



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

АППАРАТУРА «ВИБРОБИТ 300»

Модуль контроля МК65

Инструкция по настройке
(с версией ПО модуля от 01.01)

ВШПА.421412.3065 И1

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

Инструкция по настройке модуля МК65 предназначена для ознакомления пользователей (потребителей) с основными принципами работы и методами настройки модуля синхронизации измерений крутильных колебаний МК65 аппаратуры «Вибробит 300» с версией программного обеспечения (ПО) 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, программного обеспечения без ухудшения технических характеристик изделия.

Редакция 0 от 14.04.2017

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.....	5
2 Технические характеристики.....	6
3 Работа модуля.....	9
3.1 Средства индикации и управления.....	9
3.2 Начало работы.....	11
3.2.1 Включение питания.....	11
3.2.2 Сброс модуля.....	11
3.2.3 Команда «Сохранить все параметры».....	11
3.3 Структура модуля МК65.....	12
3.4 Системные параметры и контроль состояния модуля МК65.....	13
3.4.1 Идентификационные данные.....	13
3.4.2 Системные настройки модуля.....	14
3.4.3 Системные калибровочные данные.....	14
3.4.4 Контроль состояния модуля.....	15
3.4.5 Вывод данных на индикатор.....	17
3.5 Физические каналы измерения.....	18
3.6 Измерение параметров.....	20
3.6.1 Системные параметры.....	20
3.6.2 Постоянный ток датчика.....	21
3.6.3 Статический зазор.....	22
3.6.4 Выделение логических импульсов меток КП (компаратор).....	22
3.6.5 Частота вращения КП.....	24
3.6.6 Постоянный зазор от датчика до КП.....	24
3.7 Угол компенсации синхросигнала.....	25
3.7.1 Компенсация изменения зазора КП вдоль оси датчика.....	25
3.7.2 Компенсация изменения зазора КП перпендикулярно оси датчика.....	27
3.8 Унифицированные токовые выходы.....	28
3.9 Логическая сигнализация.....	29
3.9.1 Контроль исправности канала измерения.....	29
3.9.2 Уставки.....	30
3.9.3 Логические выходы.....	31
3.9.4 Внутренние логические порты.....	32
3.9.5 Логические входы.....	32
3.10 Калибровка модуля.....	33
3.10.1 Калибровка канала измерения по постоянному току.....	33
3.10.2 Калибровка унифицированных токовых выходов.....	34
4 Цифровые интерфейсы управления.....	35
4.1 Интерфейс RS485.....	35
4.1.1 Настройка параметров работы модуля по протоколу ModBus.....	35
4.1.2 Поддерживаемые команды протокола ModBus.....	36
4.1.3 Вычисление контрольной суммы в сообщениях.....	37
4.1.4 Особенности управления по протоколу ModBusRTU.....	37
4.2 Интерфейс CAN2.0B.....	37
4.2.1 Настройка интерфейсов CAN.....	37
4.2.2 Передача данных по CAN интерфейсу.....	38
4.2.3 Прием данных по интерфейсу CAN.....	39
4.3 Ведомый интерфейс I2C.....	40
4.4 Интерфейс USB.....	40
4.5 Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов).....	41
4.5.1 Системные настройки модуля.....	41
4.5.2 Идентификационные данные.....	46
4.5.3 Каналы измерения.....	47
4.5.4 Вывод данных на ЖКИ.....	53
4.5.5 Унифицированные токовые выходы.....	54
4.5.6 Интерфейсы связи RS485.....	57
4.5.7 Интерфейсы связи CAN.....	58
4.5.8 Логическая сигнализация.....	63
4.5.9 Уставки.....	65
4.5.10 Управляющие команды.....	67
5 Программное обеспечение.....	68
6 Техническое обслуживание.....	69
Приложение А.....	70
Приложение Б.....	72

1 Общие сведения

Модуль контроля МК65 (далее модуль МК65), из состава аппаратуры «Вибробит 300», предназначен для синхронизации измерения размаха крутильных колебаний модулями МК62.

В основе модуля МК65 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 МК65 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 МК65 являются:

- измерение частоты вращения;
 - управляемый компаратор выделения импульсов;
 - измерение и контроль частоты вращения ротора;
 - измерение зазора до КП;
 - расчет угла компенсации фазового сигнала;
- контроль исправности канала измерения;
- 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 графический ЖКИ модуля.

Все настройки модуля МК65 осуществляются с помощью персонального компьютера (ПК) или специализированного прибора наладчика ПН31. Для настройки модуля МК65 с помощью ПК на компьютере должна быть запущено программное обеспечение ModuleConfigurator.exe, модуль МК65 должен быть подключен к ПК через модуль диагностического интерфейса MC01 USB (интерфейс ПК USB).

Конструктивно модуль МК65 выполнен в виде модуля 3U для каркасов типа «Евромеханика» 19".

Таблица 1 - Варианты исполнения модуля контроля МК65

Код исполнения	Обозначение	Примечание
МК65-DC-20-04GI-DP	ВШПА.421412.3065	Расширенная система индикации и управления, лицевая панель 40 мм. На лицевой панели модуля расположен графический ЖКИ с возможностью отображения результатов измерений по всем каналам одновременно, а также принятые данные по интерфейсам связи, светодиоды ограниченной системы индикации и управляющие кнопки. Четыре унифицированных гальванически изолированных токовых выхода. Диагностический интерфейс D.port.
МК65-DC-20-04GI-USB	ВШПА.421412.3065-01	Аналогично МК65-DC-20-04GI-DP с реализацией диагностического интерфейса USB

2 Технические характеристики

Таблица 2 - Основные технические характеристики модуля МК65

Наименование параметра	Значение
Количество каналов измерения	4
Диапазоны измерения входного сигнала постоянного тока, мА	1 – 5; 4 – 20
Входное сопротивление, Ом <ul style="list-style-type: none"> • постоянного тока • постоянного напряжения 	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"> • постоянное напряжение, В, не более • ток выхода, мА, не более 	открытый коллектор 24 200
Количество дополнительных логических входов	4
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 ¹⁾
Диапазон рабочей температуры окружающего воздуха (от и до включ.), °С	+5 – +45
¹⁾ Ток потребления указан без учета тока потребления датчиков и других внешних цепей.	

