки меток КП по высоте выполняется только при наличии синхросигнала, определения первой метки в последовательности данных.

Для включения компенсации неточности обработки меток КП по высоте необходимо выбрать режим работы алгоритма в настройках канала измерения (рисунок 24):

- Режим 1: Зазор до датчика;
- Режим 2: Высота метки КП.

Параметр	Значение	Адрес
<b>01. Компенсация неточности обработки контрольной поверхности</b>		
01.1 Компенсация неточности длины меток КП	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3402
01.2 Компенсация неточности высоты меток КП	Режим 1: Зазор до датчика	0x3405

Рисунок 24 - Пример настройки параметров компенсации неточности обработки КП канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Заполнить механические данные каждой метки КП (рисунок 25). Первая меткой считается метка, расположенная следом за синхрометкой (фазовой меткой) по направлению вращения ротора.

	Длина, мкм	Высота, мкм
Метка 1	39 291	625
Метка 2	39 270	612
Метка 3	39 224	604
Метка 4	39 298	613
Метка 5	39 318	600
Метка 6	39 264	583
Метка 7	39 323	593
Метка 8	39 247	587
Метка 9	39 270	590
Метка 10	39 329	591
Метка 11	39 280	557
Метка 12	39 276	546
Метка 13	39 238	542
Метка 14	39 223	550
Метка 15	39 315	566
Метка 16	39 157	579

Рисунок 25 - Пример настройки механических характеристик КП канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Компенсация неточности обработки КП по высоте меток проводится в следующей последовательности:

- 1) Вычисляется фактический зазор между датчиком и каждой меткой КП.
- 2) Вычисляется отклонение от среднего значения введенных данных зазора/высоты меток КП.
- 3) Значение отклонений добавляются (вычитаются) к фактическому зазору по каждой метки КП с учетом определения первой метки в выборке данных.

В модуле МК62 предусмотрено измерение фактических расстояний до меток КП (рисунок 29) и команда автоматического копирования результатов измерений в регистры настройки механической характеристики КП.

### 3.7 Измерение крутильных колебаний

Измерение размаха крутильных колебаний (размаха углового перемещения при крутильных колебаниях) производится при выполнении следующих условий:

- работа канала измерения не заблокирована по детектированию неисправности;
- частота вращения КП находится в установленных пределах;
- частота вращения КП стабильна (если включен контроль стабильности ЧВ).

Вычисление размаха КК проводится с помощью спектральных методов ЦОС, после всех компенсационных алгоритмов, в следующей последовательности:

- 1) Интегрирование выборки угловой скорости до углового перемещения.
- 2) Наложение на выборку углового перемещения окна Хемминга.
- 3) Прямое дискретное БПФ 9-го порядка (512 выборок), получение спектра размаха КК.
- 4) Коррекция АЧХ (если включена в настройках канала измерения).
- 5) Ограничение спектра размаха КК.
- 6) Обратное дискретное БПФ 8-го порядка, восстановление сигнала - углового перемещения.
- 7) Определение размаха углового перемещения в размерности счетных импульсов тактового генератора.
- 8) Расчет размаха углового перемещения в градусах, усреднение результата.

В модуле МК62 предусмотрены флаги вычисления размаха КК в регистре *Status* состояния канала измерения.

На рисунке 26 показан пример отображения углов закрутки канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator.

05. Углы закрутки		
05.1 Вычисление размах переменного угла КК	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
05.2 Размах переменного угла КК, гр	0,194	0x0828
05.3 Вычисление статического угла закрутки	<input type="checkbox"/>	0x0800
05.4 Статический угол закрутки, гр	0,000	0x082C
05.5 Вычисление фазового сдвига первого импульса КП	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
05.6 Фазовый сдвиг первого импульса, гр	9,216	0x0844

Рисунок 26 - Пример отображения углов закрутки канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

#### 3.7.1 Настройка измерения крутильных колебаний

Параметры измерения размаха крутильных колебаний относятся к калибровочным данным и состоят из следующих групп настроек (рисунок ):

- параметры интегратора;
- спектр крутильных колебаний;
- коррекция АЧХ спектра крутильных колебаний.

На рисунке 27 показан пример настройки измерения крутильных колебаний канала измерения #02 в ПО ModuleConfigurator.

Параметр	Значение	Адрес
<b>01. Параметры интегратора</b>		
01.1 Коэффициент затухания сигнала интегратора, %	0,25	0x3910
01.2 Минимальное значение полезного сигнала	2	0x3914
01.3 Минимальный уровень сигнала для адаптивного режима (0 - выключен)	0	0x3916
<b>02. Спектр крутильных колебаний</b>		
02.1 Коэффициент коррекции амплитуды спектральных линий	1	0x391C
02.2 Номер первой спектральной линии при вычислении КК	4	0x3970
02.3 Номер последней спектральной линии при вычислении КК	127	0x3971
<b>03. Коррекция АЧХ спектра крутильных колебаний</b>		
03.1 Проводить коррекцию АЧХ	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3920
03.2 Первая запись в таблице коррекции АЧХ (от 1 до 32)	1	0x3921
03.3 Последняя запись в таблице коррекции АЧХ (от 1 до 32)	5	0x3922
03.4 Номер записи базового значения (от 1 до 32)	2	0x3923

Рисунок 27 - Пример настройки измерения крутильных колебаний канала измерения #02 в ПО ModuleConfigurator



При настройке ограничения спектра КК необходимо учитывать, что прямое БПФ 9-го порядка, размер выборки 512 значений. Для сигнала от КП с числом меток 16 результирующие спектральное разращение будет равно  $16/512 = 1/32$ . Таким образом при вычислении размаха КК будут учитываться данные за 32 оборота ротора (при числе меток 16 на КП).

Частотный диапазон вычисления размаха КК определяется номерами нижней и верхней спектральной линии, которые будут использоваться для восстановления сигнала углового перемещения. Спектральным линиям за пределами установленного спектрального диапазона будет присвоено значение ноль. Внести изменение в результат размаха КК можно изменением «Коэффициента коррекции амплитуды спектральных линий», по умолчанию равным 1.

Для настройки интегратора необходимо указать следующие параметры:

- `IntegratorDampingFactor` – Коэффициент подавления сигнала интегрирования, позволяющий стабилизировать алгоритм интегратора, однако большие значения коэффициента подавляют НЧ составляющие сигнала;
- `IntegratorNoise` – Допустимый уровень шума относительно постоянной составляющей в размерности тактов генератора;
- `IntegratorAdaptiveMin` – Разрешение работы адаптивного алгоритма интегрирования (уровень включения в тактах генератора), который предварительно обнаруживает выборку в исходном сигнале, соответствующую нулевому значению сигнала после интегратора.

Неправильная настройка интегратора может приводить к появлению нелинейных искажения, НЧ шума, уменьшению динамического диапазона измерений размаха КК.

### 3.7.2 Коррекция АЧХ

Коррекция амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) необходима в связи наложением окна Хемминга на первичную и ограничения частоты дискретизации для высокочастотных КК, искажающие результирующий спектр .

Коррекция АЧХ производится на основании экспериментальных данных фактической АЧХ канала измерения. Необходимо:

- снять АЧХ в виде пары значений: номер спектральной линии (частота); амплитуда;
- заполнить таблицу АЧХ (до 32 точек);
- указать в настройках канала измерения диапазон данных фактической АЧХ в таблице (рисунок );
- указать точку, соответствующую базовой частоте;
- разрешить работу алгоритма коррекции АЧХ.

Модуль контроля автоматически рассчитывает коэффициенты коррекции для каждой спектральной линии и приведет уровни спектральных линий к базовой частоте. Для каждого канала измерения может быть настроена собственная коррекция АЧХ.

На рисунке 28 показан пример заполнения таблицы коррекции АЧХ в ПО ModuleConfigurator

	Частота	Амплитуда
Запись 01	16	0,21
Запись 02	32	0,2
Запись 03	64	0,18
Запись 04	96	0,16
Запись 05	120	0,14
Запись 06	0	0
Запись 07	0	0
Запись 08	0	0
Запись 09	0	0

Рисунок 28 - Пример заполнения таблицы коррекции АЧХ в ПО ModuleConfigurator

Таблица 14 - Пример данных фактической АЧХ (частота вращения КП - 50Гц, число меток КП - 16)

№ записи	1	2	3	4	5
Частота, Гц	25,0	50,0	100,0	150,0	187,5
Оборотная составляющая	16	32	64	96	120
Размах КК	0,210	0,200	0,180	0,160	0,140
Коррекция	0,952	1,000	1,111	1,250	1,429

Между каждой парой точек рассчитывается линейное уравнение, которое применяется для коррекции амплитуды соответствующих спектральных линий.

### 3.7.3 Компенсация неточности обработки КП по длине меток

Неточность обработки КП по длине меток может вызывать ложную девиацию размаха угловой скорости, повторяющуюся каждый оборот КП и синхронно с первой (условно) меткой КП.

Компенсация неточности обработки КП по длине меток проводится после расчета размаха мгновенных угловых скоростей, и до вычисления частоты вращения КП, контроля стабильности частоты вращения КП.

Компенсация неточности обработки меток КП по длине должна быть включена в настройках модуля (рисунок 24), и выполняется только при наличии синхросигнала, определения первой метки в последовательности данных.

В ПО модуля МК62 предусмотрен расчет длины меток КП в мкм (расстояние между активными фронтами по логическому сигналу) с учетом: диаметра КП, частоты вращения КП, частоты тактового генератора (рисунок 29).

	Длина, мкм	Высота, мкм
Метка 1	98 199	385
Метка 2	98 199	383
Метка 3	98 186	387
Метка 4	98 164	386
Метка 5	98 152	384
Метка 6	98 152	391
Метка 7	98 168	385
Метка 8	98 186	385
Метка 9	98 202	386
Метка 10	98 199	385
Метка 11	98 186	387
Метка 12	98 164	384
Метка 13	98 152	383
Метка 14	98 152	382
Метка 15	98 168	387
Метка 16	98 186	382

Рисунок 29 - Пример отображения результатов измерения длины, высоты меток КП канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Компенсация неточности обработки КП по высоте меток проводится в следующей последовательности:

- 1) Вычисляется отклонение от среднего значения введенных данных длины меток КП.
- 2) Значение относительного отклонения умножаются на угловую скорость каждой метки КП с учетом определения первой метки в выборке данных.

В модуле МК62 предусмотрен контроль работы алгоритма компенсации неточности обработки КП по длине меток с расчетом СКЗ отклонения от средней длины до и после компенсации (рисунок 30)

	01. Канал #1	02. Канал #2	03. Канал #3	04. Канал #4
01.1 Компенсация неточности обработки КП (активное состояние)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.2 Параметры компенсации неточности обработки КП корректны	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02.0 Частота вращения контрольной поверхности, об/мин	3000,1	375,0	0,0	0,0
<b>03. Характеристика КП до компенсации</b>				
03.1 Средняя длина метки КП, мкм	98 174	0	0	0
03.2 Увеличение от среднего (пик), мкм	308	0	0	0
03.2 Уменьшение от среднего (пик), мкм	148	0	0	0
03.2 СКЗ отклонения от среднего, мкм	112,707	0,000	0,000	0,000
<b>04. Характеристика КП после компенсации</b>				
04.1 Средняя длина метки КП, мкм	98 177	0	0	0
04.2 Увеличение от среднего (пик), мкм	28	0	0	0
04.2 Уменьшение от среднего (пик), мкм	28	0	0	0
04.2 СКЗ отклонения от среднего, мкм	18,586	0,000	0,000	0,000

Рисунок 30 - Пример отображения отчета работы алгоритма компенсации неточности обработки КП по длине меток канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Модуль МК62 поддерживает команду автоматического копирования результатов измерений в регистры настройки механической характеристики КП (рисунок 25).

### 3.7.4 Компенсация относительного виброперемещения КП вдоль оси датчика

Относительное перемещение КП вдоль оси датчика вызывает смещение точки компарирования активного фронта сигнала, что проявляется в смещении значения тактового счетчика, фиксируемого по активному фронту метки КП.

На рисунке 31 представлена передаточная характеристики вихретокового датчика ДВТ10 с преобразователем ИПЗ4 при переходе из режима насыщения (паз в контрольной поверхности) в нормальный режим работы (выступ на контрольной поверхности) для разных начальных расстояниях до выступа контрольной поверхности (1,0 мм; 1,5 мм; 2,0 мм).

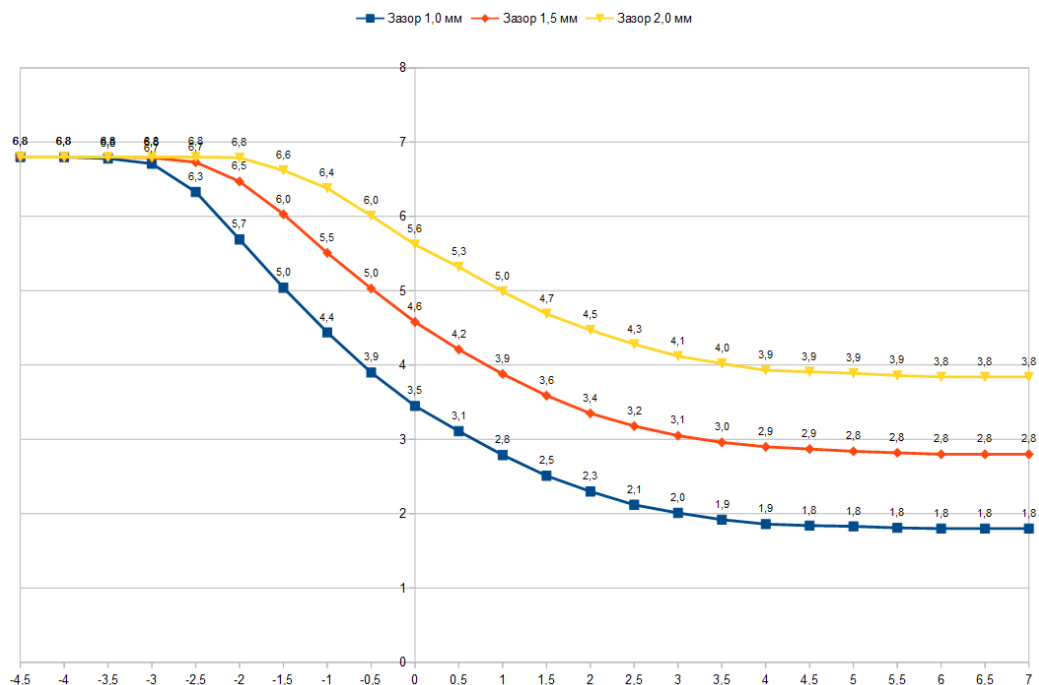


Рисунок 31 - Передаточная характеристики вихретокового датчика ДВТ10 с преобразователем ИПЗ4

По оси X рисунка 31 указано расстояние между осью датчика ДВТ10 и ребром контрольной поверхности в мм. По оси Y - выходной ток преобразователя ИПЗ4 в мА. Движение по графику слева направо соответствует движению датчика от углубления к выступу контрольной поверхности. Позиция 0 на оси X соответствует совмещению оси датчика и ребра контрольной поверхности.

Передаточная характеристика повторения контрольной поверхности в виде электрического сигнала зависит от начального зазора от датчика ДВТ10 до КП, которая вносит погрешность в точность компарирования ребра контрольной поверхности, в том числе в результате относительного виброперемещения КП.

В модуле МК62 предусмотрена компенсация относительного виброперемещения КП в вдоль оси датчика (продольной вибрации) по первичным значениям тактового счетчика (рекомендуется) и по значением угловой скорости, что определяется настройкой модуля (рисунок 32). Алгоритм компенсации относительного виброперемещения КП в вдоль оси датчика не требует наличия импульсов синхронизации, т.к. значения зазоров по меткам КП синхронизировано со значениями тактового счетчика.

03. Компенсация продольной вибрации		
03.1 Компенсация включена	1 - Значение тактового счетчика	0x3504
03.2 Значение постоянного зазора от датчика до КП	1 - Вычисленный	0x3508
03.3 Коэффициент влияния по приближению КП	-3,500	0x3578
03.4 Коэффициент влияния по удалению КП	-3,500	0x357C

Рисунок 32 - Пример настройки компенсации продольной вибрации канала измерения #02 в ПО ModuleConfigurator

Компенсация проводится относительно рабочего положения датчика, указанного в настройках модуля или вычисленного зазора (рекомендуется) для каждой метки КП. Для положительного и отрицательного отклонений от рабочего положения предусмотрены разные коэффициенты влияния. Расчет значения компенсации в тактах генератора ( $C_{ТАКТ}$ ) выполняется по формуле:

$$C_{ТАКТ} = K_{ВЛ} \cdot (G_N - G_{РАБ}) \cdot \frac{F_{ГЕН}}{F_{РАБ} \cdot D_{КП}}, \quad (9)$$

где:

- $K_{ВЛ}$  – коэффициент влияния, указываемый в настройках канала измерения;
- $G_N$  – зазор между датчиком и меткой N КП;
- $G_{РАБ}$  – рабочий зазор между датчиком КП;
- $F_{ГЕН}$  – частота тактового генератора;
- $F_{РАБ}$  – частота вращения КП;
- $D_{КП}$  – диаметр КП, указанный в настройках канала измерения.

Значение коэффициента влияния ( $K_{ВЛ}$ ) выбирается алгоритмом компенсации в зависимости от знака выражения ( $G_N - G_{РАБ}$ ), при положительном значении применяется коэффициент влияния по удалению КП.

Неправильная настройка коэффициентов влияния алгоритма компенсации по продольной вибрации КП может приводить к нелинейным искажениям исходного сигнала, появления ложных значений размаха КК.

### 3.7.5 Компенсация относительного виброперемещения КП перпендикулярно оси датчика

Виброперемещение КП в перпендикулярной оси датчика оказывает непосредственное влияние на результаты измерения размаха КК. Для компенсации перпендикулярного виброперемещения требуется наличие комплементарного датчика измерения зазора до КП. Пример размещения датчиков КК во взаимно перпендикулярной ориентации представлен на рисунке 33, влияние относительного виброперемещения в таблице 15.

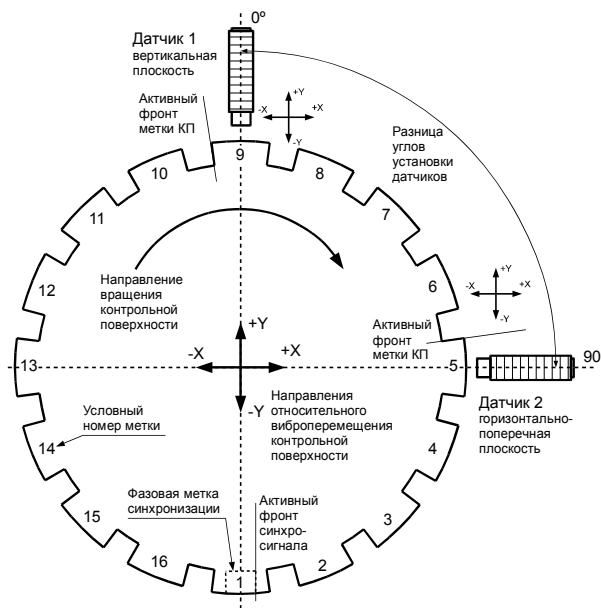


Рисунок 33 - Пример размещения датчиков КК во взаимно перпендикулярных плоскостях

Таблица 15 - Взаимное влияние датчиков при компенсации относительного виброперемещения КП к рисунку 33

Номер датчика	Угол установки, гр	Плоскость	Направление продольной вибрации	Направление поперечной вибрации	Комплементарный канал (датчик)
1	0	Вертикальная	Y	X	2
2	90	Горизонтально-поперечная	X	Y	1

В настройках канала измерения необходимо выбрать комплементарный канал, и в случае необходимости включить обратное влияние компенсации, что может потребоваться из-за особенностей размещения датчика комплементарного канала.

На рисунке 34 показан пример настройки компенсации поперечной вибрации канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator.

01. Компенсация поперечной вибрации		
02.1 Компенсация поперечной вибрации КП, комплементарный канал	2 - Канал измерения #2	0x3403
02.2 Инверсия влияния компенсации поперечной вибрации КП	<input type="checkbox"/>	0x3409

Рисунок 34 - Пример настройки компенсации поперечной вибрации канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Компенсация выполняется для каждой метки КП с учетом разницы углов установки датчиков. Разница между углами установки датчиков не должна быть меньше 45° (абсолютное значение). Расчет коррекции значения угловой скорости  $L_{ТАКТ}$  (в тактах генератора) выполняется по формуле:

$$L_{ТАКТ} = \frac{Gk_N - Gk_{РАБ}}{\sin(R_{УСТ} - Rk_{УСТ})} \cdot \frac{F_{ГЕН}}{F_{РАБ} \cdot D_{КП}}, \tag{10}$$

где:

- $R_{УСТ}$  – угол установки датчика, указанный в настройках канала измерения;
- $Rk_{УСТ}$  – угол установки датчика комплементарного канала, указанный в настройках канала измерения;
- $Gk_N$  – зазор между датчиком и меткой N КП комплементарного канала;
- $Gk_{РАБ}$  – рабочий зазор между датчиком КП комплементарного канала;
- $F_{ГЕН}$  – частота тактового генератора;
- $F_{РАБ}$  – частота вращения КП;
- $D_{КП}$  – диаметр КП, указанный в настройках канала измерения.

Алгоритм компенсации относительного виброперемещения КП в поперечной плоскости может работать при отсутствии импульсов синхронизации.

Факт действия компенсационных алгоритмов сигнализируется флагами в регистре Status состояния каналов измерения (рисунок 15).

### 3.7.6 Виртуальные каналы измерения

Для оценки механической нагрузки на элементы конструкции контролируемого агрегата (например, ротора) в модуле МК62 предусмотрены виртуальные каналы, позволяющие вычислить результирующий спектр и размах крутильных колебаний, относящиеся к данному узлу.

Например, каналы измерения модуля МК62 распределены следующим образом, для ротора опирающегося на два подшипника в многоопорном агрегате:

- 1) Датчик КК в вертикальной плоскости со стороны переднего подшипника ротора.
- 2) Датчик КК в горизонтально-поперечной плоскости со стороны переднего подшипника ротора.
- 3) Датчик КК в вертикальной плоскости со стороны заднего подшипника ротора.
- 4) Датчик КК в горизонтально-поперечной плоскости со стороны заднего подшипника ротора.

Каналы измерения 1, 2 и 3, 4 попарно комплементарны, для компенсации относительной вибрации КП перпендикулярно осям датчиков. Каналы 1, 3 и 2, 4 могут быть объединены в виртуальные каналы для вычисления размаха крутильных колебаний ротора в вертикальной и горизонтально-поперечных плоскостях. Пример настройки модуля МК62 представлен на рисунке 35. Частотный диапазон вычисления размаха КК для виртуальных каналов с 4 по 127 спектральную линию.

	Вирт. канал #01	Вирт. канал #02
01. Режим работы	2 - Вычитание арг. 2 из 1	2 - Вычитание арг. 2 из 1
02.1 Аргумент 1 (канал измерения)	1 - Спектр канала #01	2 - Спектр канала #02
02.2 Аргумент 2 (канал измерения)	3 - Спектр канала #03	4 - Спектр канала #04
03. Усреднение переменного угла КК	4 цикла	4 цикла
04. Блокировка работы. Маска, логика 'ИЛИ'	04.CHER 01; 06.CHER 03;	05.CHER 02; 07.CHER 04;
05. Коэффициент коррекции амплитуды спектральных линий	1	1

Рисунок 35 - Пример настройки виртуальных каналов в ПО ModuleConfigurator

Состояние виртуальных каналов и результаты вычисления размаха КК доступно по цифровым интерфейсам связи, на ЖКИ индикаторе модуля МК62 не отображаются. Изменение размаха крутильных колебаний узла с течением времени эксплуатации агрегата, на сравнимых режимах работы, может свидетельствовать о изменении жесткости (усталости), механических дефектах узла.

### 3.8 Измерение статической закрутки

В модуле МК62 предусмотрено вычисление статической закрутки контрольной поверхности относительно фазовой метки (сигнала синхронизации). По статическому углу закрутки можно проводить оценку силы скручивания, действующей на валопровод. Изменение статического угла закрутки с течением времени эксплуатации агрегата, на сравнимых режимах работы, может свидетельствовать о изменении механических характеристиках валопровода.

Алгоритм вычисления угла статической закрутки:

- 1) Вычисление фазового угла между активным фронтом синхросигнала и активным фронтом первой метки КП.
- 2) Сохранение значения фазового угла для частот вращения КП ниже установленной.
- 3) Вычитание из сохраненного значения фазового угла текущее значение.

На рисунке 13 показан отображения результатов углов закрутки канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator.

05. Углы закрутки		
05.1 Вычисление размах переменного угла КК	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
05.2 Размах переменного угла КК, гр	0,109	0x0828
05.3 Вычисление статического угла закрутки	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
05.4 Статический угол закрутки, гр	1,239	0x082C
05.5 Вычисление фазового сдвига первого импульса КП	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
05.6 Фазовый сдвиг первого импульса, гр	1,336	0x0844

Рисунок 36 - Пример отображения результатов углов закрутки канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Флаги состояния алгоритма вычисления углов статической закрутки доступны по цифровым интерфейсам связи, на ЖКИ индикатор модуля МК62 не выводятся.

#### 3.8.1 Настройка измерений статической закрутки

Измерение фазового угла между активными фронтами синхросигнала и первой меткой КП проводится при наличии логических импульсов по каналу синхронизации и каналу измерения крутильных колебаний, ограничение диапазона рабочих частот вращения КП на вычисление фазового угла не распространяются.

К настройкам статического угла закрутки относится параметр «Предельная частота обучения алгоритма статической закрутки, об/мин». В алгоритме статической закрутки используется частота вращения ротора, вычисляемая по каналу синхронизации.

Рекомендуется устанавливать значения предельной частоты обучения на (2-5) % ниже рабочей частоты вращения ротора контролируемого агрегата.

Диапазон измерения фазового угла первой метки КП ограничивается числом меток КП, который можно вычислить по формуле  $\pm 360/2N$ , где N - число меток КП.

По каждому каналу измерения доступны сервисные данные работы алгоритма статической закрутки (рисунок 37), и других алгоритмов модуля.

Параметр	Значение	Адрес
<b>07. Выполняемые компенсации</b>		
08.1 Размах переменного угла закрутки, импульсы	151,38	0x0840
08.2 Частота следования импульсов контрольной поверхности, Гц	800,034	0x0838
08.3 Ошибка коэффициентов цифрового фильтра БИХ, %	0,2	0x0C80
08.4 Сохранено значение фазового сдвига первого импульса КП	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
08.5 Сохраненное значение фазового сдвига первого импульса КП, гр	0,000	0x0C8C
<b>09. Измерение частоты вращения</b>		
09.1 Период измерения, мс	100	0x0CCC
09.2 Период измерения, тактов генератора	2 500 000	0x0CC8
09.3 Число импульсов на один период измерения	81	0x0CCE
09.4 Сумма тактов генератора на один период измерения	2 531 141	0x0CE0
<b>10. Измерение перемещения КП</b>		
10.1 Зазор до КП без компенсации, АЦП	651	0x0CE4
10.2 Размах перемещения КП без компенсации, АЦП	5	0x0CE6
10.3 Фаза выборки АЦП (0 до 31)	26	0x0C17
10.4 Делитель частоты дискретизации АЦП (100 кГц)	3	0x0CE8

Рисунок 37 - Пример отображения сервисных данных канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Модуль МК62 поддерживает компенсация относительного смещения датчика синхросигнала, принимая угол компенсации по интерфейсу CAN от модуля, к которому подключен канал измерения синхронизации (фазовая метка).

### 3.9 Унифицированные токовые выходы

В модуле МК62 предусмотрено 4 назначаемые унифицированных выхода с гальванической изоляцией. Все унифицированные выходы имеют индивидуальные параметры настройки, работают независимо друг от друга.

Поддерживается два электрических режима работы унифицированных выходов (определяется переключком на плате):

- пассивный регулятор;
- источник тока.

Уровень сигнала на унифицированном выходе пропорционален значению измеряемого параметра. Диапазон тока унифицированного выхода, соответствующий диапазону измеряемого параметра, может быть выбран при настройке модуля. Каждый унифицированный выход может быть настроен на контроль за одним из параметров модуля МК62, представленном в формате Float(4).

Установка тока на унифицированном выходе осуществляется с помощью 12-разрядного ЦАП. В модуле МК62 предусмотрен защитный стабилитрон (напряжение пробоя 27 В) и самовосстанавливающийся предохранитель 200 мА для защиты цепей унифицированного выхода.

Значение ЦАП унифицированного выхода рассчитывается по формуле линейного уравнения:

$$ЦАП_{OUT} = A_0 + B_0 \cdot D_{Param},$$

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 ( $CurrentMin, CurrentMax$ ), диапазона параметра выводимого на унифицированный выход ( $ParameterMin, ParameterMax$ ) и сохраненным значениям ЦАП ( $DAC\_Max\_100p, DAC\_Min\_20p$ ), соответствующим диапазону тока унифицированного выхода, на котором проведена калибровка (20% от  $CurrentMax, CurrentMax$ ).

При неисправности канала измерения значение тока унифицированного выхода может быть установлено в  $ErrorCurrent$ . Маска неисправностей ( $ErrorMask$ ) согласно таблицам результатов измерения, битовая последовательность соответствует регистру  $Global$  состояния модуля.

Если одна из пар калибровочных значений ( $20\% \text{ от } CurrentMax - CurrentMax$  или  $ParameterMin - ParameterMax, DAC\_Max\_100p - DAC\_Min\_20p$ ) 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).

Для проведения калибровки токового выхода предусмотрены регистры прямого управления ЦАП ( $DAC\_Direct$ ) для каждого канала индивидуально. В нормальной работе каналов измерения не участвуют и автоматически сбрасываются в 0, если значение регистра не изменялось в течении 150 секунд.

Связь унифицированного выхода с измеряемым параметром осуществляется настройкой адреса параметра  $DataAddress$  по таблице адресов регистров для интерфейсов связи. Тип параметра для унифицированного выхода должен быть  $Float$ .

На рисунке 38 показан пример настройки унифицированных токовых выходов в ПО  $ModuleConfigurator$ .

	Выход #01	Выход #02	Выход #03	Выход #04
01. Разрешение работы	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Выводимый параметр</b>				
02.1 Адрес параметра (Hex)	0828	0928	0A28	0B28
02.2 Нижнее значение диапазона	0	0	0	0
02.3 Верхнее значение диапазона	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>Условие неисправности</b>				
03.1 Значение тока неисправности, мА	2,0	2,0	2,0	2,0
03.2 Признак неисправности. Маска, логика 'ИЛИ'	04.CHER 01;	05.CHER 02;	06.CHER 03;	07.CHER 04;

Рисунок 38 - Пример настройки унифицированных токовых выходов в ПО  $ModuleConfigurator$

На рисунке 13 показан пример калибровки унифицированного токового выхода #02 в ПО  $ModuleConfigurator$ .

Канал #02	
02.1 Диапазон тока. Нижнее значение, мА	4
02.2 Диапазон тока. Верхнее значение, мА	20
02.3 Значение ЦАП. 20% верхнего значения диапазона	0800
02.4 Значение ЦАП. 10% верхнего значения диапазона	4000
Прямое управление ЦАП	0000

Рисунок 39 - Пример калибровки унифицированного токового выхода #02 в ПО  $ModuleConfigurator$

### 3.10 Логическая сигнализация

Модуль контроля МК62 имеет возможность формировать логические сигналы предупредительной сигнализации и аварийного отключения агрегата. Для контроля за параметрами в модуле реализованы функции уставок по уровню измеряемого параметра, контроль исправности каналов измерения и входы логических сигналов.

#### 3.10.1 Контроль исправности канала измерения

Контроль исправности канала измерения осуществляется по постоянному току датчика. Датчик считается исправным, если значение находится в допустимых пределах (`InElectrCheck_LowLevel`, `InElectrCheck_HighLevel`), устанавливаемых при настройке модуля (рисунок 40).

Контроль минимального/максимального допустимого тока датчика может быть выключен в настройках модуля (`InElectrCheck_Low`, `InElectrCheck_High` соответственно). Если по одной из границ контроль тока датчика выключен, то считается что датчик исправен независимо от вычисленного тока датчика.

Параметр	Значение	Адрес
01. Длительность блокировки канала измерения, сек	0,25	0x3513
02. Задержка срабатывания уставок, сек	0,25	0x3512
03. Гистерезис переключения уставок, мА	0,1	0x3514
<b>04. Нижний предел</b>		
04.1 Выполнять контроль нижнего предела	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3510
04.1 Уставка нижнего предела, мА	3	0x3518
<b>05. Верхний предел</b>		
05.1 Выполнять контроль верхнего предела	<input type="checkbox"/>	0x3511
05.1 Уставка верхнего предела, мА	20	0x351C

Рисунок 40 - Пример настройки контроля исправности канала измерения #02 в ПО ModuleConfigurator

Если значение тока датчика ниже минимально допустимого уровня тока `InElectrCheck_LowLevel`, то считается, что уровень сигнала датчика слишком мал (устанавливаются флаги «Постоянный сигнал ниже допустимого уровня», «Неисправность канала измерения»). Для нормализации работы канала измерения тока датчика должен быть выше `InElectrCheck_LowLevel + InElectrCheck_Hist` (сбрасывается флаг «Постоянный сигнал ниже допустимого уровня»).

Если значение тока датчика выше максимально допустимого уровня тока `InElectrCheck_HighLevel`, то считается, что уровень сигнала датчика слишком высок (устанавливаются флаги «Постоянный сигнал выше допустимого уровня», «Неисправность канала измерения»). Для нормализации работы канала измерения значение ток датчика должен быть ниже `InElectrCheck_HighLevel - InElectrCheck_Hist` (сбрасывается флаг «Постоянный сигнал выше допустимого уровня»).

При любом установленном флаге ненормального уровня тока датчика значение измеряемого параметра принимается равном нулю.

Не рекомендуется устанавливать значение гистерезиса теста тока датчика (`InElectrCheck_Hist`) равный нулю, поскольку может возникнуть эффект частого переключения сигнализации.

После нормализации работы датчика сбрасывается флаг «Неисправность канала измерения» через установленный интервал времени `InElectrCheck_TimeLock`. После сброса флага «Неисправность канала измерения» вычисленное значение измеряемого параметра сравнивается с уставками.

На рисунке 41 показан пример работы алгоритма контроля исправности канала измерения при снижении постоянного тока датчика ниже допустимого уровня. Допустимые уровни тока датчика равны 0,9 мА и 5,1 мА соответственно, гистерезис 0,1 мА.

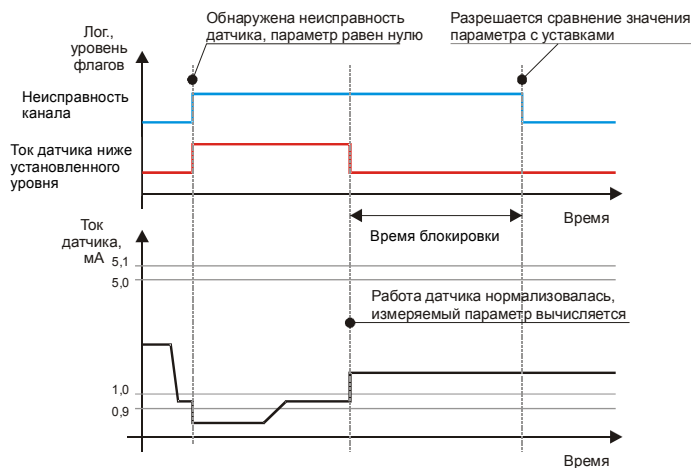


Рисунок 41 - Пример работы алгоритма контроля исправности канала измерения



### 3.10.2 Уставки

В модуле МК62 предусмотрено 16 назначаемых уставок. Все уставки имеют индивидуальные параметры настройки и работают независимо друг от друга. Каждая уставка может быть настроена на контроль за одним из параметров модуля МК62.