Таблица 3 - Характеристики измерения постоянных сигналов модулем МК65

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

Таблица 4 - Характеристики измерения частоты вращения ротора модулем МК65

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 логических входов модуля МК65

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"> Логический '0', не более Логическая '1', не менее 	0,9 1,8
Сопротивление подтяжки к напряжению 3,3 В, Ом	1000 ± 50
Параметры входного сигнала синхронизации: <ul style="list-style-type: none"> амплитуда импульса, (от и до включ.), В длительность импульса, мс, не менее 	0 – 5 0,001
Встроенная защита от перенапряжений	Да

Таблица 6 - Характеристики унифицированных токовых выходов модуля МК65

Наименование параметра	Значение
Количество унифицированных сигналов постоянного тока	4
Тип унифицированных выходов ¹⁾	Пассивный регулятор Источник тока
Выходной унифицированный сигнал постоянного тока, мА	0(1) – 5 0(4) – 20
Сопротивление нагрузки выходного унифицированного сигнала, Ом, не более <ul style="list-style-type: none"> диапазон 0(1) – 5 диапазон 0(4) – 20 	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 ²⁾
¹⁾ Каждый выход имеет гальваническую изоляцию от других унифицированных выходов и источника питания модуля, режим работы определяется переключкой. ²⁾ Напряжение приложенное между любыми гальванически изолированными цепями, либо шиной заземления и любой гальванически изолированной цепью. Значения приведены для нормальных условий, согласно ГОСТ Р 53429-2009.	

Таблица 7 - 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	± 15
Гальваническая изоляция от источника питания модуля	нет

Таблица 8 - Характеристики диагностического интерфейса (D.port)

Наименование параметра	Значение
Тип интерфейса	ведомый I ² C
Адрес МК65 на интерфейсе I ² C	0x64
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 9 - 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 10 - Дополнительные характеристики модуля МК65

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 МК65 предназначен для непрерывной работы в составе автоматизированных систем контроля вибрации и механических величин (АСКВМ).

3.1 Средства индикации и управления

Лицевая панель модуля МК65 отличается в зависимости от исполнения модуля. Внешний вид лицевых панелей модуля МК65 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).

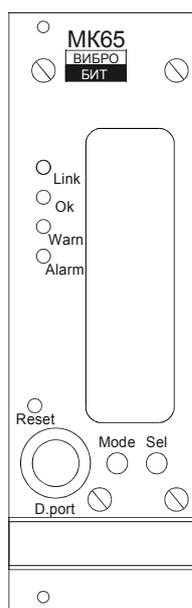
По цвету свечения светодиода можно определить состояние модуля:

- 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.

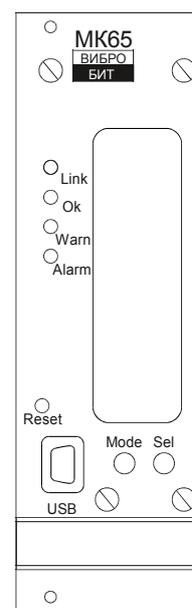
Назначение управляющих кнопок

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

В состав лицевой панели модуля МК65 входит графический ЖКИ, на котором одновременно отображаются результаты измерения и состояние всех каналов измерения.



а) МК65-DC-20-04GI-DP



б) МК65-DC-20-04GI-USB

Рисунок 1 - Внешний вид лицевой панели МК65

Отображаемая на ЖКИ информация в нормальном режиме работы полностью определяется настройками модуля. Пример отображения данных на ЖКИ представлен на рисунке 2б.

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.

VIBRO			
BIT			
МК65			
<hr/>			
. 3065	Код обозначения модуля	C1	Обозначение канала #01
Ver	Версия	3000	Частота вращения, об/мин
01.01	Программного обеспечения	0.12	Угол коррекции синхросигнала
<hr/>			
N0001	Заводской номер модуля	C2	Обозначение канала #02
*17	Год выпуска модуля	3000	Частота вращения, об/мин
OK	Результат загрузки данных	-0.08	Угол коррекции синхросигнала
<hr/>			
		0.043	Размах КК по узлу 1, гр
		0.073	Размах КК по узлу 2, гр
		0.162	Размах КК по узлу 3, гр
		0.055	Размах КК по узлу 4, гр
		0.109	Размах КК по узлу 5, гр

а) Загрузка модуля

б) Нормальный режим работы

Рисунок 2 - Пример отражения данных на ЖКИ модуля МК65

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 МК65 загружаются из энергонезависимой памяти.

Параметры работы разделены на секции:

- идентификационные данные;
- системные параметры;
- параметры каналов измерения;
- 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 МК65 светодиод '**Ok**' светится зеленым цветом, на индикаторе отображается серийный номер модуля (в формате N####), год выпуска модуля (в формате ##, две последние цифры) и версия программного обеспечения (в формате ##.##) в течение 1,5 секунды. Пример стартового сообщения представлен на рисунке 2а.

После включения питания (сброса) модуля МК65 работа логических выходов заблокирована на установленное время. Если работа логических выходов заблокирована, светодиод '**Reset**' светится желтым цветом.

Допускается, «горячая» замена модуля МК65 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 МК65 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 МК65, 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 Структура модуля МК65

Структурная схема модуля МК65 представлена на рисунке 3. В основе модуля МК65 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 МК65 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 зазора до контрольной поверхности.