Для всех уставок имеются следующие параметры настройки (рисунок 42):

- режим работы уставки:
  - 0 - выключена;
  - 1 - контроль «вверх»;
  - 2 - контроль «вниз»;
- информационная строка, 8 символов;
- адрес параметра согласно таблицам результатов измерения;
- маска неисправностей для блокировки работы уставки;
- время установки флага срабатывания уставки, сброса (времена задержек);
- значение уставки;
- гистерезис по уставке;
- позиция вывода уставки на ЖКИ, при выводе на ЖКИ контролируемого параметра.

Если значение контролируемого параметра было выше (ниже) уставки «вверх» («вниз») в течение времени срабатывания уставки, то устанавливается '1' соответствующий флаг выхода параметра за уставку.

В случае установленного флага выхода параметра за уставку, значение измеряемого параметра должно быть меньше (больше) соответствующей уставки минус (плюс) гистерезиса в течение установленного времени сброса в '0' флага выхода параметра за уставку. Данный подход позволяет предупредить возможный триггерный эффект при величине измеряемого параметра близкого к значению уставки.

На рисунке 42 показан пример работы сигнализации по уставке 0,15° (контроль размаха КК) с гистерезисом 0,01°.

	Уставка #01	Уставка #02	Уставка #03	Уставка #04
<b>01. Режим работы</b>	1 - Выше чем	1 - Выше чем	1 - Выше чем	1 - Выше чем
<b>02. Информация (8 символов)</b>	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
<b>03. Позиция вывода на ЖКИ МИ001</b>	Позиция 2	Позиция 1	Позиция 1	Позиция 1
<b>04. Источник. Адрес (Hex)</b>	0828	0928	0A28	0000
<b>05. Блокировка работы. Маска, логика 'ИЛИ' (Hex)</b>	04.CHER 01;	05.CHER 02;	06.CHER 03;	07.CHER 04;
<b>Уставка</b>				
<b>06. Основное значение</b>	0,15	0,15	0,15	0,15
<b>07. Вспомогательное значение</b>	0	0	0	0
<b>08. Гистерезис</b>	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Время задержки</b>				
<b>09. Установка флага срабатывания уставки, сек</b>	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>10. Сброса флага, сек</b>	0,2	0,2	0,2	0,2

Рисунок 42 - Пример настройки уставок #01 - #04 в ПО ModuleConfigurator

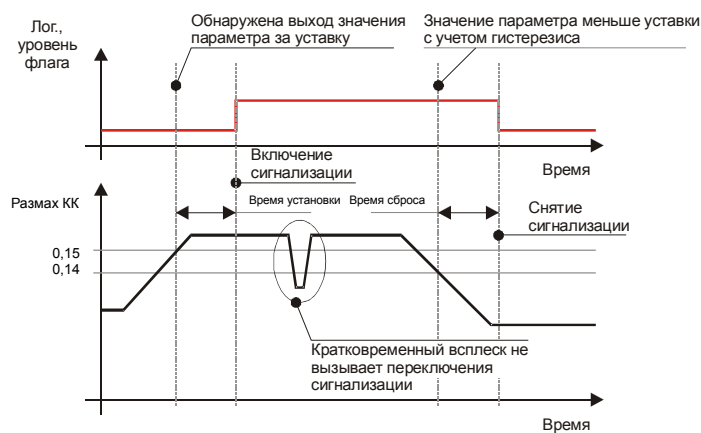


Рисунок 43 - Пример работы алгоритма уставок (режим – проверка выше уставки)

В модуле контроля предусмотрены средства контроля за состоянием алгоритмов уставок, доступные для считывания по цифровым интерфейсам связи (таблица 59).

### 3.10.3 Логические выходы

В модуле МК62 предусмотрено 14 логических выходов с открытым коллектором (активный уровень - ноль). Схемотехника логических входов предусматривает возможность непосредственного подключения обмоток реле. Работа каждого из 14 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 МК62 останутся в неактивном состоянии.

После включения питания (сброса) модуля работа логических выходов заблокирована на время `OutBlockStartUpTime`, отсчитываемое после завершения цикла инициализации модуля МК62. Возможна блокировка работы логических выходов пользователем, которая может быть необходима при корректировке параметров работы модуля или проверки его работы, не опасаясь срабатывания сигнализации или защитного отключения.

Если для каналов синхронизации 1, 2 назначена передача импульсов синхронизации на логические выходы 1, 2 (соответственно), то настройки логической сигнализации для этих выходов не учитываются.

Каждый логический выход может настраиваться в аналитическом виде с помощью логических правил, включая светодиоды **'Warn'** и **'Alarm'** на лицевой панели модуля. В логических операциях используются булевы функции над флагами состояния модуля. Структура команды логических правил приведена в таблице 57.

Для настройки и редактирования логических правил в ПО `ModuleConfigurator` предусмотрено специальное средство, позволяющее в удобном и упрощенном виде формировать логические правила. Логическое правило каждого логического выхода состоит из 16 команд.

На рисунке 44 показан пример настройки логического выхода #01 в ПО `ModuleConfigurator`.

Параметр	Значение			Адрес
Операция 00	Операция: 0x01 GET	Регистр: 0x10 - Уставки 'TestPT' (32 бита)	Номер бита: 0	0x2800
Операция 01	Операция: 0x06 AND	Регистр: 0x0C - Канал измерения #1 'StCH1' (32 бита)	Номер бита: 0	0x2802
Операция 02	Операция: 0x1F END	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 2	0x2804
Операция 03	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x2806
Операция 04	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x2808
Операция 05	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x280A
Операция 06	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x280C
Операция 07	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x280E
Операция 08	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x2810
Операция 09	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x2812
Операция 10	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x2814
Операция 11	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x2816
Операция 12	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x2818
Операция 13	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x281A
Операция 14	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x281C
Операция 15	Операция: 0x00 NOP	Регистр: 0x00 - Не указан	Номер бита: 0	0x281E

Рисунок 44 - Пример настройки логического выхода #01 в ПО `ModuleConfigurator`

Описание регистров логических выходов представлено в таблице 55. Контроль состояния логических выходов по цифровым интерфейсам связи доступен в регистре `OutLogic`, таблица 22.

При блокировке работы логических выходов регистр `OutLogic` содержит состояние, которое будет передано логические выходы после снятия блокировки.

На рисунке 45 показан пример отображения состояния логических выходов, светодиодов в ПО `ModuleConfigurator`.

Параметр	Значение	Адрес
<b>Логические выходы</b>		
Выход #01	<input type="checkbox"/>	0x040C
Выход #02	<input type="checkbox"/>	0x040C
Выход #14	<input type="checkbox"/>	0x040C
<b>Световая сигнализация</b>		
Светодиод 'Warn'	<input checked="" type="checkbox"/>	0x040C
Светодиод 'Alarm'	<input type="checkbox"/>	0x040C

Рисунок 45 - Пример отображения состояния логических выходов, светодиодов в ПО `ModuleConfigurator`

### 3.10.4 Внутренние логические порты

В модуле МК62 предусмотрено 8 внутренних логических портов, настройка и работа которых аналогична логическим выходам.

Состояние логических портов напрямую не передается на логические выходы, но может использоваться в управлении работы функциями модуля (как сигнал маски 'ИЛИ' блокировки работы), участвовать в логической формуле логических выходов.

Состояние логических портов отображается в регистре Global, таблица 23. Описание регистров логических выходов представлено в таблице 56.

На рисунке 46 показан пример отображения состояния логических портов в ПО ModuleConfigurator.

Внутренняя логика сигнализации		
08. Порт #01	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
09. Порт #02	<input type="checkbox"/>	0x0400
10. Порт #03	<input type="checkbox"/>	0x0400
11. Порт #04	<input type="checkbox"/>	0x0400
12. Порт #05	<input type="checkbox"/>	0x0400
13. Порт #06	<input type="checkbox"/>	0x0400
14. Порт #07	<input type="checkbox"/>	0x0400
15. Порт #08	<input type="checkbox"/>	0x0400

Рисунок 46 - Пример отображения состояния логических портов в ПО ModuleConfigurator

### 3.10.5 Логические входы

Логические входы предназначены для ввода в АСКВМ логических сигналов, состояние которых доступно для считывания по цифровым интерфейсам связи. В модуле МК62 предусмотрено 4 логических входа, два из которых являются входами синхронизации. Входы синхронизации могут использоваться в качестве логических входов, если они не используются в качестве источников синхросигнала для измерения КК.

Режим работы логических входов указывается в системных настройках модуля (рисунок 47).

Режимы работы логического входа:

- 0 - Выключено;
- 1 - Активный низкий уровень (выход с ОК);
- 2 - Активный высокий уровень.

04. Логические входы, режим работы		
04.1 Логический вход #01	1 - Активный 0 (для сигнала с ОК) ▼	0x3010
04.2 Логический вход #02	2 - Активная 1 ▼	0x3011
04.3 Логический вход #03 (вход синхронизации #01)	0 - Выключен ▼	0x3012
04.4 Логический вход #04 (вход синхронизации #02)	0 - Выключен ▼	0x3013

Рисунок 47 - Пример настройки логических портов в ПО ModuleConfigurator

Дополнительные логические входы, при соответствующей настройке модуля МК62, могут участвовать в формировании логических сигналов на логических выходах.

Состояние логических входов отображается в регистре Global, таблица 23.

На рисунке 48 показан пример отображения состояния логических входов в ПО ModuleConfigurator.

Активное состояние логических входов		
16. Логический вход #01	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
17. Логический вход #02	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
18. Логический вход #03 (синхронизация #01)	<input type="checkbox"/>	0x0400
19. Логический вход #04 (синхронизация #02)	<input type="checkbox"/>	0x0400

Рисунок 48 - Пример отображения состояния логических входов в ПО ModuleConfigurator

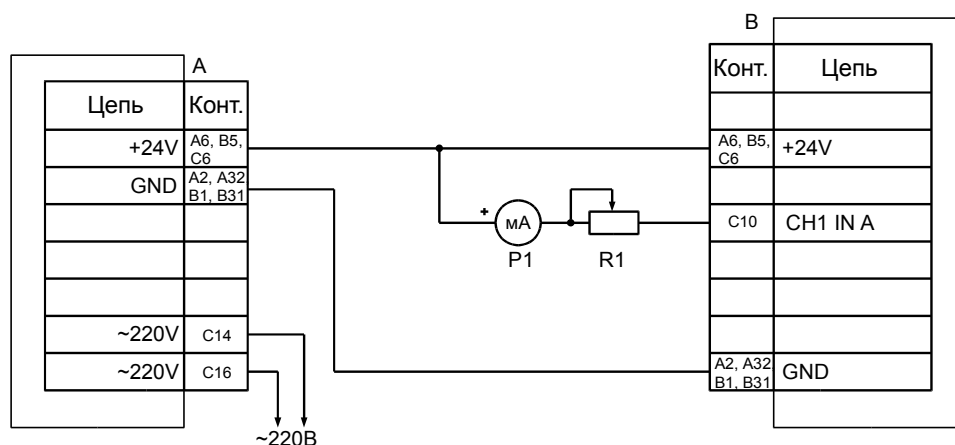
### 3.11 Калибровка модуля

Технология калибровки модуля МК62 упрощенная, изменение диапазона постоянного тока выполняется без перекалибровки каналов измерения и унифицированных выходов. Если производится изменение электрического диапазона тока канала измерения или унифицированного выхода, то необходимо выполнить повторную калибровку.

После калибровки модуля необходимо загрузить калибровочные данные в модуль, сохранить в энергонезависимой памяти модуля и перезагрузить модуль. Запись результатов калибровки в модуль МК62 и выполнение перерасчета коэффициентов может быть выполнена один раз, после всех этапов калибровки (вход, унифицированных выходов).

#### 3.11.1 Калибровка канала измерения по постоянному току

Схема включения модуля МК62 для калибровки и проверки по постоянному току показана на рисунке 49. Рекомендуется калибровку модуля МК62 проводить с помощью стенда СГ43, позволяющего собрать указанную схему.



**A** – МП24 или БП17

**B** – МК62

**R1** – магазин сопротивлений 100 кОм

**P1** – миллиамперметр постоянного тока (0-20) мА, кл. 0,2

Рисунок 49 - Схема включения модуля МК62 для калибровки и проверки по постоянному току

Последовательность калибровки входа канала измерения по постоянному току:

- 1) Указать значения диапазона тока канала измерения (`InElectrRange_Low`, `InElectrRange_High`).
- 2) Указать диапазон измеряемого параметра (`InGapRange_Low`, `InGapRange_High`).
- 3) Установить на входе канала измерения ток 20% от `InElectrRange_High`.
- 4) Переписать текущее значение АЦП в `InAdcConst_100`.
- 5) Установить на входе канала измерения ток `InElectrRange_High`.
- 6) Переписать текущее значение АЦП в `InAdcConst_20`.
- 7) Передать результаты калибровки в модуль МК62.
- 8) Сохранить параметры в энергонезависимой памяти модуля.
- 9) Выполнить повторную инициализацию канала измерения.

Изменение диапазона измеряемого параметра заключается в изменении значений `InGapRange_Low`, `InGapRange_High`.

На рисунке 50 показан пример калибровки канала измерения #01 по постоянному току в ПО ModuleConfigurator.

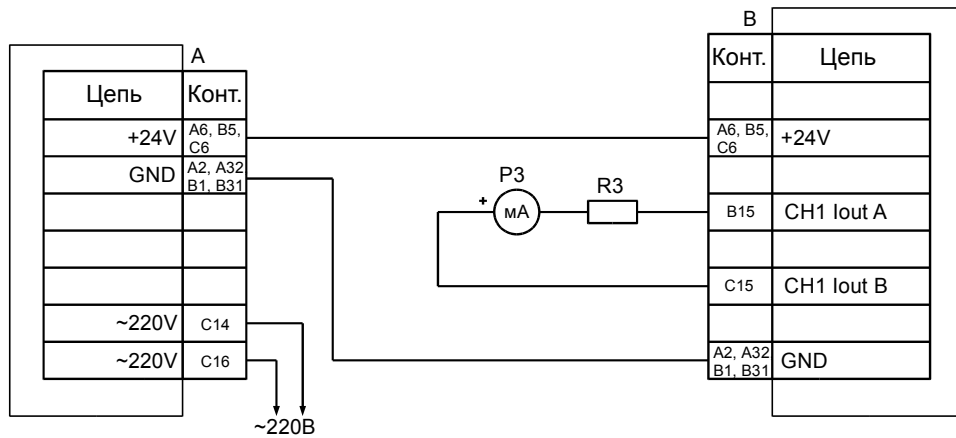
Параметр	Значение	Адрес
<b>Электрический диапазон тока датчика</b>		
01.1 Нижнее значение, мА	4,00	0x3800
01.2 Верхнее значение, мА	20,00	0x3804
<b>Калибровочные значения АЦП</b>		
02.1 Значение АЦП 20% верхнего значения диапазона	0750	0x380A
02.2 Значение АЦП 100% верхнего значения диапазона	3832	0x3808

Рисунок 50 - Пример калибровки канала измерения #01 по постоянному току в ПО ModuleConfigurator

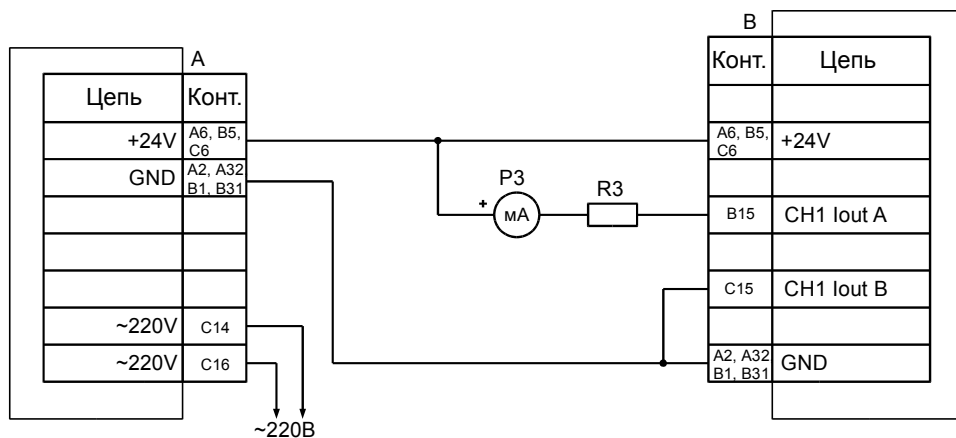
**3.11.2 Калибровка унифицированных токовых выходов**

На рисунке 51 показана схема присоединения миллиамперметра для проведения калибровки унифицированных токовых выходов с гальванической изоляцией в различных вариантах работы унифицированного токового выхода.

Диапазон унифицированного выхода по измеряемому параметру соответствует диапазону *ParameterMin*, *ParameterMax*, указываемых в настройках модуля (раздел 3.9 на странице 39).