Установленные в модуле МК65 драйверы последовательных интерфейсов позволяют осуществлять обмен по интерфейсам CAN (обмен данными между модулями измерения КК), RS485 (подключение к серверу сбора данных АСКБМ).

На буферы гальванически изолированных токовых выходов могут выдаваться измеряемые параметры (определяется настройкой модуля МК65), пропорциональные току (4-20) мА.

Логические выходы предназначены для формирования сигнала неисправности, сигнализации по уставкам.

Результаты измерений отображаются на ЖКИ модуля МК65, выполненного на графическом монохромном индикаторе МИ-20 со светодиодной подсветкой.

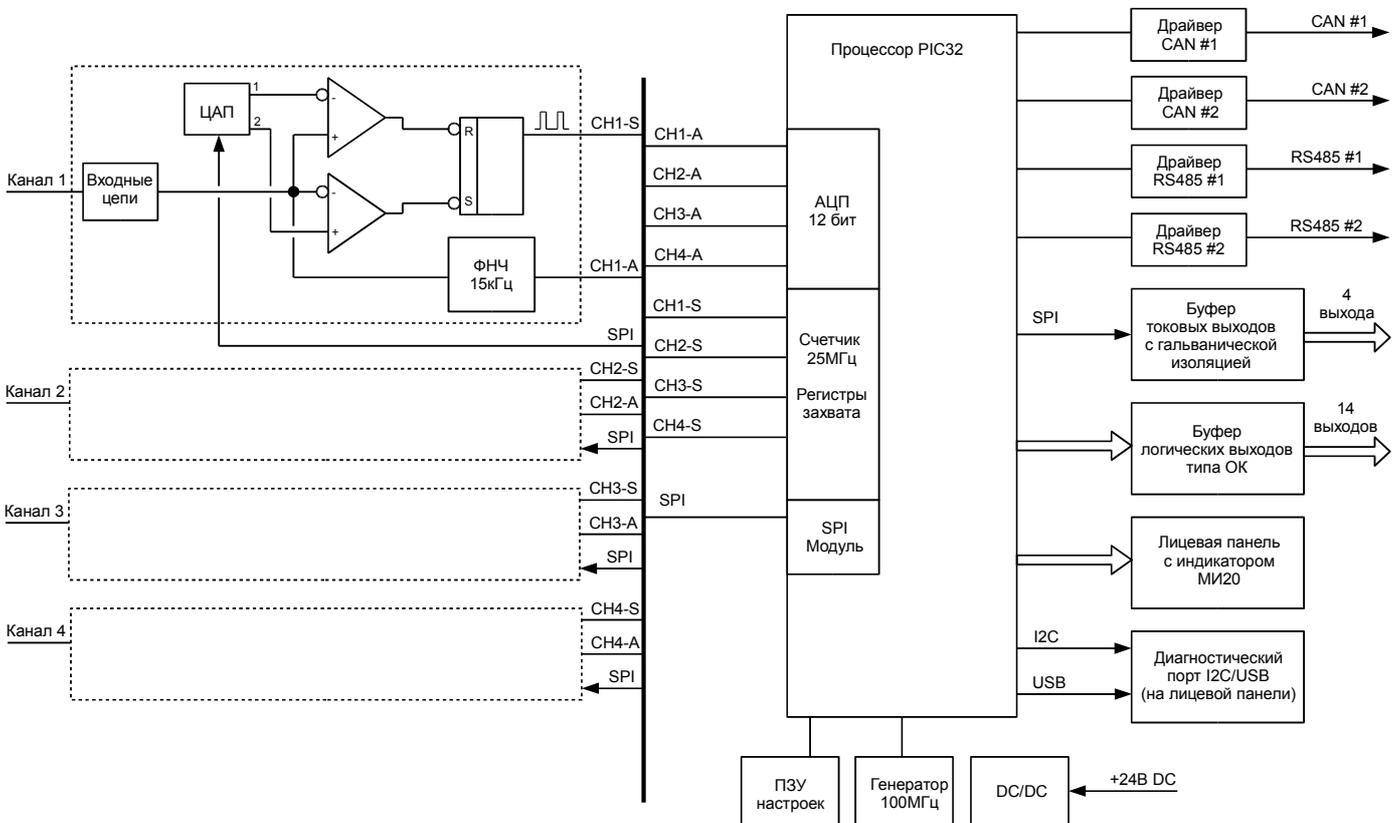


Рисунок 3 - Структурная схема модуля МК65

3.4 Системные параметры и контроль состояния модуля МК65

К системным параметрам модуля МК65 относятся:

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

3.4.1 Идентификационные данные

Идентификационные данные (ИД) модуля МК65 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 МК65.

Заводской номер, дата выпуска модуля и дополнительная информация устанавливаются при изготовлении модуля МК65.

ИД доступны по цифровым интерфейсам связи только для чтения. Пример ИД модуля МК65 при считывании в сервисном ПО ModuleConfigurator представлена на рисунке 4.

Описание регистров ИД модуля МК65 представлена в таблицах 22, 23.

Параметр	Значение	Адрес
01. Программное обеспечение		
Описание	Vibrobot 300.Firmware MK65	0x0004
Версия ПО	01010001	0x0000
Дата выпуска ПО	Mar 20 2017	0x0024
02. Заводской номер, год выпуска...		
Заводской номер	0001	0x0104
Дата изготовления. День	03	0x0106
Дата изготовления. Месяц	03	0x0107
Дата изготовления. Год	2017	0x0108
Информация	K3 159-16	0x010A
03. Идентификатор 'ID'		
Шестнадцатеричное значение 'ID 00-03'	38021C0F	0x0116
Шестнадцатеричное значение 'ID 04-07'	0D07030E	0x011A

Рисунок 4 - Пример просмотра ИД модуля МК65 в ПО ModuleConfigurator

3.4.2 Системные настройки модуля

Большинство системных параметров модуля predeterminedены характеристиками аппаратных средств, примененных в модуле МК65, и ПО микропроцессора. Для настройки доступные следующие параметры:

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

Пример настройки системных параметров модуля МК65 в ПО ModuleConfigurator представлен на рисунке 5.