а) Активный режим работы (перемычка в положении 2-3)



б) Пассивный режим работы (перемычка в положении 1-2)

**A** – МП24 или БП17

**B** – МК62

**R3** – резисторы (500±10) Ом 0,5Вт

**P3** – миллиамперметр постоянного тока (0-20) мА, кл. 0,2

Рисунок 51 - Схема включения модуля МК62 для калибровки и проверки унифицированного токового выхода

Калибровка унифицированного выхода состоит из следующих этапов:

- 1) Указать значения диапазон тока унифицированного выхода (*CurrentMin*, *CurrentMax*).
- 2) Записью значения в *DAC\_Direct* подобрать ток (по миллиамперметру) на унифицированном выходе, равный 20% от *CurrentMax*.
- 3) Переписать значение *DAC\_Direct* в *DAC\_Min\_20p*.
- 4) Записью значения в *DAC\_Direct* подобрать ток (по миллиамперметру) на унифицированном выходе, равный *CurrentMax*.
- 5) Переписать значение *DAC\_Direct* в *DAC\_Min\_100p*.
- 6) Записать нуль в *DAC\_Direct* (выключить режим калибровки).
- 7) Передать результаты калибровки в модуль МК62.
- 8) Выполнить перерасчет коэффициентов.

Пример калибровки унифицированного токового выхода в ПО *ModuleConfigurator* представлено на рисунке 39.

## 4 Цифровые интерфейсы управления

Модуль МК62 поддерживает четыре независимых интерфейса управления:

- Два интерфейса RS485 с частичной реализацией протокола ModBus RTU (достаточной для управления)
- Два интерфейса CAN2.0B
- Ведомый интерфейс I<sup>2</sup>C для настройки параметров работы модуля (МК62-DC-001-04GI-DP)
- Интерфейс USB для настройки параметров работы модуля (МК62-DC-001-04GI-USB)

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

**Внимание.** Источник питания, микросхемы драйверов RS485 и CAN2.0B интерфейсов, диагностический интерфейс не имеют гальванической развязки. Модуль МК62 с гальванической развязкой интерфейсов связи и питания изготавливается по дополнительному согласованию.

### 4.1 Интерфейс RS485

Для работы по интерфейсу RS485 на плате МК62 предусмотрены микросхемы полудуплексного драйвера шины RS485. Обмен данными по интерфейсу RS485 выполняется согласно протоколу ModBus RTU с возможностью выбора скорости обмена из нескольких стандартных скоростей и адреса модуля на шине для каждого из интерфейсов.

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

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

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

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

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

Формат сообщения об ошибке (5 байт):

- Адрес устройства
- Код функции с установленным в '1' старшим битом
- Код ошибки
- Контрольная сумма, младший байт
- Контрольная сумма, старший байт

Таблица 16. Возможные коды ошибок протокола ModBus

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

	RS485 #1	RS485 #2
01. Разрешить работу интерфейса	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. Адрес устройства от 01 до F7 (Hex), 0x00	11	0
03. Скорость обмена	0 - 230400 бит/с	0 - 230400 бит/с
04. Поддерживать широковещательный адрес	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. Разрешить команды записи (изменение настроек)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 52. Пример настроек интерфейсов RS485 в ПО ModuleConfigurator

Параметры работы интерфейсов RS485 вступают в силу только после повторной инициализации модуля. Описание регистров настройки интерфейсов RS485 представлено в таблице 47.

#### 4.1.2 Поддерживаемые команды протокола ModBus

Таблица 17. Реализованные команды протокола ModBus в модуле МК62

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 Счетчик 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 Код устройства (4 байта) Версия ПО (4 байта) Номер модуля (2 байта) Дата выпуска (4 байта) Информация (8 байт) CRC мл. байт CRC ст. байт	
0x0B	Diagnostics Диагностические команды	Адрес устройства Функция (0x0B) Подфункция, ст. байт Подфункция, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x0B) 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 18

Таблица 18. Список поддерживаемых диагностических команд протокола ModBus

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

#### 4.1.3 Вычисление контрольной суммы в сообщениях

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

#### 4.1.4 Особенности управления по протоколу ModBusRTU

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

Модуль МК62 поддерживает широковещательный адрес 0x00 для одновременного управления несколькими модулями. Ответ на широковещательный запрос не передается.

## 4.2 Интерфейс CAN2.0B

Интерфейс CAN2.0B предоставляет возможность передачи данных о результатах измерения, состоянии модуля МК62, принимать корректирующие данные от модулей МК65.

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 1000кбит/с составляет 40 метров, а для скорости 40кбит/с – 1000 метров. Интерфейсы CAN, реализованные в модуле МК62, могут иметь разные скорости обмена.

### 4.2.1 Настройка интерфейсов CAN

Каждый из интерфейсов связи CAN настраивается отдельно, в состав параметров настройки входят (рисунок 53):

- Разрешение работу интерфейса
- Скорость обмена
- Параметры передатчика
  - Адрес устройства (код SID)
  - Периодичность отправки сообщений (по 0,1 сек)
  - Циклов отправки сообщений, организация приоритетной отправки сообщений и управления информационным потоком (для небольшого объема данных достаточно 1 цикла)
  - Задержка между отправкой сообщений (по 250мкс)
- Разрешить прием данных по интерфейсу

	CAN #1	CAN #2
<b>01. Разрешить работу интерфейса</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <i> i X</i>	<input checked="" type="checkbox"/> <i> i X</i>
<b>02. Скорость обмена</b>	0 - 1000 кбит/с <i> i X</i>	1 - 500 кбит/с <i> i X</i>
<b>03. Передача данных</b>		
<b>03.1 Адрес устройства. Код SID</b>	0062 <i> i X</i>	0062 <i> i X</i>
<b>03.2 Периодичность отправки сообщений, сек</b>	0,1 <i> i X</i>	0,1 <i> i X</i>
<b>03.3 Активных циклов отправки сообщений</b>	1 <i> i X</i>	1 <i> i X</i>
<b>03.4 Задержка между отправкой CAN сообщений, мкс</b>	1 <i> i X</i>	0,25 <i> i X</i>
<b>04. Прием данных</b>		
<b>04.1 Разрешить прием данных</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <i> i X</i>	<input checked="" type="checkbox"/> <i> i X</i>

Рисунок 53. Пример настроек интерфейсов CAN в ПО ModuleConfigurator

Параметры работы интерфейсов CAN вступают в силу только после повторной инициализации модуля.

Описание регистров настройки интерфейсов CAN представлено в таблице 48.

Интерфейсы CAN в модуле МК62 имеют регистры контроля состояния (таблица 49), по которым можно провести диагностику работоспособности интерфейсов (рисунок ). Помимо принятых параметров работы доступна следующая информация:

- Флаги состояния
- Счетчик отправленных сообщений
- Длительность отправки сообщений в каждом цикле
- Значение масок и фильтров адресов SID, EID приемника сообщений



	CAN #1		CAN #2	
<b>Флаги состояния</b>				
01.0 Интерфейс нормально инициализирован	<input checked="" type="checkbox"/>	i	<input checked="" type="checkbox"/>	i
01.1 Передача включена	<input checked="" type="checkbox"/>	i	<input checked="" type="checkbox"/>	i
01.8 Прием включен	<input checked="" type="checkbox"/>	i	<input type="checkbox"/>	i
01.15 Ошибка инициализации	<input type="checkbox"/>	i	<input type="checkbox"/>	i
<b>Принятые настройки</b>				
02. Скорость обмена	0 - 1000 кбит/с ▼	i	1 - 500 кбит/с ▼	i
03. Адрес преобразователя. Код SID	0062	i	0062	i
<b>Передача данных</b>				
04. Отправлено сообщений	626	i	0	i
05.1 Длительность отправки сообщений цикла 1, мс	501	i	0,5	i
05.2 Длительность отправки сообщений цикла 2, мс	0	i	0	i
05.3 Длительность отправки сообщений цикла 3, мс	0	i	0	i
05.4 Длительность отправки сообщений цикла 4, мс	0	i	0	i
05.5 Длительность отправки сообщений цикла 5, мс	0	i	0	i
05.6 Длительность отправки сообщений цикла 6, мс	0	i	0	i
05.7 Длительность отправки сообщений цикла 7, мс	0	i	0	i
05.8 Длительность отправки сообщений цикла 8, мс	0	i	0	i
<b>Прием данных</b>				
06.1 Фильтр SID (Hex)	0065	i	0000	i
06.2 Маска SID (Hex)	07FF	i	0000	i
07.1 Фильтр EID (Hex)	00000820	i	00000000	i
07.2 Маска EID (Hex)	0003FFFF	i	00000000	i

Рисунок 54. Пример отображения состояния интерфейсов CAN в ПО ModuleConfigurator

#### 4.2.2 Передача данных по CAN интерфейсу

В модуле МК62 предусмотрено 16 правил (сообщений) отправки данных по CAN интерфейсу, которые могут быть назначены на один из физических интерфейсов CAN. При настройке отправки сообщений необходимо указать следующие параметры (рисунок 55):

- Интерфейс, к которому относится правило
- Приоритет передачи сообщения
- Номера циклов, в котором передавать сообщение
- Количество байт, передаваемых за один цикл
- Адрес данных, согласно таблице адресов для интерфейсов связи
- Длина передаваемых данных в байтах

Параметр	Значение	Адрес
Включен/Интерфейс	CAN #1	0x2100
Приоритет передачи	1 - Высокий	0x2101
Передавать в циклах	1;	0x2102
Байт за один цикл	4	0x2103
Адрес (Hex)	1804	0x2104
Длина байт	4	0x2106

Рисунок 55. Пример настройки сообщения #01 в ПО ModuleConfigurator

Параметры CAN сообщений вступают в силу после повторной инициализации модуля, описание регистров представлено в таблице 51.

В цикле передачи данных сначала передаются сообщения с более высоким приоритетом.

Если длина сообщения более 8 байт, то отправка данных разбивается на несколько сообщений CAN с учетом параметра «Байт за один цикл» (по стандарту CAN в одном сообщении нельзя передать более 8 байт).

Сообщение CAN состоит из следующих:

- SID - Адрес модуля на CAN интерфейсе
- EID - Адрес регистра, согласно таблице адресов для интерфейсов связи
- Количество байт в сообщении
- Данные (до 8 байт)

В модуля МК62 предусмотрены регистры контроля отправки сообщений CAN (таблица 52).

### 4.2.3 Прием данных по интерфейсу CAN

В модуле МК62 предусмотрена возможность приема данных по интерфейсу CAN, например, для получения угла коррекции синхросигнала. Для приема данных необходимо настроить один из 8 источников. В состав параметров каждого источника входит (рисунок 56):

- Интерфейс, которому относиться источник
- Адрес SID, EID сообщения CAN
- Правила проверки кода сообщения (первый байт данных в сообщении)
- Тайм-аут отсутствия данных
- Смещение байт в сообщении
- Адрес размещения данных в приемном буфере CAN
- Значение, записываемое в приемный буфер CAN при отсутствии данных более установленного времени

Параметр	Значение	Адрес
01. Включен / Интерфейс	CAN #1	0x2200
<b>Параметры сообщения</b>		
02. Адрес CAN. Код SID (Hex)	0065	0x2204
03. Адрес CAN. Код EID (Hex)	00000820	0x2208
04.1 Учитывать код сообщения	<input type="checkbox"/>	0x2202
04.2 Код сообщения (Hex)	00	0x2203
05. Тайм-аут отсутствия сообщения от источника, сек	5	0x2201
<b>Выделение данных (только тип Float)</b>		
06. Смещение в сообщении, байт	0	0x2212
07. Адрес в приемном буфере CAN	0	0x2214
08. Значение при отсутствии связи	0	0x220C

Рисунок 56. Пример настройки источника #01 в ПО ModuleConfigurator

Параметры CAN источников вступают в силу после повторной инициализации модуля, описание регистров представлено в таблице 53.

С помощью регистров контроля работы и состояния источника можно оценить выполнение приема данных по интерфейсу CAN (рисунок 57). Описание регистров состояния источников представлено в таблице 54.

	Источник #01	Источник #02	Источник #03	Источник #04	Источник #05
01. Включен/Интерфейс	CAN #1	Отключено	Отключено	Отключено	Отключено
02. Тайм-аут приема сообщения, сек	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03. Сообщение получено	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. Число принятых байт	4	0	0	0	0
05. Ошибка параметров обработки данных	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06.0 Принятые данные. Байт 0	93	00	00	00	00
06.1 Принятые данные. Байт 1	18	00	00	00	00
06.2 Принятые данные. Байт 2	D4	00	00	00	00
06.3 Принятые данные. Байт 3	3F	00	00	00	00
06.4 Принятые данные. Байт 4	00	00	00	00	00
06.5 Принятые данные. Байт 5	00	00	00	00	00
06.6 Принятые данные. Байт 6	00	00	00	00	00
06.7 Принятые данные. Байт 7	00	00	00	00	00

Рисунок 57. Пример отображения состояния источников CAN в ПО ModuleConfigurator

В приемном буфере CAN (таблица 50) сохраняются данные, принятые источниками. Данные в буфере могут использоваться в алгоритмах и функциях работы модуля. Для каждого из источников предусмотрены флаги сигнализации факта приема сообщений, которая может применяться в логической формуле управления логическими выходами, логическими портами.

### 4.3 Ведомый интерфейс I<sup>2</sup>C

Ведомый интерфейс I<sup>2</sup>C предназначен для контроля работы модуля и настройки параметров его работы. Разъем интерфейса I<sup>2</sup>C расположен на лицевой панели модуля МК62. Параметры ведомого интерфейса I<sup>2</sup>C предопределены, поэтому вне зависимости от текущего состояния модуля интерфейс I<sup>2</sup>C всегда доступен для управления модулем.

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

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

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

Интерфейс I<sup>2</sup>C реализован в варианте исполнения модуля МК62-DC-001-04GI-DP.

### 4.4 Интерфейс USB

Интерфейс USB предназначен для контроля работы модуля и настройки параметров его работы. Разъем интерфейса miniUSB расположен на лицевой панели модуля МК62. Режим работы USB интерфейса Device, с поддержкой виртуального COM порта. При настройке модуля через USB интерфейс на персональном компьютере должны быть установлены драйвера виртуального COM порта.

Протокол обмена по USB интерфейсу ModbuRTU с адресом устройства 0x62.

Интерфейс USB реализован в варианте исполнения модуля МК62-DC-001-04GI-USB.

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

### 4.5.1 Системные настройки модуля

Таблица 19. Регистры системных настроек модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Тайм-аут управления по интерфейсам связи от 0 до 20 (0 - выключено, по 0,1 сек)	OutSetPC_TimeOut	UShort (2)	0x3000	
Тайм-аут блокировки после включения питания (сброса) от 5 до 60 (по 0,1 сек)	OutBlockStartUpTime	UShort (2)	0x3002	
Базовая частота вращения ротора, Гц	FrequencyRotorDefault_Hz	Float (4)	0x3004	
<u>Источники синхронизации</u>				
Канал синхронизации #01 (высший приоритет)	SynchSourceEnable_SY1	Byte (1)	0x3008	1
Канал синхронизации #02	SynchSourceEnable_SY2	Byte (1)	0x3009	1
Канал измерения #01	SynchSourceEnable_CH1	Byte (1)	0x300A	1
Канал измерения #02	SynchSourceEnable_CH2	Byte (1)	0x300B	1
Канал измерения #03	SynchSourceEnable_CH3	Byte (1)	0x300C	1
Канал измерения #04	SynchSourceEnable_CH4	Byte (1)	0x300D	1
Применять базовую частоту (низший приоритет)	SynchSourceEnable_Base	Byte (1)	0x300E	1
Резерв должен равняться нулю	Reserv	Byte (1)	0x300F	
<u>Логические входы, режим работы</u>				
Логический вход #01 0 - Выключен 1 - Активный 0 (для сигнала с ОК) 2 - Активная 1	LogicInputMode_01	Byte (1)	0x3010	
Логический вход #02	LogicInputMode_02	Byte (1)	0x3011	2
Логический вход #03 (вход синхронизации #01)	LogicInputMode_03	Byte (1)	0x3012	2
Логический вход #04 (вход синхронизации #02)	LogicInputMode_04	Byte (1)	0x3013	2
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x02	

Примечания:

- 1 Значение 0 - канал синхронизации не используется; 1 - канал синхронизации может быть применен.
- 2 Значения соответствуют параметру «Логический вход #01».
- 3 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 4 Изменение системных настроек недоступно по интерфейсам связи RS485.

Таблица 20. Системные регистры калибровочных данных модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Опорное напряжения АЦП (от 2 до 4), В	ReferenceVoltage	Float (4)	0x3100	1
Коэффициенты коррекции измерения температуры модуля	CorrectionBoardTemperature	Float (4)	0x3104	2
Коэффициенты коррекции измерения напряжения питания +24В	CorrectionBoardPowerVolt24	Float (4)	0x3108	2
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	Float (4)	0x310C	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x03	

Примечания:

- 1 По умолчанию принимается равным 3,000 В.
- 2 По умолчанию принимается равным 1,000.
- 3 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 4 Изменение системных калибровочных данных недоступно по интерфейсам связи RS485.

Таблица 21. Системные регистры состояния измерений

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Частота выборок АЦП при измерении постоянной составляющей, Гц	ADC_ConstSampling_Hz	Float (4)	0x0500	
Период измерительного цикла, мс	ADC_ConstSamplingCycle_ms	Float (4)	0x0504	
Длительность вычислений, мс	MeasurementCycle_ms	Float (4)	0x0508	
Опорное напряжение АЦП, В	ReferenceVoltage	Float (4)	0x050C	
Служебный	TimeCycle_Start	ULong (4)	0x0510	
Частота тактового генератора, Гц	FreqGenerator	Float (4)	0x0514	
<u>Синхронизация измерений</u>				
Источник синхронизации 0 - Не определен 1 - Канал синхронизации #01 2 - Канал синхронизации #02 3 - Канал измерения #01 4 - Канал измерения #02 5 - Канал измерения #03 6 - Канал измерения #04 7 - Базовая частота	SyncSourceCode	UShort (2)	0x0518	
Резерв, равен нулю	Reserv	UShort (2)	0x051A	
Принятая частота вращения ротора, Гц	SyncFrequency	Float (4)	0x051C	
Принятый угол установки датчика синхронизации, гр	SyncSensorAngelSet	Float (4)	0x0520	
Служебный	SyncTickSource	ULong (4)	0x0524	
Служебный	SyncTick	ULong (4)	0x0528	
Коррекция угла установки датчика синхронизации, тактов генератора	SyncTickCorrect	Float (4)	0x052C	

Примечания:

- 1 Регистры доступны только для чтения.

Таблица 22. Системные регистры состояния модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Глобальный регистр флагов состояния модуля	Global	ULong (4)	0x0400	Табл.23
Регистр флагов ошибок	Error	ULong (4)	0x0404	Табл.24
Регистр флагов предупреждения	Warning	ULong (4)	0x0408	Табл.25
Состояние логических выходов биты 0-13 - логические выходы #01 - #14 бит 14 - светодиод 'Warn' бит 15 - светодиод 'Alarm' биты 16-31 - резерв, равны нулю	OutLogic	ULong (4)	0x040C	2
<b>Энергонезависимая память</b>				
	AT45DB041D			
Флаги состояния микросхемы памяти бит 0 - Размер страницы памяти 256 байт бит 1 - Установлена аппаратная защита от записи	Status	Byte (1)	0x0410	
Резерв, равен нулю	Reserv	3 x Byte (1)	0x0411	
Код производителя памяти	ManufacturerID	Byte (1)	0x0414	
Код типа и размера памяти	DeviceIdP1	Byte (1)	0x0415	
Служебный	DeviceIdP2	Byte (1)	0x0416	
Служебный	ExtDevInfLength	Byte (1)	0x0417	
Флаги срабатывания уставок биты 0-15 - уставки #01 - #16 биты 16-31 - резерв, равны нулю	TestPointStatus	ULong (4)	0x0418	
Прием данных по CAN интерфейсу биты 0-7 - источник #01 - #08 биты 8-31 - резерв, равны нулю	CanRxStatus	ULong (4)	0x041C	
Загрузка микропроцессора, %	MeasurLoadMCU	Float (4)	0x0420	
Напряжение питания модуля, В	BoardPowerVolt24	Float (4)	0x0424	
Температура модуля, °C	BoardTemperature	Float (4)	0x0428	
Резерв, равен нулю	Reserv	Float (4)	0x042C	
Флаги загрузки блоков данных из резервной секции энергонезависимой памяти	LoadDataSectionSecond	2 x ULong (4)	0x0430	
Флаги ошибки контрольной суммы по блокам данных при загрузке из энергонезависимой памяти	LoadDataSectionError	2 x ULong (4)	0x0038	

Примечания:

- 1 Регистры доступны только для чтения.
- 2 При блокировке логической сигнализации значение регистра соответствует состоянию логических выходов после снятия блокировки.

Таблица 23. Назначение битов регистра Global состояния модуля

Название	Обозначение	Бит	Прим.
Периодическое изменение бита с частотой 1Гц	Flash500ms	0	
Блокировка логической сигнализации по включению питания	OutBlockStartUp	1	
Блокировка логической сигнализации пользователем, командой по интерфейсам связи	OutBlockUserCommand	2	
Резерв, равен нулю		3	
<b>Блокировка работы каналов измерения по неисправности</b>			
Канал #01	ChannelLock_01	4	
Канал #02	ChannelLock_02	5	
Канал #03	ChannelLock_03	6	
Канал #04	ChannelLock_04	7	
<b>Внутренняя логика сигнализации</b>			
Порт #01	LogicSoftOut_01	8	
Порт #02	LogicSoftOut_02	9	
Порт #03	LogicSoftOut_03	10	
Порт #04	LogicSoftOut_04	11	
Порт #05	LogicSoftOut_05	12	
Порт #06	LogicSoftOut_06	13	
Порт #07	LogicSoftOut_07	14	
Порт #08	LogicSoftOut_08	15	
<b>Активное состояние логических входов</b>			
Логический вход #01	LogicIn_01	16	
Логический вход #01	LogicIn_02	17	
Логический вход #03 (синхронизация #01)	LogicIn_03	18	
Логический вход #04 (синхронизация #02)	LogicIn_04	19	
<b>Логическая команды по интерфейсам связи</b>			
Команда #01	LogicPC_01	20	1
Команда #02	LogicPC_02	21	1
Команда #03	LogicPC_03	22	1
Команда #04	LogicPC_04	23	1
Резерв, равен нулю		24-28	
Флаг наличия предупреждений	Warning	29	
Флаг наличия тревог	Alarm	30	
Флаг наличия фатальных ошибок	Error	31	

Примечания:

- 1 В версии 01.01.00 ПО модуля МК62 не реализовано.
- 2 Адрес регистра Global представлен в таблице 22.

Таблица 24. Назначение битов регистра `Error` состояния модуля

Название	Обозначение	Бит	Прим.
Микросхема памяти не обнаружена	<code>DataFlashNotFound</code>	0	
Режим страниц 256 байт в микросхеме памяти	<code>DataFlashMode256</code>	1	
Ошибка чтения данных из микросхемы памяти	<code>DataFlashLoadData</code>	2	
Резерв, равен нулю		3	
Ошибка чтения системных параметров модуля из энергонезависимой памяти	<code>SysMainSettingsLoad</code>	4	
Ошибка чтения основных параметров измерения модуля из энергонезависимой памяти	<code>SysMeasurSettingsLoad</code>	5	
Резерв, равен нулю		6	
Ошибка чтения заводского номера модуля из энергонезависимой памяти	<code>IdInfoLoad</code>	7	
Недопустимые настройки параметров измерения	<code>MeasurSettings</code>	8	
Резерв, равен нулю		9	
Ошибка формулы логической сигнализации	<code>LogicFormula</code>	10	
Ошибка параметров уставок	<code>TestPoint</code>	11	
Резерв, равен нулю		12-31	

Примечания:

- 1 Адрес регистра `Error` представлен в таблице 22.

Таблица 25. Назначение битов регистра `Warning` состояния модуля

Название	Обозначение	Бит	Прим.
Ошибка системных калибровочных данных	<code>CalibrationDataError</code>	0	
Все каналы измерения выключены	<code>AllChannelOff</code>	1	
Резерв, равен нулю		2-15	
Чтение данных из резервной секции памяти	<code>LoadFromReserv</code>	16	
Служебный	<code>LogBufferIsFull</code>	17	
Индикатор МИ001. На одну позицию назначено несколько уставок	<code>LcdOutErrorTP</code>	18	
Резерв, равен нулю		19-21	
Интерфейс RS485 #1 не инициализирован	<code>RS485_CH1_NotInit</code>	22	
Интерфейс RS485 #2 не инициализирован	<code>RS485_CH2_NotInit</code>	23	
Резерв, равен нулю		24-31	

Примечания:

- 1 Адрес регистра `Warning` представлен в таблице 22.

Таблица 26. Регистры измерения постоянных составляющих (первичные данные)

Название	Адрес (Hex)		Прим.
	Размерность АЦП ULong (4)	Размерность, В Float(4)	
Резервный канал #01	0x0600	0x0620	
Резервный канал #02	0x0604	0x0624	
Канал измерения #01	0x0608	0x0628	
Канал измерения #02	0x060C	0x062C	
Канал измерения #03	0x0610	0x0630	
Канал измерения #04	0x0614	0x0634	
Канал напряжения питания модуля	0x0618	0x0638	
Канал температуры модуля	0x061C	0x063C	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.



#### 4.5.2 Идентификационные данные

Таблица 27. Регистры идентификационных данных программного обеспечения модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
<u>Версия программного обеспечения</u>	CodeInfo			
Номер сборки	Build	Byte (1)	0x0000	
Номер коррекции	Patch	Byte (1)	0x0001	
Вспомогательный код версии ПО	Minor	Byte (1)	0x0002	
Основной код версии ПО	Major	Byte (1)	0x0003	
Наименование ПО	Name	Char (32)	0x0004	
Дата компиляции ПО	Date	Char (16)	0x0024	
Время компиляции ПО	Time	Char (16)	0x0034	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

Таблица 28. Регистры идентификационных данных модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Служебный	Code	ULong (4)	0x0100	
Заводской номер	SerialNumber	UShort (2)	0x0104	
<u>Дата изготовления</u>	ManufactureDate			
День (число)	Day	Byte (1)	0x0106	
Месяц	Month	Byte (1)	0x0107	
Год	Year	UShort (2)	0x0108	
Информационная строка	Info	Char (10)	0x010A	
Идентификационный код	ID	8 x Byte (1)	0x0116	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

## 4.5.3 Каналы измерения

Таблица 29. Регистры калибровочных данных каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Электрический диапазон тока датчика, нижнее значение, мА	InElectrRange_Low	Float (4)	0x3800	0x3900	0x3A00	0x3B00	2
Электрический диапазон тока датчика, верхнее значение, мА	InElectrRange_High	Float (4)	0x3804	0x3904	0x3A04	0x3B04	2
Значение АЦП 100% верхнего значения электрического диапазона	InAdcConst_100	UShort (2)	0x3808	0x3908	0x3A08	0x3B08	2
Значение АЦП 20% верхнего значения электрического диапазона	InAdcConst_20	UShort (2)	0x380A	0x390A	0x3A0A	0x3B0A	2
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	2 x UShort (2)	0x380C	0x390C	0x3A0C	0x3B0C	
Коэффициент затухания сигнала интегратора, % (диапазон значений от 0,1 до 5,0)	IntegratorDamping	Float (4)	0x3810	0x3910	0x3A10	0x3B10	
Минимальное значение полезного сигнала интегратора	IntegratorNoise	UShort (2)	0x3814	0x3914	0x3A14	0x3B14	
Минимальный уровень сигнала для адаптивного режима интегратора (значение 0 соответствует выключенному состоянию адаптивного режима)	IntegratorAdaptiveMin	UShort (2)	0x3816	0x3916	0x3A16	0x3B16	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	ULong (4)	0x3818	0x3918	0x3A18	0x3B18	
Коэффициент коррекции амплитуды спектральных линий (при значении равном 0 принимается за 1)	SpectrCorrection	Float (4)	0x381C	0x391C	0x3A1C	0x3B1C	
Проводить коррекцию АЧХ спектра крутильных колебаний (0 - коррекция выключена)	AFC_Enabled	Byte (1)	0x3820	0x3920	0x3A20	0x3B20	2
Первая запись в таблице коррекции АЧХ (от 1 до 32)	AFC_ItemStart	Byte (1)	0x3821	0x3921	0x3A21	0x3B21	2
Последняя запись в таблице коррекции АЧХ (от 1 до 32)	AFC_ItemEnd	Byte (1)	0x3822	0x3922	0x3A22	0x3B22	2
Номер записи базового значения в таблице коррекции АЧХ (от 1 до 32)	AFC_ItemBase	Byte (1)	0x3823	0x3923	0x3A23	0x3B23	2
Резерв, должен равняться нулю	AFC_Reserv	3 x ULong (4)	0x3824	0x3924	0x3A24	0x3B24	
Фильтр БИХ. Секция 1. Коэффициент A0	IIR3_Section1_A0	Float (4)	0x3830	0x3930	0x3A30	0x3B30	2
Фильтр БИХ. Секция 1. Коэффициент A1	IIR3_Section1_A1	Float (4)	0x3834	0x3934	0x3A34	0x3B34	2
Фильтр БИХ. Секция 1. Коэффициент A2	IIR3_Section1_A2	Float (4)	0x3838	0x3938	0x3A38	0x3B38	2
Фильтр БИХ. Секция 1. Коэффициент B0	IIR3_Section1_B0	Float (4)	0x383C	0x393C	0x3A3C	0x3B3C	2
Фильтр БИХ. Секция 1. Коэффициент B1	IIR3_Section1_B1	Float (4)	0x3840	0x3940	0x3A40	0x3B40	2
Фильтр БИХ. Секция 1. Коэффициент B2	IIR3_Section1_B2	Float (4)	0x3844	0x3944	0x3A44	0x3B44	2

Продолжение таблицы 29

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Фильтр БИХ. Секция 2. Коэффициент A0	IIR3_Section2_A0	Float (4)	0x3848	0x3948	0x3A48	0x3B48	2
Фильтр БИХ. Секция 2. Коэффициент A1	IIR3_Section2_A1	Float (4)	0x384C	0x394C	0x3A4C	0x3B4C	2
Фильтр БИХ. Секция 2. Коэффициент A2	IIR3_Section2_A2	Float (4)	0x3850	0x3950	0x3A50	0x3B50	2
Фильтр БИХ. Секция 2. Коэффициент B0	IIR3_Section2_B0	Float (4)	0x3854	0x3954	0x3A54	0x3B54	2
Фильтр БИХ. Секция 2. Коэффициент B1	IIR3_Section2_B1	Float (4)	0x3858	0x3958	0x3A58	0x3B58	2
Фильтр БИХ. Секция 2. Коэффициент B2	IIR3_Section2_B2	Float (4)	0x385C	0x395C	0x3A5C	0x3B5C	2
Режим работы фильтра БИХ (0 - выключен; 1 - только первая секция; 2 - две секции)	FilterRD_Mode	Byte (1)	0x3860	0x3960	0x3A60	0x3B60	2
Определение выборки влияния фильтра БИХ (0 - значение мгновенных зазоров; 1 - первичная выборка АЦП)	FilterRD_AdcSampling	Byte (1)	0x3861	0x3961	0x3A61	0x3B61	
Масштабирующий коэффициент фильтра БИХ (при работе фильтра по выборкам АЦП)	FilterRD_Scale	UShort (2)	0x3862	0x3962	0x3A62	0x3B62	2
Резерв, должен равняться нулю	FilterReserv	3 x ULong (4)	0x3864	0x3964	0x3A64	0x3B64	
Номер первой спектральной линии при вычислении размаха крутильных колебаний (минимальное значение 2)	SpectrLineTorsion_Low	Byte (1)	0x3870	0x3970	0x3A70	0x3B70	
Номер последней спектральной линии при вычислении размаха крутильных колебаний (максимальное значение 127)	SpectrLineTorsion_High	Byte (1)	0x3871	0x3971	0x3A71	0x3B71	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	UShort (2)	0x3872	0x3972	0x3A72	0x3B72	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x09	0x0A	0x0B	0x0C	

## Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Требуется повторная инициализация канала для принятия изменений параметра.
- 3 Изменение калибровочных данных недоступно по интерфейсам связи RS485.

Таблица 30. Регистры настройки каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Разрешение работы (0 - канал отключен; 1 - канал включен)	Enabled	Byte (1)	0x3400	0x3500	0x3600	0x3700	5
При неисправности блокировать работу канала измерения (0 - не блокировать; 1 - блокировать)	InElectrCheck_IsLock	Byte (1)	0x3401	0x3501	0x3601	0x3701	
Компенсация неточности длины меток контрольной поверхности (0 - отключено; 1 - компенсация включена)	CompInacurr_Enabled	Byte (1)	0x3402	0x3502	0x3602	0x3702	
Компенсация поперечной вибрации КП, комплементарный канал 0 - Не указано (выключено) от 1 до 4 - Номер канала измерения	CompCrossVibrat_Mode	Byte (1)	0x3403	0x3503	0x3603	0x3703	
Компенсация продольной вибрации контрольной поверхности, режим 0 - Отключено 1 - Значение тактового счетчика 2 - Производная тактового счетчика (частота)	CompAxialVibrat_Mode	Byte (1)	0x3404	0x3504	0x3604	0x3704	
Компенсация неточности высоты меток контрольной поверхности 0 - Отключено 1 - Режим 1: Зазор до датчика 2 - Режим 2: Высота метки	CompDispl_Mode	Byte (1)	0x3405	0x3505	0x3605	0x3705	
Контроль стабильности частоты вращения контрольной поверхности (0 - отключено; 1 - контроль частоты включен)	ControlFreqDeviation	Byte (1)	0x3406	0x3506	0x3606	0x3706	
Режим измерения только частоты вращения (0 - измерение крутильных колебаний; 1 - измерение только частоты)	OnlyFrequencyCalc	Byte (1)	0x3407	0x3507	0x3607	0x3707	
Выбор значения постоянного зазора от датчика до контрольной поверхности 0 - Задан в настройках (параметр SensorGapWork_mkm) 1 - Вычисленный	CompAxialVibrat_UseRealGap	Byte (1)	0x3408	0x3508	0x3608	0x3708	
Инверсия влияния компенсации поперечной вибрации КП (0 - прямое; 1 - инверсное)	CompCrossVibrat_Negative	Byte (1)	0x3409	0x3509	0x3609	0x3709	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	UShort (2)	0x340A	0x350A	0x360A	0x370A	

## Продолжение таблицы 30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Усреднение значения зазора от датчика до контрольной поверхности	AverDepth_GapReal	Byte (1)	0x340C	0x350C	0x360C	0x370C	1
Усреднение значения размаха относительного перемещения контрольной поверхности	AverDepth_DisplTimePP	Byte (1)	0x340D	0x350D	0x360D	0x370D	1
Усреднение значения размаха переменного угла закрутки	AverDepth_TorsionPP	Byte (1)	0x340E	0x350E	0x360E	0x370E	1
Усреднение значения статического угла закрутки	AverDepth_TorsionDC	Byte (1)	0x340F	0x350F	0x360F	0x370F	1
Исправность канала измерения. Выполнять контроль нижнего предела	InElectrCheck_Low	Byte (1)	0x3410	0x3510	0x3610	0x3710	2
Исправность канала измерения. Выполнять контроль верхнего предела	InElectrCheck_High	Byte (1)	0x3411	0x3511	0x3611	0x3711	2
Исправность канала измерения. Задержка срабатывания уставок	InElectrCheck_TimeOut	Byte (1)	0x3412	0x3512	0x3612	0x3712	3
Исправность канала измерения. Длительность блокировки канала измерения после восстановления работоспособности	InElectrCheck_TimeLock	Byte (1)	0x3413	0x3513	0x3613	0x3713	3
Исправность канала измерения. Гистерезис переключения уставок, мА	InElectrCheck_Hist	Float (4)	0x3414	0x3514	0x3614	0x3714	
Исправность канала измерения. Уставка нижнего предела, мА	InElectrCheck_LowLevel	Float (4)	0x3418	0x3518	0x3618	0x3718	
Исправность канала измерения. Уставка верхнего предела, мА	InElectrCheck_HighLevel	Float (4)	0x341C	0x351C	0x361C	0x371C	
Диапазон измеряемого зазора. Нижнее значение, мкм	InGapRange_Low	Float (4)	0x3420	0x3520	0x3620	0x3720	5
Диапазон измеряемого зазора. Верхнее значение, мкм	InGapRange_High	Float (4)	0x3424	0x3524	0x3624	0x3724	5
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	40 x Byte (1)	0x3428	0x3528	0x3628	0x3728	
Число импульсов на оборот ротора (от 1 до 64)	PulseTooth	Byte (1)	0x3450	0x3550	0x3650	0x3750	5
Активный фронт импульсов от контрольной поверхности 0 - Задний (переход КП от паза к выступу) 1 - Передний (переход КП от выступа к пазу)	PulsePolarity	Byte (1)	0x3451	0x3551	0x3651	0x3751	5
Фаза выборки АЦП для измерения зазора 0 - определение минимального значения от 1 до 32 - номер сегмента определения значения зазора	PulseAdcSegment	Byte (1)	0x3452	0x3552	0x3652	0x3752	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	5 x Byte (1)	0x3453	0x3553	0x3653	0x3753	