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 секунд.

Тайм-аут управления по интерфейсам связи в версии 1.01 ПО модуля МК65 не используется, т. к. логическое управление командами по интерфейсам связи не реализовано.

Подробное описание работы логических входов представлено в разделе 3.9.5 на странице 32.

Описание регистров системных параметров модуля МК65 представлено в таблице 14.

Параметр	Значение	Адрес
Тай-ауты управления		
01. Тайм-аут управления по интерфейсам связи от 0 до 20 (0 - выключено), сек	8	0x3000
02. Тайм-аут блокировки после включения питания (сброса) от 5 до 60, сек	8	0x3002
03. Логические входы, режим работы		
03.1 Логический вход #01	1 - Активный 0 (для сигнала с ОК)	0x3010
03.2 Логический вход #02	0 - Выключен	0x3011
03.3 Логический вход #03 (вход синхронизации #01)	0 - Выключен	0x3012
03.4 Логический вход #04 (вход синхронизации #02)	0 - Выключен	0x3013

Рисунок 5 - 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 МК65).

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 МК65 представлено в таблице 15.

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

Рисунок 6 - Пример настройки системных калибровочных данных в ПО ModuleConfigurator

3.4.4 Контроль состояния модуля

В модуле МК65 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 7 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 МК65. 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 МК65 представлено в таблице 17.

Параметр	Значение	Адрес
01. Загрузка процессора, %	1,62	0x0420
01. Напряжение питания модуля, В	23,76	0x0424
01. Температура модуля, гр.С	28,4	0x0428

Рисунок 7 - Отображение загрузки процессора, температуры и напряжения питания в ПО ModuleConfigurator

Пример отображения состояния глобального регистра 'sysGL' представлен на рисунке 8. 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
Блокировка логики		
01. По включению питания	<input type="checkbox"/>	0x0400
02. Командой по интерфейсам связи	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
Блокировка каналов измерения		
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
Внутренняя логика сигнализации		
08. Порт #01	<input type="checkbox"/>	0x0400
09. Порт #02	<input type="checkbox"/>	0x0400
15. Порт #08	<input type="checkbox"/>	0x0400
Активное состояние логических входов		
16. Логический вход #01	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0400
17. Логический вход #02	<input type="checkbox"/>	0x0400
18. Логический вход #03	<input type="checkbox"/>	0x0400
19. Логический вход #04	<input type="checkbox"/>	0x0400
Обобщенная сигнализация		
13. Предупреждение	<input type="checkbox"/>	0x0400
14. Тревога	<input type="checkbox"/>	0x0400
15. Фатальная ошибка	<input type="checkbox"/>	0x0400

Рисунок 8 - 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 9 представлен пример состояния энергонезависимой памяти, в которой сохраняются параметры работы и калибровочные данные модуля МК65.

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 type="checkbox"/>	0x0410
02. Код производителя памяти, 0x00	1F	0x0414
03. Код типа и размера памяти, 0x00	24	0x0415

Рисунок 9 - Отображение состояния энергонезависимой памяти в ПО ModuleConfigurator

Часть параметров измерений предопределены в ПО модуля МК65, 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 10 представлен пример основных характеристик измерительного тракта модуля МК65.

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.

Описание регистров состояния параметров измерения модуля МК65 представлено в таблице 16.

Параметр	Значение	Адрес
01. Опорное напряжение АЦП, В	3,0000	0x050C
02. Длительность вычислений, мс	3,98	0x0508
03. Частота тактового генератора, МГц	25,000	0x0514
04. Измерение постоянной составляющей		
04.1 Частота выборок АЦП, Гц	4000,00	0x0500
04.2 Период измерительного цикла, мс	250,0	0x0504

Рисунок 10 - Отображение состояния измерений модуля в ПО ModuleConfigurator

3.4.5 Вывод данных на индикатор

Вывод данных на графический ЖКИ модуля МК65 полностью определяется параметрами настройки. Графический ЖКИ модуля является монохромным с разрешением 32x122 точек со светодиодной подсветкой.

В настройках модуля контроля предусмотрено 16 правил вывода данных на ЖКИ. Для каждого правила настраиваются следующие параметры:

- режим:
 - 0 - Выключено;
 - 1 - Строка 1;
 - 2 - Сообщение;
 - 3 - Значение;
 - 4 - Линия;
- формат отображения значения (0 - #####; 1 - ##.###; 2 - ###.##; 3 - #####);
- позиция вывода на ЖКИ;
- адрес параметра по таблице адресов интерфейсов связи;
- маска строки 1, текст строки 1 (5 символов);
- адрес регистра статуса для строки 2, Маска строки 2, текст строки 2 (5 символов);
- маска флага (вертикальная линия в позиции вывода значения или строки).

В зависимости от режима сообщения определяется состав настраиваемых параметров. Маска строки 1, 2 и маска флага накладываются на регистр 'SysGL' (Global).

Описание регистров параметров вывода на ЖКИ модуля МК65 представлено в таблице 28.

3.4.5.1. Режим: 3 - Значение

Режим «3 - Значение» предназначен для вывода численных значений результатов измерений в установленном формате (количество точек после запятой). Пример настройки режима представлен на рисунке 11.

Адрес регистра, в соответствии с таблицей адресов по интерфейсам связи, должен указывать на регистр типа Float(4).

Параметр «Позиция» указывает номер строки, в которую необходимо вывести значение. Строки нумеруются сверху вниз, начиная с 0 по 14 (всего 15 строк). В одной строке может быть выведено не более 5 символов.

Для замены численных значений текстовыми сообщениями предусмотрены параметры:

- маска строки 1, текст строки 1 (5 символов);
- маска строки 2, текст строки 2 (5 символов).

Если в регистре 'SysGL' (Global) выбранные по маске флаги находятся в активном состоянии, то взамен численного значения выводится соответствующая строка.

«Строка 1» имеет более высокий приоритет для вывода на ЖКИ чем «Строка 2».

	Сообщение 01	Сообщение 02	Сообщение 03	Сообщение 04
01. Режим	1 - Строка 1	3 - Значение	3 - Значение	4 - Линия
02. Формат	#####	####	#####	#####
03. Адрес	0000	0830	0820	0000
04. Позиция	0	1	2	28
05. Строка 1				
05.1 Маска				
05.2 Текст	C1			
06. Строка 2				
06.1 Адрес	0000	0800	0000	0000
06.2 Маска	00000000	00080000	00000000	00000000
06.3 Текст		STOP		
07. Флаг				
07.1 Маска	00000000	00000000	00000000	00000000

Рисунок 11 - Пример сообщения #01 ЖКИ в ПО ModuleConfigurator

Режим «2 - Сообщение» практически эквивалентен режиму «3 - Значением» за исключением того, что при отсутствии совпадений по маскам строк никакая информация на ЖКИ не выводится. Параметры «Формат» и «Адрес» значения не имеют.

В режиме «1 - Строка» по указанной позиции безусловно выводится текст «Строка 1».

В режиме «4 - Линия» выводится горизонтальной линия в указанной позиции (от 0 до 121).

3.5 Физические каналы измерения

В модуле МК65 реализовано 4 независимых друг от друга канала измерения частоты вращения ротора.

Для включения канала измерения необходимо (рисунок 12):

- разрешить работу;
- настроить параметры работы и калибровочные данные;
- указать конструкционные характеристики контрольной поверхности и угол установки датчика;
- выключить и настроить необходимые алгоритмы компенсаций, вычисления угла компенсации синхросигнала;
- установить глубину усреднения вычисления частоты вращения.

Параметр	Значение	Адрес
01. Разрешение работы	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3400
02. При неисправности блокировать работу канала измерения	<input type="checkbox"/>	0x3401
03. Измерение зазора до контрольной поверхности		
03.1 Диапазон. Нижнее значение, мкм	0	0x3420
03.2 Диапазон. Верхнее значение, мкм	2000	0x3424
03.3 Вычислять зазор	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3402
04. Конструкционные характеристики		
04.1 Угол установки датчика, гр	1,0	0x3438
04.2 Рабочий зазор от датчика до выступа КП, мкм	1,6	0x3434
04.3 Диаметр контрольной поверхности (по выступам), мм	50	0x3430
05. Усреднение результатов измерения		
05.3 Зазор от датчика до контрольной поверхности	2 цикла	0x340C

Рисунок 12 - Настройка основных параметров канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Описание регистров параметров каналов измерения представлено в таблице 25. 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 13).

Параметр	Значение	Адрес
01. Флаги состояния канала измерения (Hex)	00212705	0x0800
02. Значения флагов состояния по битам		
02.00 Канал включен	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
02.01 Запрос на запуск, полученный по интерфейсам связи	<input type="checkbox"/>	0x0800
Неисправность канала измерения		
02.04 Постоянный сигнал датчика ниже допустимого уровня	<input type="checkbox"/>	0x0800
02.05 Постоянный сигнал датчика ниже 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
Измерение частоты вращения		
02.16 Контроль входных импульсов включен	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
02.17 Уровни переключения установлены значениями по умолчанию	<input type="checkbox"/>	0x0800
Предупреждения, ошибки		
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 13 - Отображение флагов состояния (регистр *Status*) канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

По каждому каналу измерения рассчитываются (рисунок 14):

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

Параметр	Значение	Адрес
01.1 Канал включен	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
01.2 Канал измерения неисправен	<input type="checkbox"/>	0x0800
02. Постоянный ток датчика, мА	12,28	0x0810
03. Постоянный зазор, мкм	1035,5	0x0818
04. Частота вращения КП		
04.1 Частота вращения контрольной поверхности, об/мин	3000,0	0x0830
04.2 Частота импульсов от КП, Гц	50,000	0x0838
04.3 Отсутствуют импульсы КП (режим СТОП)	<input type="checkbox"/>	0x0800
04.4 Частота вращения ротора за установленными пределами	<input type="checkbox"/>	0x0800
04.5 Выполняется контроль нестабильности частоты вращения ротора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
04.6 Нестабильность частоты вращения ротора, %	0,000	0x083C
04.7 Частота вращения ротора нестабильна	<input type="checkbox"/>	0x0800
05. Зазор до контрольной поверхности (за два оборота ротора)		
05.1 Выполняется вычисление зазора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
05.1 Значение зазора, мкм	537,8173	0x081C
06. Угол компенсации импульсов синхронизации		
06.1 Суммарный угол компенсации, гр	-1,229	0x0820
06.2 Поперечная компенсация активна	<input type="checkbox"/>	0x0800
06.3 Поперечный угол компенсации, гр	0,000	0x0824
06.4 Продольная компенсация активна	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
06.5 Продольный угол компенсации, гр	-1,229	0x0828

Рисунок 14 - 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 26.

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 параметров

Для обеспечения работоспособности модуля МК65, контроля исправности каналов измерения, проведения компенсации неточности обработки КП и виброперемещения КП в модуле МК65 рассчитываются следующие параметры:

- напряжение питания модуля;
- температура модуля;
- частота вращения ротора;
- постоянный ток датчика по каналам измерения;
- постоянный зазор между датчиком и КП;
- угол компенсации сигнала синхронизации.