## Продолжение таблицы 30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Компаратор. Уровень переключения в логический 0, мкм	PulseGapSwitch_Low	Float (4)	0x3458	0x3558	0x3658	0x3758	
Компаратор. Уровень переключения в логическую 1, мкм	PulseGapSwitch_High	Float (4)	0x345C	0x355C	0x365C	0x375C	
Нижняя граница частоты вращения ротора (от 10), об/мин	PulseFrequencyRPM_Min	Float (4)	0x3460	0x3560	0x3660	0x3760	4, 5
Верхняя граница частоты вращения ротора (до 12 100), об/мин	PulseFrequencyRPM_Max	Float (4)	0x3464	0x3564	0x3664	0x3764	4, 5
Диаметр контрольной поверхности (по выступам), мм	DiameterOfControlSurface_mm	Float (4)	0x3468	0x3568	0x3668	0x3768	
Рабочий зазор от датчика до выступа контрольной поверхности, мкм	SensorGapWork_mkm	Float (4)	0x346C	0x356C	0x366C	0x376C	
Угол установки датчика (от -180 до +180), гр	SensorAngleSet	Float (4)	0x3470	0x3570	0x3670	0x3770	
Предельная частота обучения алгоритма статической закрутки, об/мин	StaticRotateFreqStudyRPM	Float (4)	0x3474	0x3574	0x3674	0x3774	
Компенсация продольной вибрации Коэффициент влияния по приближению КП от среднего положения	CompAxialFactorSub	Float (4)	0x3478	0x3578	0x3678	0x3778	
Компенсация продольной вибрации Коэффициент влияния по удалению КП от среднего положения	CompAxialFactorAdd	Float (4)	0x347C	0x357C	0x367C	0x377C	
Минимально измеряемая частота вращения ротора (от 0,1 до 100), об/мин	FrequencyMeasureMin_Rpm	Float (4)	0x3480	0x3580	0x3680	0x3780	5
Максимальная девиация частоты вращения КП (от 0,01 до 10,0), %	FrequencyDeviationMax	Float (4)	0x3484	0x3584	0x3684	0x3784	5
Период измерения частоты вращения (от 100 до 10 000), мс	FrequencyMeasPeriod_ms	UShort (2)	0x3488	0x3588	0x3688	0x3788	5
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	6 x Byte (1)	0x348A	0x358A	0x368A	0x378A	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x05	0x06	0x07	0x08	

## Примечания:

- 1 Значение параметра усреднения от 0 до 9 в циклах измерения (0 - усреднения нет; 9 - 10 циклов, максимальное усреднение).
- 2 Значение 0 - не выполнять контроль предела; 1 - выполнять контроль исправности канала по данному пределу.
- 3 По 0,25 секунд. Диапазон от 0,25 до 50,0 секунд. Значение 0 соответствует 0,25 сек.
- 4 Действует для ограничения диапазона частот вращения ротора, в котором производится вычисление крутильных колебаний.
- 5 Требуется повторная инициализация канала для принятия изменений параметра.
- 6 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.

Таблица 31. Регистры результатов каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Флаги состояния канала измерения	Status	ULong (4)	0x0800	0x0900	0x0A00	0x0B00	Табл.32
Резерв, равен нулю	Reserv	12 x Byte (1)	0x0804	0x0904	0x0A04	0x0B04	
Постоянный ток датчика, мА	CurrentConst	Float (4)	0x0810	0x0910	0x0A10	0x0B10	
Резерв, равен нулю	Reserv	Float (4)	0x0814	0x0914	0x0A14	0x0B14	
Постоянный зазор, мкм (вычислен из постоянного тока датчика CurrentConst)	GapConst	Float (4)	0x0818	0x0918	0x0A18	0x0B18	
Зазор от датчика до контрольной поверхности (действительный), мкм	GapReal	Float (4)	0x081C	0x091C	0x0A1C	0x0B1C	
Размах относительного перемещения контрольной поверхности, мкм	DisplacementPP	Float (4)	0x0820	0x0920	0x0A20	0x0B20	
Резерв, равен нулю	Reserv	Float (4)	0x0824	0x0924	0x0A24	0x0B24	
Размах переменного угла крутильных колебаний, гр	TorsionPP	Float (4)	0x0828	0x0928	0x0A28	0x0B28	
Статический угол закрутки, гр	TorsionDC	Float (4)	0x082C	0x092C	0x0A2C	0x0B2C	
Частота вращения контрольной поверхности, об/мин	FreqRotorRPM	Float (4)	0x0830	0x0930	0x0A30	0x0B30	
Частота вращения контрольной поверхности, Гц	FreqRotorHz	Float (4)	0x0834	0x0934	0x0A34	0x0B34	
Частота импульсов от контрольной поверхности, Гц	FreqPulseHz	Float (4)	0x0838	0x0938	0x0A38	0x0B38	
Нестабильность частоты вращения ротора, %	FreqRotorDeviation	Float (4)	0x083C	0x093C	0x0A3C	0x0B3C	
Служебный	servTorsionPP	Float (4)	0x0840	0x0940	0x0A40	0x0B40	
Фазовый сдвиг первого импульса контрольной поверхности, гр	StaticSyncAngle	Float (4)	0x0844	0x0944	0x0A44	0x0B44	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

Таблица 32. Назначение битов регистра Status результатов каналов измерения

Название	Обозначение	Бит	Прим.
Канал включен	Enabled	0	
Запрос на запуск, полученный по интерфейсам связи	RequestReinitialization	1	
Вычисление размах переменного угла крутильных колебаний	TorsionPP_Calc	2	
Коррекция АЧХ спектра крутильных колебаний активна	SpectrAFC	3	
Постоянный сигнал датчика ниже допустимого уровня	CurrentSenseLow	4	
Постоянный сигнал датчика выше допустимого уровня	CurrentSenseHigh	5	
Канал измерения неисправен	ChannelSenseError	6	
Тайм-аут запуска, блокировка сигнализации	ChannelLock	7	
Цифровой фильтр БИХ включен	FilterIRR_Enabled	8	
Выполняется расчет относительного виброперемещения	DisplacementPP_Calc	9	
Вычисление фазового сдвига первого импульса КП	StaticAngle_Calc	10	
Определено начальное значение фазового сдвига первого импульса КП	StaticAngleSave	11	
Вычисление статического угла закрутки	StaticRotate_Calc	12	
Выполняется контроль неустойчивости частоты вращения ротора	FreqDeviation_Control	13	
Алгоритм контроля стабильности частоты вращения ротора в состоянии сброса	FreqDeviation_Reset	14	
Частота вращения ротора неустойчива (вычисление КК не производится)	FreqRotorNotStable	15	
Контроль импульсов включен	PulseInitOk	16	
Уровни переключения установлены значениями по умолчанию	PulseSwitchLevelDefault	17	
Частота вращения ротора за установленными пределами	PulseFrequencyOutOfRange	18	
Отсутствуют импульсы от контрольной поверхности (режим Стоп)	PulseNoImpulse	19	
Компенсация продольной вибрации КП (вдоль оси датчика)	CompAxialVibration	20	
Компенсация поперечной вибрации КП (перпендикулярно оси датчика)	CompCrossVibration	21	
Компенсация неточности обработки КП по длине меток	CompInacurrEnabled	22	
Инициализация неточности обработки КП по длине меток без ошибок	CompInacurrDataOk	23	
Компенсация неточности обработки КП по высоте меток	CompDisplEnabled	24	
Инициализация неточности обработки КП по высоте меток без ошибок	CompDisplDataOk	25	
Служебный бит алгоритма контроля исправности канала измерения	WaitCurrentSenseLow	26	
Служебный бит алгоритма контроля исправности канала измерения	WaitCurrentSenseHigh	27	
Предупреждение. Применяются настройки по умолчанию	WarningUseDefaultSettings	28	
Предупреждение. Недопустимые значения параметров, ограниченное функционирование	WarningInvalidSettings	29	
Ошибка. Недопустимые значения параметров, канал выключен	ErrorInvalidSettings	30	
Ошибка чтения параметров из ПЗУ	ErrorLoadSettings	31	

Примечания:

- 1 Адреса регистров Status по каналам измерения представлены в таблице 31.



#### 4.5.4 Коррекция АЧХ

Таблица 33. Регистры настройки таблицы АЧХ

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Запись #01	AFC_Item_01	Struct (8)	0x2000	
Частота	Frequency	Float (4)	0x2000	
Амплитуда	Amplitude	Float (4)	0x2004	
Запись #02	AFC_Item_02	Struct (8)	0x2008	
Запись #03	AFC_Item_03	Struct (8)	0x2010	
Запись #32	AFC_Item_32	Struct (8)	0x20FC	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Требуется повторная инициализация модуля для принятия изменений.
- 3 Команда сохранения таблицы АЧХ в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x04

Таблица 34. Регистры состояния алгоритма таблицы АЧХ

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Запись #01	AFC_Item_01	Struct (16)	0x1A00	
Стартовая частота	FreqStart	Float (4)	0x1A00	
Коэффициент коррекции 'А'	A	Float (4)	0x1A04	
Коэффициент коррекции 'В'	B	Float (4)	0x1A08	
Резерв, равен нулю	Reserv	ULong (4)	0x1A0C	
Запись #02	AFC_Item_02	Struct (16)	0x1A10	
Запись #03	AFC_Item_03	Struct (16)	0x1A20	
Запись #32	AFC_Item_32	Struct (16)	0x1BE0	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

## 4.5.5 Каналы синхронизации

Таблица 35. Регистры настройки каналов синхронизации

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Прим.
			Канал 1	Канал 2	
Разрешить работу канала синхронизации (0 - канал отключен; 1 - канал включен)	Enabled	Byte (1)	0x2400	0x2500	2
Выбор источника (входа) сигнала 0 - Вход синхронизации 1 - Вход канала измерения	SelectInput	Byte (1)	0x2401	0x2501	2
Полярность активного фронта 0 - Передний 1 - Задний	PulsePolarity	Byte (1)	0x2402	0x2502	2
Передавать синхросигнал на логический выход (0 - отключено; 1 - включено)	OutToLogicPort	Byte (1)	0x2403	0x2503	2
Число импульсов на один оборот ротора (от 1 до 64)	Tooth	UShort (2)	0x2404	0x2504	2
Период измерения частоты вращения (от 100 до 10 000), мс	MeasurPeriod_ms	UShort (2)	0x2406	0x2506	2
Минимально измеряемая частота вращения ротора (от 0,1 до 100), об/мин	MeasurFreqMin_Rpm	Float (4)	0x2408	0x2508	2
Угол установки датчика (от -180 до +180), гр	SetAngelOfSensor	Float (4)	0x240C	0x250C	
Адрес регистра коррекции угла по сигналу синхронизации (по таблице интерфейсов связи)	AddressCorrection	UShort (2)	0x2410	0x2510	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	UShort (2)	0x2412	0x2512	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x15	0x16	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Требуется повторная инициализация канала для принятия изменений параметра.

Таблица 36. Регистры состояния каналов синхронизации

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Прим.
			Канал 1	Канал 2	
Флаги состояния (назначение бит): бит 0 - Канал включен (Enabled) бит 1 - Нет импульсов синхронизации (NoInputPulses) биты 2-15 - резерв, равны нулю бит 16 - Источник канал измерения (IsChannelSource) бит 17 - Отрицательная полярность (PolarityNegative) бит 18 - Вывод сигнала на логический порт (OutToLogicPort) биты 19-20 - служебные биты 21-31 - резерв, равны нулю	Status	ULong (4)	0x1000	0x1100	
Частота вращения, Гц	ValueHz	Float (4)	0x1004	0x1104	
Частота вращения, об/мин	ValueRpm	Float (4)	0x1008	0x1108	
Принятое значение угла коррекции сигнала синхронизации, гр	SetAngelCorrection	Float (4)	0x100C	0x110C	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

## 4.5.6 Виртуальные каналы

Таблица 37. Регистры настройки виртуальных каналов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Режим работы 0 - Выключен 1 - Сложение аргумента 1 и 2 2 - Вычитание аргумента 2 из 1	Mode	Byte (1)	0x3E00	0x3E20	0x3E40	0x3E60	
Аргумент 1 0 - Не указан 1 - Спектр канала #01 2 - Спектр канала #02 3 - Спектр канала #03 4 - Спектр канала #04	SrcFirst	Byte (1)	0x3E01	0x3E21	0x3E41	0x3E61	
Аргумент 2 (аналогично аргументу 1)	SrcSecond	Byte (1)	0x3E02	0x3E22	0x3E42	0x3E62	
Усреднение переменного угла крутильных колебаний	AverDepth_TorsionPP	Byte (1)	0x3E03	0x3E23	0x3E43	0x3E63	
Блокировка работы. Маска, логика 'ИЛИ' по регистру Global состояния модуля	ErrorMask	ULong (4)	0x3E04	0x3E24	0x3E44	0x3E64	
Коэффициент коррекции амплитуды спектральных линий (При значении равно 0 принимается за 1)	SpectrCorrection	Float (4)	0x3E08	0x3E28	0x3E48	0x3E68	
Резерв, должен равняться нулю	ReservUL	5 x ULong (4)	0x3E0C	0x3E2C	0x3E4C	0x3E6C	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Команда сохранения параметров всех виртуальных каналов в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x17

Таблица 38. Регистры состояния виртуальных каналов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Флаги состояния виртуального канала бит 0 - Канал включен бит 1 - Выполняется вычисление КК биты 2-3 - Резерв, равен нулю бит 4 - Ошибка параметров настройки бит 5 - Неисправность канала биты 6-31 - Резерв, равен нулю	Status	ULong (4)	0x1800	0x1820	0x1840	0x1860	
Размах переменного угла крутильных колебаний, гр	TorsionPP	Float (4)	0x1804	0x1824	0x1844	0x1864	
Принятая частота вращения контрольной поверхности, об/мин	FreqRotorRPM	Float (4)	0x1808	0x1828	0x1848	0x1868	
Резерв, равен нулю	Reserv	Float (4)	0x180C	0x182C	0x184C	0x186C	
Служебный	servTorsionPP	Float (4)	0x1810	0x1830	0x1850	0x1870	
Резерв, равен нулю	ReservUL	3 x ULong (4)	0x1814	0x1834	0x1854	0x1874	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

#### 4.5.7 Унифицированные токовые выходы

Таблица 39. Регистры настройки унифицированных токовых выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Выход 1	Выход 2	Выход 3	Выход 4	
Разрешение работы (0 - отключен; 1 - включен)	Enabled	Byte (1)	0x3200	0x3220	0x3240	0x3260	
Тип данных (всегда должен равняться 0) 0 - Float(4)	DataType	Byte (1)	0x3201	0x3221	0x3241	0x3261	
Адрес регистра выводимого параметра (по таблице интерфейсов связи)	DataAddress	UShort (2)	0x3202	0x3222	0x3242	0x3262	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	ULong (4)	0x3204	0x3224	0x3244	0x3264	
Признак неисправности. Маска, логика 'ИЛИ' по регистру Global состояния модуля	ErrorMask	ULong (4)	0x3208	0x3228	0x3248	0x3268	
Значение тока неисправности, мА	ErrorCurrent	Float (4)	0x320C	0x322C	0x324C	0x326C	
Выводимый параметр. Нижнее значение диапазона	ParameterMin	Float (4)	0x3210	0x3230	0x3250	0x3270	
Выводимый параметр. Верхнее значение диапазона	ParameterMax	Float (4)	0x3214	0x3234	0x3254	0x3274	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	2 x ULong (4)	0x3218	0x3238	0x3258	0x3278	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Команда сохранения параметров всех унифицированных токовых выходов в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x23

Таблица 40. Регистры калибровки унифицированных токовых выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Выход 1	Выход 2	Выход 3	Выход 4	
Диапазон тока. Нижнее значение, мА	CurrentMin	Float (4)	0x3300	0x3320	0x3340	0x3360	
Диапазон тока. Верхнее значение, мА	CurrentMax	Float (4)	0x3304	0x3324	0x3344	0x3364	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	2 x ULong (4)	0x3308	0x3328	0x3348	0x3368	
Значение ЦАП. 20% верхнего значения диапазона	DAC_Min_20p	UShort (2)	0x3310	0x3330	0x3350	0x3370	
Значение ЦАП. 100% верхнего значения диапазона	DAC_Max_100p	UShort (2)	0x3312	0x3332	0x3352	0x3372	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	3 x ULong (4)	0x3314	0x3334	0x3354	0x3374	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Изменение калибровочных данных недоступно по интерфейсам связи RS485.
- 3 Команда сохранения данных калибровки всех унифицированных токовых выходов в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x24