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:

$$V_N = \frac{АЦП_N}{4095} \cdot V_{REF}, \quad (1)$$

где:

- V_N - Напряжение на входе N;
- $АЦП_N$ - 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 15). Описание регистров представлено в таблице 21.

Параметр	Значение	Адрес
01. В размерности АЦП		
01.1 Канал измерения #01	2344	0x0608
01.2 Канал измерения #02	0347	0x060C
01.3 Канал измерения #03	0000	0x0610
01.4 Канал измерения #04	0000	0x0614
01.5 Напряжение питания модуля	2952	0x0618
01.6 Температура модуля	1080	0x061C
02. Напряжение, мВ		
02.1 Канал измерения #01	1717,22	0x0628
02.2 Канал измерения #02	254,21	0x062C
02.3 Канал измерения #03	0,00	0x0630
02.4 Канал измерения #04	0,00	0x0634
02.5 Напряжение питания модуля	2162,64	0x0638
02.6 Температура модуля	791,21	0x063C

Рисунок 15 - Отображение результатов измерений постоянных сигналов в ПО ModuleConfigurator

Напряжение питания модуля рассчитывается с учетом номиналов резисторов понижающего делителя, установленных на плате модуля МК65. Температура модуля рассчитывается с учетом коэффициента преобразования датчика температуры (ТС1047), установленного на плату модуля МК65. Подробную информацию смотрите в разделе 3.4.3 на странице 14.

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:

$$I_{DC} = A_I + B_I \cdot \text{АЦП}_N, \quad (2)$$

где:

I_{DC} – вычисленное значение тока датчика;

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 (InAdcConst_20 , 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 InAdcConst_20 , 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 24.

На рисунке 16 показан пример калибровочных данных по постоянному току канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator.

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

Рисунок 16 - 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:

$$G_{DC} = A_G + B_G \cdot I_{DC}, \quad (3)$$

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 динамического зазора между датчиком и КП при вращении КП.

Описание регистров диапазона зазора по постоянному току представлено в таблице 25.

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 17. Графическое изображение выделения логических импульсов из первичного сигнала датчика представлено на рисунке 18.

Параметр	Значение	Адрес
05. Усреднение результатов измерения		
01. Число импульсов на оборот ротора	1	0x3440
02. Активный фронт импульсов	0 - Задний (переход КП от паза к выступу)	0x3441
03. Передавать синхросигнал на логический выход	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3442
04. Минимально измеряемая частота вращения ротора, об/мин	10,0	0x343C
05. Период измерения частоты вращения, мс	1000	0x3444
06. Уровни переключения компаратора		
06.1 Уровень переключения в логический 0, мкм	1000	0x3448
06.2 Уровень переключения в логическую 1, мкм	1500	0x344C
07. Границы рабочей частоты вращения ротора		
07.1 Нижняя граница частоты вращения ротора, об/мин	100	0x3428
07.2 Верхняя граница частоты вращения ротора, об/мин	3100	0x342C
08. Контроль частоты вращения КП		
08.1 Выполнять контроль стабильности частоты вращения КП	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3403
08.2 Максимальная девиация частоты вращения КП, %	1,00	0x3458
08.3 Период времени контроля девиация частоты вращения КП, сек	2,00	0x345C

Рисунок 17 - Пример настройки выделения импульсов, измерения частоты вращения КП по каналу измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

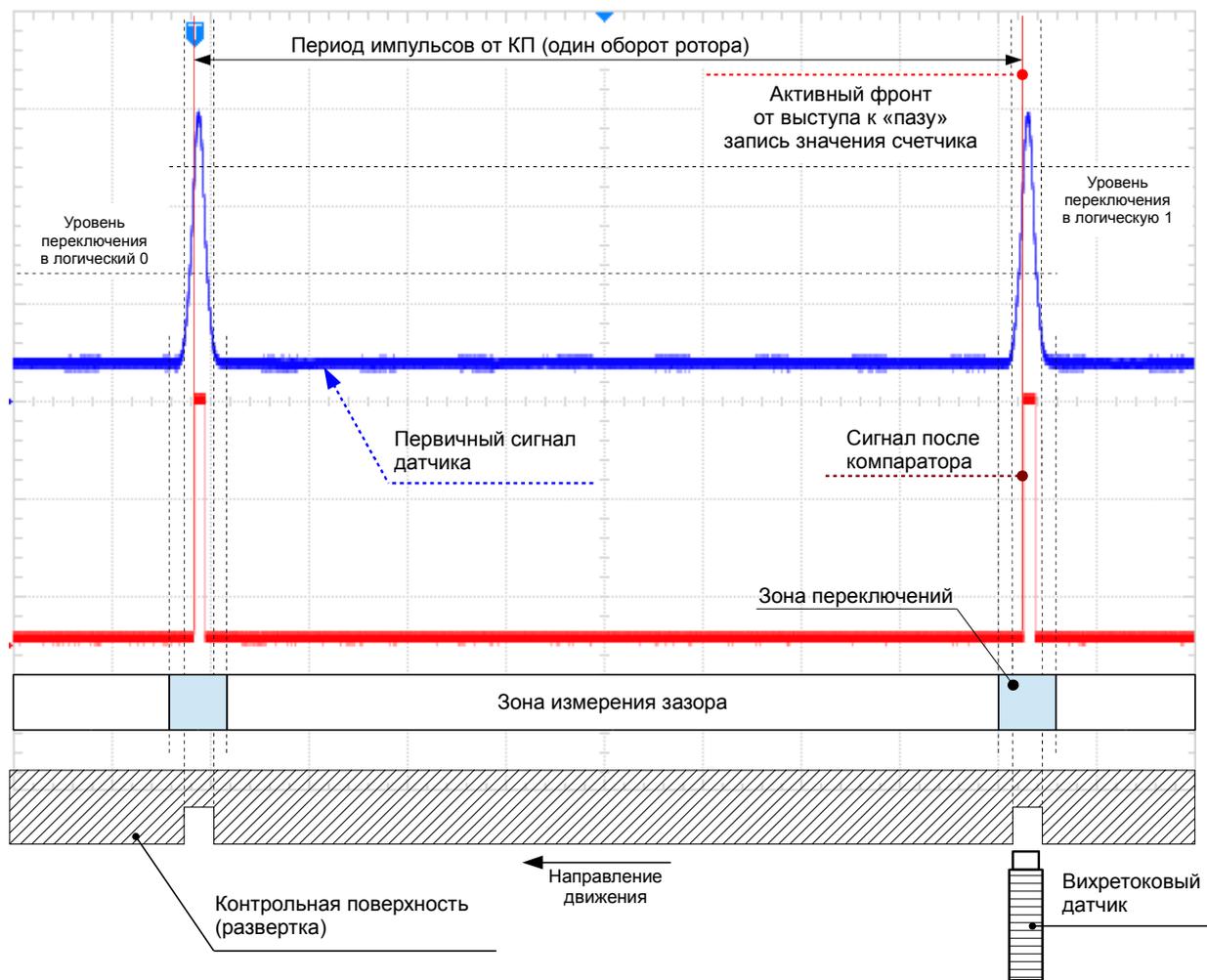


Рисунок 18 - Выделение логических импульсов из первичного сигнала датчика, измерение зазора между датчиком и КП

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

- зона переключения, когда датчик может находится за диапазоном чувствительности (датчик находится над пазом КП)
- зона измерения зазора до КП, канал измерения в линейном режиме (датчик находится над выступом 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.

3.6.5 Частота вращения КП

Для измерения частоты вращения КП настраиваются следующие параметры (рисунок 17):

- 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 %.

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 отметок КП, формируется соответствующая сигнализация.

Контроль стабильности частоты вращения КП рассчитывается как процент средне-квадратичного отклонения от средней частоты вращения КП за установленное время.

При измерении частоты вращения КП вычисляются следующие параметры (рисунок 14):

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

Формируются флаги сигнализации, для каждого канала измерения отдельно (рисунок 14):

- отсутствуют импульсы от КП (режим СТОП);
- частота вращения КП за установленными пределами;
- выполняется контроль частоты вращения КП;
- частота вращения КП нестабильна.

Результаты вычисления частоты вращения КП и флаги сигнализации влияют на алгоритмы компенсации и вычисление угла компенсации синхросигнала.

3.6.6 Постоянный зазор от датчика до КП

Постоянный зазор между датчиком и КП вычисляется усреднением 512 выборок за два оборота ротора. В исходном сигнале присутствуют сегменты переключения (рисунок 18), которые вносят ошибку в значение постоянной составляющей.

Алгоритм обработки выборки АЦП для вычисления зазора фильтрует зоны переключения и насыщения в канале измерения оборотов КП. Результаты работы алгоритма доступны в сервисных данных канала измерения.

За первый проход вычисляется зазор (в размерности АЦП) до фильтрации зоны переключения, второй проход - после фильтрации.

Зазор до контрольной поверхности (за два оборота ротора)		
10.1 Запуск выборок	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
10.2 Частота выборок	3 041	0x0C44
10.3 Значение АЦП. Первый проход	545	0x0C48
10.3 Значение АЦП. Второй проход	482	0x0C4C

Рисунок 19 - Отображение сервисных данных измерения зазора по каналу #01 в ПО ModuleConfigurator

3.7 Угол компенсации синхросигнала

Смещение КП относительно некоторого начального положения вносит погрешность в точность детектирования компаратором активного фронта синхросигнала. Сигнал с выхода компаратора передается на логические выходы для синхронизации измерения крутильных колебаний в модулях МК62.

Для повышения достоверности вычисления статического угла закрутки модуль МК65 вычисляет углы коррекции синхросигнала в продольной и поперечной плоскостях. Суммарный угол коррекции может выводиться на ЖКИ модуля и быть передан по цифровым интерфейсам CAN, RS485 в модули МК62.

Для контроля алгоритмов расчета углов компенсации в продольной и поперечной плоскостях предусмотрены регистры промежуточных результатов измерений и флагов состояния (рисунки 20, 21).

06. Угол компенсации импульсов синхронизации		
06.1 Суммарный угол компенсации, гр	-0,289	0x0820
06.2 Поперечная компенсация активна	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
06.3 Поперечный угол компенсации, гр	-0,391	0x0824
06.4 Продольная компенсация активна	<input checked="" type="checkbox"/>	0x0800
06.5 Продольный угол компенсации, гр	0,102	0x0828

Рисунок 20 - Отображение сервисных данных измерения зазора по каналу #01 в ПО ModuleConfigurator

Угол компенсации импульсов синхронизации		
11.1 Поперечная компенсация. Угол между датчиками, гр	89,0	0x0C50
11.2 Поперечная компенсация. Влияние, мкм	-171	0x0C54
11.3 Продольная компенсация. Влияние, мкм	45	0x0C58

Рисунок 21 - Отображение сервисных данных измерения зазора по каналу #01 в ПО ModuleConfigurator

3.7.1 Компенсация изменения зазора КП вдоль оси датчика

На рисунке 22 представлена передаточная характеристики вихретокового датчика ДВТ10 с преобразователем ИП34 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).