Таблица 41. Регистры прямого управления ЦАП унифицированных токовых выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Выход 1	Выход 2	Выход 3	Выход 4	
Прямое управление ЦАП (от 0 до 4095)	DAC_Direct	UShort (2)	0x1300	0x1302	0x1304	0x1306	

Примечания:

- 1 Изменение регистров прямого управления ЦАП доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Прямое управление ЦАП недоступно по интерфейсам связи RS485.
- 3 Значение 0 соответствует выключенному прямому управлению унифицированным выходом.
- 4 Тайм-аут управления (удержание установленного значения) составляет 2,5 минуты

Таблица 42. Регистры состояния унифицированных токовых выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Выход 1	Выход 2	Выход 3	Выход 4	
Канал включен (0 - отключен; 1 - включен)	Enabled	Byte (1)	0x1200	0x1230	0x1260	0x1290	
Флаг инициализации без ошибок	InitOk	Byte (1)	0x1201	0x1231	0x1261	0x1291	
Флаг вывода тока неисправности	ErrorCurrentOut	Byte (1)	0x1202	0x1232	0x1262	0x1292	
Служебный. Тип данных	DataType	Byte (1)	0x1203	0x1233	0x1263	0x1293	
Служебный. Адрес регистра	DataAddress	UShort (2)	0x1204	0x1234	0x1264	0x1294	
Устанавливаемое значение ЦАП	DAC_ForOut	UShort (2)	0x1206	0x1236	0x1266	0x1296	
Устанавливаемое значение тока, мА	CurrentForOut	Float (4)	0x1208	0x1238	0x1268	0x1298	
Устанавливаемое значение параметра	ValueForOut	Float (4)	0x120C	0x123C	0x126C	0x129C	
Расчет выводимого тока. Коэффициент 'A'	coffParamToCurr_A	Float (4)	0x1210	0x1240	0x1270	0x12A0	
Расчет выводимого тока. Коэффициент 'B'	coffParamToCurr_B	Float (4)	0x1214	0x1244	0x1274	0x12A4	
Расчет значения ЦАП. Коэффициент 'A'	coffCurrToDAC_A	Float (4)	0x1218	0x1248	0x1278	0x12A8	
Расчет значения ЦАП. Коэффициент 'B'	coffCurrToDAC_B	Float (4)	0x121C	0x124C	0x127C	0x12AC	
Принятое значение ЦАП прямого управления выходом	DirectValue	UShort (2)	0x1220	0x1250	0x1280	0x12B0	
Счетчик времени тайм-аута прямого управления выходом	DirectTimeCount	UShort (2)	0x1222	0x1252	0x1282	0x12B2	
Служебный. Адрес регистра MCU	DataPoint	ULong (4)	0x1224	0x1254	0x1284	0x12B4	
Служебный	DacBuffer	UShort (2)	0x1228	0x1258	0x1288	0x12B8	
Резерв, равен нулю	Reserv	3 x UShort (2)	0x122A	0x125A	0x128A	0x12BA	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

**4.5.8 Фактические размеры меток контрольных поверхностей**

Таблица 43. Регистры настройки длины меток КП

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Длина метки #01, мкм	Length_01	Float (4)	0x4000	0x4100	0x4200	0x4300	
Длина метки #02, мкм	Length_02	Float (4)	0x4004	0x4104	0x4204	0x4304	
Длина метки #03, мкм	Length_03	Float (4)	0x4008	0x4108	0x4208	0x4308	
Длина метки #64, мкм	Length_64	Float (4)	0x40FC	0x41FC	0x42FC	0x43FC	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x11	0x12	0x13	0x14	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Требуется повторная инициализация канала для принятия изменений.

Таблица 44. Регистры настройки длины меток КП

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Высота метки #01, мкм	Height_01	Float (4)	0x4400	0x4500	0x4600	0x4700	
Высота метки #02, мкм	Height_02	Float (4)	0x4404	0x4504	0x4604	0x4704	
Высота метки #03, мкм	Height_03	Float (4)	0x4408	0x4508	0x4608	0x4708	
Высота метки #64, мкм	Height_64	Float (4)	0x44FC	0x45FC	0x46FC	0x47FC	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x25	0x26	0x27	0x28	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.



Таблица 45. Регистры измерения длины меток КП

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Длина метки #01, мкм	Length_01	Float (4)	0x4800	0x4900	0x4A00	0x4B00	
Длина метки #02, мкм	Length_02	Float (4)	0x4804	0x4904	0x4A04	0x4B04	
Длина метки #03, мкм	Length_03	Float (4)	0x4808	0x4908	0x4A08	0x4B08	
Длина метки #64, мкм	Length_64	Float (4)	0x48FC	0x49FC	0x4AFC	0x4BFC	
Команда копирования измеренной длины меток в регистры настройки (адрес 0xFF01)		Byte (1)	0x81	0x82	0x83	0x84	

Примечания:

- 1 Регистры доступны только для чтения.
- 2 Измерение проводится только если включен алгоритм компенсации неточности длины меток КП.

Таблица 46. Регистры измерения длины меток КП

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Прим.
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Высота метки #01, мкм	Height_01	Float (4)	0x4C00	0x4D00	0x4E00	0x4F00	
Высота метки #02, мкм	Height_02	Float (4)	0x4C04	0x4D04	0x4E04	0x4F04	
Высота метки #03, мкм	Height_03	Float (4)	0x4C08	0x4D08	0x4E08	0x4F08	
Высота метки #64, мкм	Height_64	Float (4)	0x4CFC	0x4DFC	0x4EFC	0x4FFC	
Команда копирования измеренной высоты меток в регистры настройки (адрес 0xFF01)		Byte (1)	0x89	0x8A	0x8B	0x8C	

Примечания:

- 1 Регистры доступны только для чтения.
- 2 Измерение проводится только если включен алгоритм компенсации неточности высоты меток КП.

#### 4.5.9 Интерфейсы связи RS485

Таблица 47. Регистры настройки интерфейсов RS485

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Прим.
			Порт #01	Порт #02	
Разрешить работу интерфейса (0 - отключен; 1 - включен)	Enabled	Byte (1)	0x2C00	0x2D00	
Адрес устройства от 1 до 247	Address	Byte (1)	0x2C01	0x2D01	
Скорость обмена 0 - 230 400 бит/с 1 - 115 200 бит/с 2 - 57 600 бит/с 3 - 38 400 бит/с 4 - 19 200 бит/с 5 - 9 600 бит/с 6 - 4 800 бит/с	Speed	Byte (1)	0x2C02	0x2D02	
Поддерживать широковещательный адрес (0 - отключено; 1 - включено)	AllowCommonAddressing	Byte (1)	0x2C03	0x2D03	
Разрешить команды записи для изменения настроек (0 - отключено; 1 - включено)	AllowWriting	Byte (1)	0x2C04	0x2D04	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	7 x Byte (1)	0x2C05	0x2D05	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x0D	0x0E	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Изменение вступают в силу только после повторной инициализации интерфейсов.

**4.5.10 Интерфейсы связи CAN**

Таблица 48. Регистры настройки интерфейсов CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Прим.
			Порт #01	Порт #02	
Разрешить работу интерфейса (0 - отключен; 1 - включен)	Enabled	Byte (1)	0x2E00	0x2F00	
Скорость обмена 0 - 1 000 кбит/с 1 - 500 кбит/с 2 - 250 кбит/с 3 - 200 кбит/с 4 - 125 кбит/с 5 - 100 кбит/с 6 - 80 кбит/с 7 - 40 кбит/с	Speed	Byte (1)	0x2E01	0x2F01	
Адрес устройства. Код SID (от 0x0000 до 0x07FF)	TxAddressSID	UShort (2)	0x2E02	0x2F02	
Периодичность отправки сообщений, Длительность одного цикла (дискретность по 100мс)	TxPeriod	Byte (1)	0x2E04	0x2F04	
Активных циклов отправки сообщений (от 1 до 8)	TxCycles	Byte (1)	0x2E05	0x2F05	
Задержка между отправкой CAN сообщений (дискретность по 0.25мс)	TxDelay250us	Byte (1)	0x2E06	0x2F06	
Разрешить прием данных (0 - запретить; 1 - разрешить)	RxEnabled	Byte (1)	0x2E07	0x2F07	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	6 x ULong (4)	0x2E08	0x2F08	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x0F	0x10	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Изменение вступают в силу только после повторной инициализации интерфейсов.

Таблица 49. Регистры состояния интерфейсов CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Прим.
			Порт #01	Порт #02	
Флаги состояния бит 0 - Интерфейс инициализирован без ошибок бит 1 - Передача данных включена биты 2-7 - Служебные бит 8 - Прием данных включен биты 9-15 - Резерв, раны нулю бит 16 - Ошибка инициализации биты 17-31 - Резерв, раны нулю	Status	ULong (4)	0x1D00	0x1D60	
Счетчик отправки сообщений	TxCOUNTER	ULong (4)	0x1D04	0x1D64	
Служебный	Mode	Byte (1)	0x1D08	0x1D68	
Скорость обмена (код, аналогичный настройке скорости обмена)	Speed	Byte (1)	0x1D09	0x1D69	
Адрес устройства. Код SID	AddressSID	UShort (2)	0x1D0A	0x1D6A	
Время отправки сообщений в цикле #01, мс	TxCycleTime_01	Float (4)	0x1D0C	0x1D6C	
Время отправки сообщений в цикле #02, мс	TxCycleTime_02	Float (4)	0x1D10	0x1D70	
Время отправки сообщений в цикле #03, мс	TxCycleTime_03	Float (4)	0x1D14	0x1D74	
Время отправки сообщений в цикле #04, мс	TxCycleTime_04	Float (4)	0x1D18	0x1D78	
Время отправки сообщений в цикле #05, мс	TxCycleTime_05	Float (4)	0x1D1C	0x1D7C	
Время отправки сообщений в цикле #06, мс	TxCycleTime_06	Float (4)	0x1D20	0x1D80	
Время отправки сообщений в цикле #07, мс	TxCycleTime_07	Float (4)	0x1D24	0x1D84	
Время отправки сообщений в цикле #08, мс	TxCycleTime_08	Float (4)	0x1D28	0x1D88	
Служебный	Service	5 x ULong (4)	0x1D2C	0x1D8C	
Прием данных, фильтр SID	RxFILTERSID	UShort (2)	0x1D40	0x1DA0	
Прием данных, маска SID	RxMaskSID	UShort (2)	0x1D42	0x1DA2	
Прием данных, фильтр EID	RxFILTEREID	ULong (4)	0x1D44	0x1DA4	
Прием данных, маска EID	RxMaskEID	ULong (4)	0x1D48	0x1DA8	
Резерв, равен нулю	Reserv	5 x ULong (4)	0x1D4C	0x1DAC	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

Таблица 50. Регистры приемного буфера данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Значение #01, адрес 0	CanRxData_01	Float (4)	0x1C00	
Значение #01, адрес 4	CanRxData_02	Float (4)	0x1C04	
Значение #01, адрес 8	CanRxData_03	Float (4)	0x1C08	
Значение #64, адрес 252	CanRxData_64	Float (4)	0x1CFC	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

Таблица 51. Регистры настройки передачи данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Сообщение #01	CanTxMessages_01	Struct (8)	0x2100	
Разрешение передачи / номер порта CAN 0 - Отключено 1 - Включено, порт #01 2 - Включено, порт #02	EnabledPort	Byte (1)	0x2100	
Приоритет передачи (от 0 до 7) 0 - Не передавать 1 - Высокий приоритет 7 - Низкий приоритет	Priority	Byte (1)	0x2101	
Передавать в циклах (битовое поле): биты 0-7 - циклы #01 - #08	CycleMask	Byte (1)	0x2102	
Количество байт, передаваемых за один цикл (активно, если необходимо передать более 8 байт)	BytesToSendPerCycle	Byte (1)	0x2103	
Адрес начала передаваемых данных (по таблице интерфейсов связи)	Address	UShort (2)	0x2104	
Длина байт (если больше 8, то формируется несколько сообщений)	Lendth	UShort (2)	0x2106	
Сообщение #02	CanTxMessages_02	Struct (8)	0x2108	
Сообщение #03	CanTxMessages_03	Struct (8)	0x2110	
Сообщение #16	CanTxMessages_16	Struct (8)	0x2178	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Изменение вступают в силу только после повторной инициализации интерфейсов.
- 3 Команда сохранения параметров передачи данных по CAN интерфейсу в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x21

Таблица 52. Регистры состояния передачи данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Сообщение #01	CanTxMessageItem_01	Struct (16)	0x1E00	
Флаги состояния бит 0 - Включено бит 1 - Ошибка параметров биты 2-15 - Резерв, равны нулю	Status	UShort (2)	0x1E00	
Служебный, счетчик байт	ByteCounter	UShort (2)	0x1E02	
Служебный, адрес данных	Address	UShort (2)	0x1E04	
Служебный, длина байт	Lendth	UShort (2)	0x1E06	
Служебный, адрес MCU	Point	ULong (4)	0x1E08	
Резерв, равен нулю	Reserv	ULong (4)	0x1E0C	
Сообщение #02	CanTxMessageItem_02	Struct (16)	0x1E10	
Сообщение #03	CanTxMessageItem_03	Struct (16)	0x1E20	
Сообщение #16	CanTxMessageItem_16	Struct (16)	0x1EF0	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

Таблица 53. Регистры настройки приема данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Источник #01	CanRxSource_01	Struct (32)	0x2200	
Разрешение приема / номер порта CAN 0 - Отключено 1 - Включено, порт #01 2 - Включено, порт #02	EnabledPort	Byte (1)	0x2200	
Тайм-аут отсутствия сообщения от источника (по 0,1 секунде)	TimeoutReceiveData	Byte (1)	0x2201	
Учитывать код сообщения (0 - не учитывать; 1 - учитывать)	UseMessageID	Byte (1)	0x2202	
Код сообщения (первый байт данных в сообщении CAN)	MessageID	Byte (1)	0x2203	
Адрес CAN. Код SID (16-разрядное значение)	SID	UShort (2)	0x2204	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	UShort (2)	0x2206	
Адрес CAN. Код EID (32-разрядное значение)	EID	ULong (4)	0x2208	
Устанавливаемое значение при отсутствии связи	ValueNoLink	Float (4)	0x220C	
Выделение данных Правило (всегда должно равняться нулю)	TypeOfRule	Byte (1)	0x2210	
Выделение данных Тип данных (всегда должно равняться нулю)	TypeOfData	Byte (1)	0x2211	
Выделение данных. Смещение в сообщении, байт	Offset	Byte (1)	0x2212	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	Byte (1)	0x2213	
Адрес в приемном буфере CAN (от 0 до 255)	AddressWrite	UShort (2)	0x2214	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	5 x UShort (2)	0x2216	
Источник #02	CanRxSource_02	Struct (32)	0x2220	
Источник #03	CanRxSource_03	Struct (32)	0x2240	
Источник #08	CanRxSource_08	Struct (32)	0x22E0	

## Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Изменение вступают в силу только после повторной инициализации интерфейсов.
- 3 Команда сохранения параметров приема данных по CAN интерфейсу в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x22

Таблица 54. Регистры состояния приема данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Источник #01	CanRxData_01	Struct (16)	0X1F00	
Разрешение приема / номер порта CAN 0 - Отключено 1 - Включено, порт #01 2 - Включено, порт #02	EnabledPort	Byte (1)	0X1F00	
Флаг - Сообщение получено	IsReceived	Byte (1)	0X1F01	
Тайм-аут приема сообщения (значение 0 - сообщения отсутствуют)	TimeOutCounter	Byte (1)	0X1F02	
Число принятых байт	Length	Byte (1)	0X1F03	
Флаг - Ошибка параметров обработки данных	ErrorSettings	Byte (1)	0X1F04	
Резерв, равен нулю	Reserv	3 x Byte (1)	0X1F05	
Принятые данные. Байт 00 - 07	Data	8 x Byte (1)	0X1F08	
Источник #02	CanRxData_02	Struct (16)	0X1F10	
Источник #03	CanRxData_03	Struct (16)	0X1F20	
Источник #08	CanRxData_08	Struct (16)	0X1F70	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

#### 4.5.11 Логическая сигнализация

Таблица 55. Регистры настройки логических выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Логическое правило выхода #01 (16 команд)	LogicOut_01	16 x Ushort (2)	0x2800	
Логическое правило выхода #02	LogicOut_02	16 x Ushort (2)	0x2820	
Логическое правило выхода #03	LogicOut_03	16 x Ushort (2)	0x2840	
Логическое правило выхода #14	LogicOut_14	16 x Ushort (2)	0x29A0	
Логическое правило светодиода 'Warn'	LedWR	16 x Ushort (2)	0x29C0	
Светодиод 'Alarm'	LedAL	16 x Ushort (2)	0x29E0	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Описание команд логических правил представлено в таблице 57.
- 3 Команда сохранения логических правил выходов #01 - #08 в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x19
- 4 Команда сохранения логических правил выходов #09 - #14, светодиодов 'Warn', 'Alarm' в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x1A

Таблица 56. Регистры настройки логических внутренних портов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Логическое правило порта #01	LogicSoft_01	16 x Ushort (2)	0x2A00	
Логическое правило порта #02	LogicSoft_02	16 x Ushort (2)	0x2A20	
Логическое правило порта #03	LogicSoft_03	16 x Ushort (2)	0x2A40	
Логическое правило порта #08	LogicSoft_08	16 x Ushort (2)	0x2AE0	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Описание команд логических правил представлено в таблице 57.
- 3 Команда сохранения логических правил портов #01 - #08 в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x1B



Таблица 57. Структура команды логических правил

Название	Обозначение	Биты
<b>Код операции</b> 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)
<b>Код памяти (регистра)</b> 0x00 - нет ссылки на память 0x01 - нет ссылки на память 0x02 - локальная память (16 бит) собственное для каждого логического выхода (очищается перед выполнением) 0x03 - глобальная память (16 бит) общая для всех логических выходов (очищается перед выполнением)  0x04 - Регистр <i>Global</i> состояния модуля (32 бита) 0x05 - Регистр <i>Error</i> состояния модуля (32 бита) 0x06 - Регистр <i>Warning</i> состояния модуля (32 бита) 0x07 - Регистр <i>Status</i> состояния микросхемы памяти AT45DB041D (8 бит)  0x08 - Регистр <i>Status</i> состояния канала синхронизации #01 (32 бита) 0x09 - Регистр <i>Status</i> состояния канала синхронизации #02 (32 бита) 0x0A - нет ссылки на память 0x0B - нет ссылки на память  0x0C - Регистр <i>Status</i> состояния канала измерения #01 (32 бита) 0x0D - Регистр <i>Status</i> состояния канала измерения #02 (32 бита) 0x0E - Регистр <i>Status</i> состояния канала измерения #03 (32 бита) 0x0F - Регистр <i>Status</i> состояния канала измерения #04 (32 бита)  0x10 - Регистров флагов активного состояния алгоритмов уставок (32 бита) 0x11 - Регистров флагов приема сообщений по CAN интерфейсам (32 бита) 0x12 - нет ссылки на память 0x13 - нет ссылки на память	Memory	6 : 10 (5)
Адрес в памяти (номер бита в регистре)	Address	0 : 5 (6)

## 4.5.12 Уставки

Таблица 58. Регистры настройки уставок

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Уставка #01	TestPoint_01	Struct (32)	0x3C00	
Режим работы 0 - Выключено 1 - Выше чем 2 - Ниже чем	Mode	Byte (1)	0x3C00	2
Позиция вывода на ЖКИ МИ001 0 - Не выводится от 1 до 4 - Номер позиции	LcdPositionOut	Byte (1)	0x3C01	
Адрес контролируемого параметра (по таблицам интерфейсов связи)	DataAddress	Ushort (2)	0x3C02	2
Блокировка работы. Маска, логика 'ИЛИ' по регистру Global состояния модуля	ErrorMask	ULong (4)	0x3C04	
Основное значение сравнения	CheckValue_Main	Float (4)	0x3C08	
Вспомогательное значение сравнения	CheckValue_Second	Float (4)	0x3C0C	
Гистерезис	CheckValue_Hist	Float (4)	0x3C10	
Установка флага срабатывания уставки (по 0,1 сек)	ToggleTime_Set	Byte (1)	0x3C14	
Сброса флага срабатывания уставки (по 0,1 сек)	ToggleTime_Reset	Byte (1)	0x3C15	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	Ushort (2)	0x3C16	
Информационная строка	InfoString	Char (8)	0x3C18	
Уставка #02	TestPoint_02	Struct (32)	0x3C20	
Уставка #03	TestPoint_03	Struct (32)	0x3C40	
Уставка #16	TestPoint_16	Struct (32)	0x3DE0	

## Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.
- 2 Изменения вступают в силу после повторной инициализации модуля.
- 3 Команда сохранения параметров уставок #01 - #08 в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x1D
- 4 Команда сохранения параметров уставок #09 - #14 в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x1E

Таблица 59. Регистры состояния уставок

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Уставка #01	TestPoint_01	Struct (16)	0x0700	
Режим работы 0 - Выключено 1 - Выше чем 2 - Ниже чем	Mode	Byte (1)	0x0700	
Счетчик времени 'Нижняя граница'	TimeCounter_Less	Byte (1)	0x0701	
Счетчик времени 'Верхняя граница'	TimeCounter_More	Byte (1)	0x0702	
Флаги состояния (битовое поле): бит 0 - Включено бит 1 - Ошибка инициализации бит 2 - Активное состояние бит 3 - Флаг 'Нижняя граница' бит 4 - Флаг 'Верхняя граница' бит 5 - Гистерезис не применяется бит 6 - Заблокировано по флагам неисправности бит 7 - Резерв, равен нулю	Status	Byte (1)	0x0703	
Источник. Принятый адрес параметра	adrData	Ushort (2)	0x0704	
Резерв, равен нулю	Reserv	Ushort (2)	0x0706	
Источник. Адрес MCU (служебный)	PointData	ULong (4)	0x0708	
Резерв, равен нулю	Reserv	ULong (4)	0x070C	
Уставка #02	TestPoint_02	Struct (16)	0x0710	
Уставка #03	TestPoint_03	Struct (16)	0x0720	
Уставка #16	TestPoint_16	Struct (16)	0x07F0	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

## 4.5.13 Запрос спектра крутильных колебаний

Таблица 60. Команда запроса спектра

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Команда захвата спектра в буфер (структура)	CommandCapture	Ushort (2)	0xFF0F	
Номер запрашиваемого канала 0 - остановить выполняемый запрос	ChannelNum	биты 0 - 3		
Тип канала 0 - Физический канал 1 - Виртуальный канал	ChannelType	бит 4		
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	биты 5-7		
Идентификационный код запроса	RequestID	биты 8-15		

Примечания:

- 1 Регистр доступен только для записи.
- 2 По интерфейсу RS485 запись должна выполняться командой «Preset Single Registers».

Таблица 61. Регистры контроля исполнения команды запроса спектра

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Флаги состояния	TaskStatus	0x1900	ULong (4)	
Выполняется	Busy	бит 0		
Выполнено без ошибок	Done	бит 1		
Отмена выполнения	Cancel	бит 2		
Прервано по ошибке в ходе выполнения	Error	бит 3		
Прервано по тайм-ауту	TimeOut	бит 4		
Прервано по защите от недостоверных вычислений	Protect	бит 5		
Запрос до выполнения предыдущего	Overtask	бит 6		
Ошибка в запросе	BadRequest	бит 7		
Служебные	Service	биты 8-15		
Аргумент запроса	Scenario	биты 16-23		
Идентификатор запроса	RequestID	биты 24-31		
Длительность выполнения запроса, мс	RunTime	Float (4)	0x1904	
Принятая частота вращения ротора, об/мин	FreqRotorRPM	Float (4)	0x1908	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

Таблица 62. Регистры буфера захвата спектра

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Линия #000. Постоянная составляющая, равна нулю	CaptureBuffer_#000	Float (4)	0x5000	
Линия #001. 1/32 оборотная составляющая	CaptureBuffer_#001	Float (4)	0x5004	
Линия #002. 2/32 оборотная составляющая	CaptureBuffer_#002	Float (4)	0x5008	
Линия #128. 4-я оборотная составляющая	CaptureBuffer_#128	Float (4)	0x5200	

Примечание: Регистры доступны только для чтения.

#### 4.5.14 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 63. Список управляющих регистров

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие	Прим.
0xFF00	0x55	Сброс модуля (аналогично включению питания модуля)	
0xFF02	0x33	Блокировка логической сигнализации	
	0xCC	Нормальная работа логической сигнализации	
0xFF06		Запись параметров работы в энергонезависимую память модуля	1
	0x02	Системные настройки	
	0x03	Системные калибровочные данные	
	0x04	Таблица АЧХ	
	0x05	Параметры канала измерения #01	
	0x06	Параметры канала измерения #02	
	0x07	Параметры канала измерения #03	
	0x08	Параметры канала измерения #04	
	0x09	Калибровочные данные канала измерения #01	
	0x0A	Калибровочные данные канала измерения #02	
	0x0B	Калибровочные данные канала измерения #03	
	0x0C	Калибровочные данные канала измерения #04	
	0x0D	Параметры интерфейса связи RS485 #01	
	0x0E	Параметры интерфейса связи RS485 #02	
	0x0F	Параметры интерфейса связи CAN #01	
	0x10	Параметры интерфейса связи CAN #02	
	0x11	Длина меток КП канала измерения #01	
	0x12	Длина меток КП канала измерения #02	
	0x13	Длина меток КП канала измерения #03	
	0x14	Длина меток КП канала измерения #04	
	0x15	Параметры канала синхронизации #01	
	0x16	Параметры канала синхронизации #02	
	0x17	Параметры виртуальных каналов #01-#04	
	0x19	Правила логических выходов #01-#08	
	0x1A	Правила логических выходов #09-#14, светодиодов 'Warn', 'Alarm'	
	0x1B	Правила логических портов #01-#08	
	0x1D	Параметры уставок #01-#08	
	0x1E	Параметры уставок #09-#16	
	0x21	Параметры передачи данных по интерфейсам CAN	
	0x22	Параметры приема данных по интерфейсам CAN	
	0x23	Параметры унифицированных токовых выходов #01-#04	
	0x24	Калибровочные данные унифицированных токовых выходов #01-#04	
0x25	Высота меток КП канала измерения #01		
0x26	Высота меток КП канала измерения #02		
0x27	Высота меток КП канала измерения #03		
0x28	Высота меток КП канала измерения #04		
0xFF07	0x21	Запись всех параметров настройки модуля в энергонезависимую память	1, 2
0xFF0F		Запрос спектра, описание команды представлено в таблице 60	

Примечания:

1. Логическая сигнализация должна быть заблокирована.
2. Во время записи работа модуля останавливается. После записи автоматически выполняется сброс модуля.

## 5 Программное обеспечение

Специализированной программой для настройки модуля контроля МК62 является ПО ModuleConfigurator, которая имеет удобный интерфейс и возможность доступа ко всем параметрам модуля. Для работы программы настройки необходимо подключить модуль МК62 к персональному компьютеру через плату диагностического интерфейса MC01 USB или по интерфейсам USB, RS485.

Основные особенности программы:

- Возможность наблюдения в реальном времени текущих показаний индикатора и сигнализации МК62;
- Настройка всех параметров каналов измерения, интерфейсов связи и общих параметров модуля;
- Генерация текстового отчета настроек логической сигнализации и всего модуля в целом;
- Загрузка/сохранение настроек в файл;
- Калибровка входа;
- Калибровка унифицированного выхода и тестового сигнала.

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

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

Перед соединением с модулем МК62 в ПО ModuleConfigurator необходимо выбрать настройку МК62.

## 6 Техническое обслуживание

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

- Техническое обслуживание аппаратуры
- Текущий ремонт
- Поверка аппаратуры

## Приложения

### А. Расположение органов регулировки на плате модуля МК62

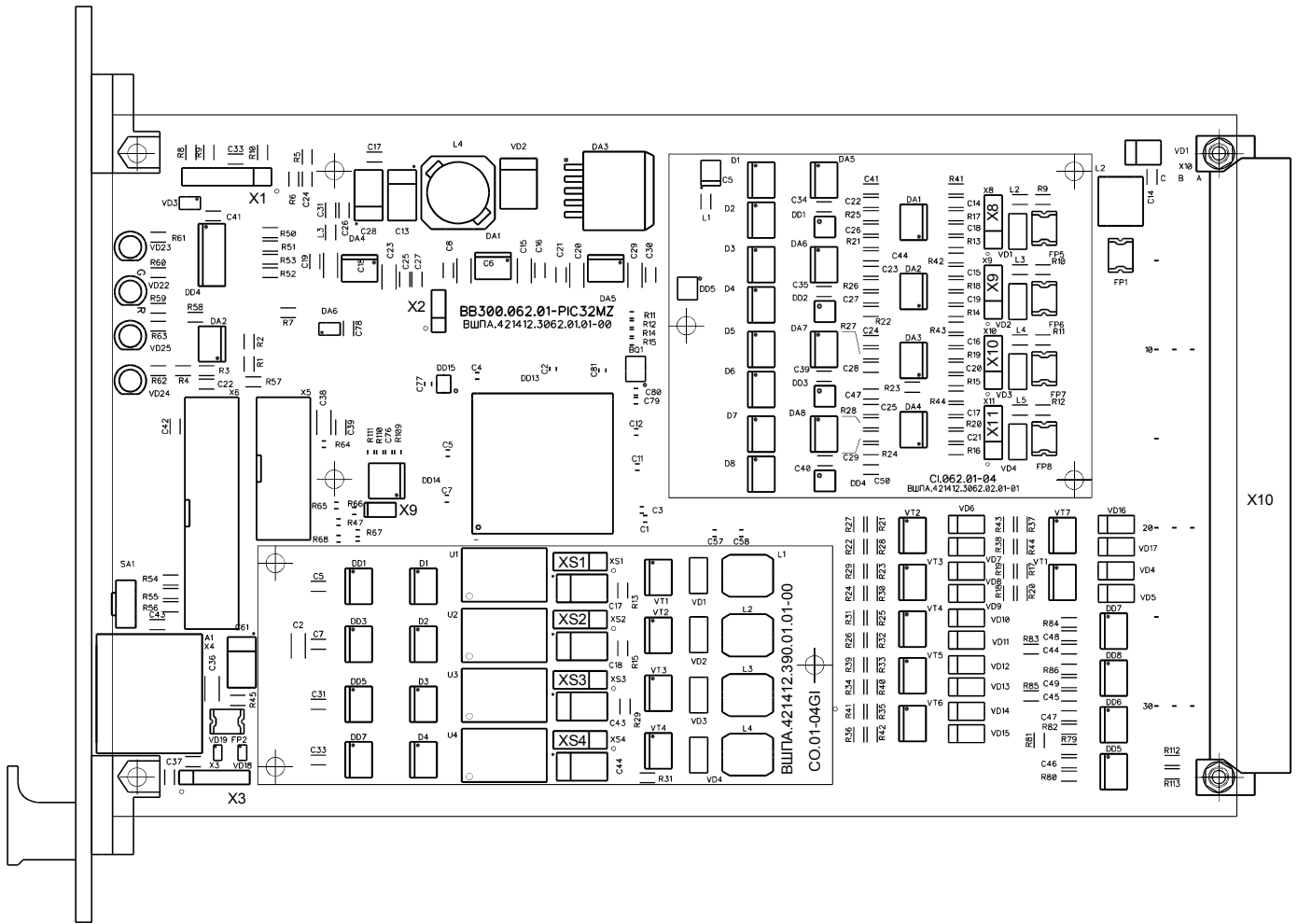


Рисунок 58. Расположение элементов на плате модуля МК62

#### Назначение разъемов

Обозначение	Назначение
X10	Основной коммутационный разъем
X2	Тестовый разъем
X3	Диагностический интерфейс I <sup>2</sup> C, служебный
X1	Программирование микропроцессора, служебный

#### Перемычки X8, X9, X10, X11 на плате CI.062.01-04

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 XS1, XS2, XS3, XS4 на плате CO.01-04GI

Выбор режима работы унифицированных токовых выхода 1, 2, 3, 4 (соответственно)

Положение	Режим
Снята	Выход отключен
1-2	Пассивный регулятор
2-3	Источник тока

#### Перемычка X9 - защита записи в энергонезависимую память

Снята	Запись разрешена
Установлена	Запись запрещена

**В. Назначение контактов коммутационного разъема модуля**

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Прим.
A2, B1, C2 A32, B31, C32	GND	Общий	
A3	Logic IN 02	Логический вход #02	
B3	SYNC IN 01	Вход синхронизации #01	
A4	Logic IN 01	Логический вход #01	
C4	SYNC IN 02	Вход синхронизации #02	
A6, B5, C6	+24V	Вход напряжения питания +24В	
B7	CH1 PWR +V	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала #01	
B9	CH2 PWR +V	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала #02	
B11	CH3 PWR +V	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала #03	
B13	CH4 PWR +V	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала #04	
C8	CH1 IN A	Вход канала измерения #01	1
C10	CH2 IN A	Вход канала измерения #02	1
C12	CH3 IN A	Вход канала измерения #03	1
C14	CH4 IN A	Вход канала измерения #04	1
B15	CH1 Iout A	Унифицированный выход #01, вывод А	
C15	CH1 Iout B	Унифицированный выход #01, вывод В	
C16	CH2 Iout A	Унифицированный выход #02, вывод А	
B16	CH2 Iout B	Унифицированный выход #02, вывод В	
B17	CH3 Iout A	Унифицированный выход #03, вывод А	
C17	CH3 Iout B	Унифицированный выход #03, вывод В	
C18	CH4 Iout A	Унифицированный выход #04, вывод А	
B18	CH5 Iout B	Унифицированный выход #04, вывод В	
A20	Logic OUT 01	Логический выход #01	2
A22	Logic OUT 02	Логический выход #02	2
A24	Logic OUT 03	Логический выход #03	2
A26	Logic OUT 04	Логический выход #04	2
B19	Logic OUT 05	Логический выход #05	2
B21	Logic OUT 06	Логический выход #06	2
B23	Logic OUT 07	Логический выход #07	2
B25	Logic OUT 08	Логический выход #08	2
C20	Logic OUT 09	Логический выход #09	2
C22	Logic OUT 10	Логический выход #10	2
C24	Logic OUT 11	Логический выход #11	2
C26	Logic OUT 12	Логический выход #12	2, 3
A21	Logic OUT 13	Логический выход #13	2
A23	Logic OUT 14	Логический выход #14	2
A28	CAN-GND	Интерфейс CAN, общий	
B27	CAN1-H	Интерфейс CAN #01, линия H	
C28	CAN1-L	Интерфейс CAN #01, линия L	
C27	CAN2-H	Интерфейс CAN #02, линия H	
B28	CAN2-L	Интерфейс CAN #02, линия L	
A30	RS485-GND	Интерфейс RS485, общий	
B29	1-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 #01, линия B	
C30	1-RS485-A(+)	Интерфейс RS485 #01, линия A	
B30	2-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 #02, линия B	
C29	2-RS485-A(+)	Интерфейс RS485 #01, линия A	

## Примечания:

1. Если канал не используется, то вывод может быть оставлен не подключенным, в настройках модуля необходимо отключить работу данного канала.
2. Логика работы определяется при настройке модуля.
3. При ошибке чтения параметров из энергонезависимой памяти будет присутствовать активный уровень. Рекомендуется назначать все сигналы неисправности модуля (тест датчиков и т.д.) на данный выход.



---

Для заметок