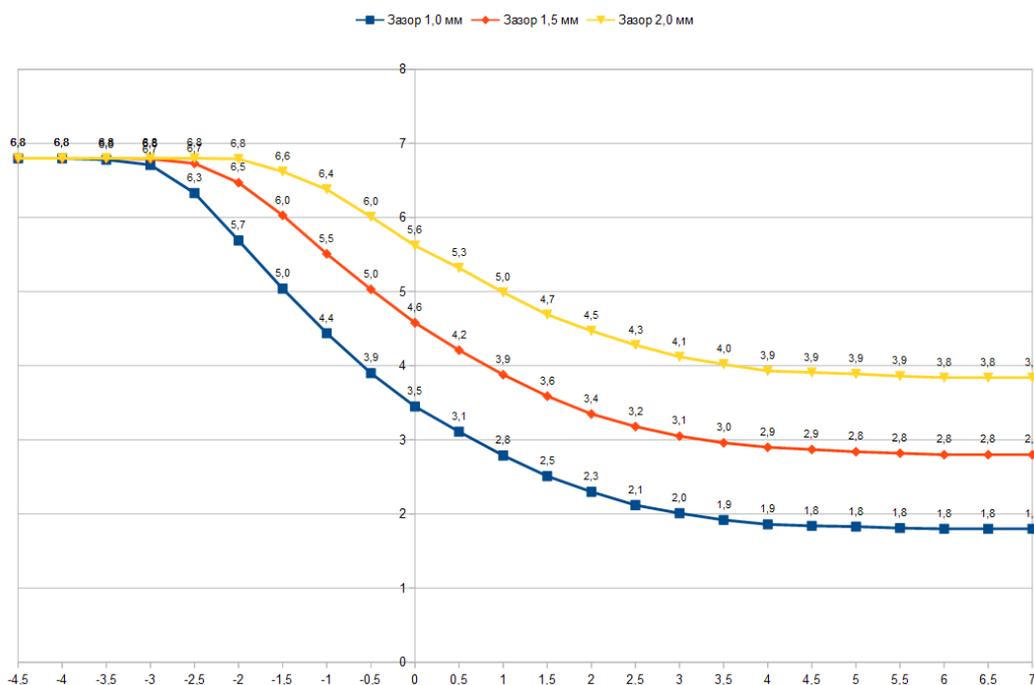


Рисунок 22 - Передаточная характеристики вихретокового датчика ДВТ10 с преобразователем ИП34

По оси X рисунка 22 указано расстояние между осью датчика ДВТ10 и ребром контрольной поверхности в мм. По оси Y - выходной ток преобразователя ИП34 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 измерения зазора до КП.

В модуле МК65 предусмотрен расчет угла компенсации синхросигнала при продольном смещении контрольной поверхности относительно рабочего зазора (рисунок 23).

02. Компенсация продольного смещения		
02.1 Режим компенсации	1 - Канал измерения	0x3406
02.2 Инверсия результата компенсации	<input type="checkbox"/>	0x3407
02.3 Адрес параметра значения компенсации (0-измеренный зазор)	0000	0x340A
02.4 Не выполнять компенсацию при нулевом значении зазора	<input type="checkbox"/>	0x340F
02.5 Рабочий зазор (для режима приема данных), мкм	0	0x3464
02.6 Коэффициент влияния по приближению КП	1,000	0x3450
02.7 Коэффициент влияния по удалению КП	1,000	0x3454

Рисунок 23 - Пример настройки компенсации продольного смещения канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Компенсация проводится относительно рабочего положения датчика, указанного в настройках модуля. Для положительного и отрицательного отклонений от рабочего положения предусмотрены разные коэффициенты влияния. Расчет значения компенсации в градусах (C_{AX}) выполняется по формуле:

$$C_{AX} = K_{ВЛ} \cdot (G_{РАБ} - G_{ИЗМ}) \cdot \frac{360}{D_{КП}}, \quad (4)$$

где:

$K_{ВЛ}$ – коэффициент влияния, указываемый в настройках канала измерения;

$G_{ИЗМ}$ – измеренный зазор между датчиком и КП;

$G_{РАБ}$ – рабочий зазор между датчиком КП, указанный в настройках канала измерения;

$D_{КП}$ – диаметр КП, указанный в настройках канала измерения.

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

Если в качестве измерительного преобразователя в канале измерения применяется компаратор К22, то измерение зазора между датчиком и КП не возможно.

Компенсация может проводиться по данным зазора, принимаемым по интерфейсам связи. Например, от датчика, установленного в одной плоскости (по оси ротора) с датчиком синхронизации.

Для использования данных, полученных по интерфейсам связи необходимо указать следующие параметры:

- адрес регистра, в котором сохраняется текущее значение зазора;
- рабочий зазор от датчика до контрольной поверхности;
- проводить или нет компенсацию при нулевом значении принятых данных (при отсутствии информации о зазоре);
- установить режим компенсации «2 - Прием данных».

3.7.2 Компенсация изменения зазора КП перпендикулярно оси датчика

Изменение зазора КП в перпендикулярной оси датчика оказывает непосредственное влияние на формирование сигнала синхронизации. Для компенсации перпендикулярного изменения зазора требуется наличие комплементарного датчика измерения зазора до КП.

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.

01. Компенсация поперечного смещения			
01.1 Комплементарный канал	5 - Прием данных	<input type="checkbox"/>	0x3404
01.2 Инверсия результата компенсации	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0x3405
01.3 Адрес параметра значения компенсации (0-измеренный зазор)	1C00	<input type="checkbox"/>	0x3408
01.4 Не выполнять компенсацию при нулевом значении зазора	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0x340E
01.5 Рабочий зазор (для режима приема данных), мкм	1000	<input type="checkbox"/>	0x3460
01.6 Угол установки датчика (для режима приема данных), мкм	45	<input type="checkbox"/>	0x3468

Рисунок 24 - Пример настройки компенсации поперечного смещения канала измерения #01 в ПО ModuleConfigurator

Расчет компенсации C_{CR} выполняется с учетом разницы углов установки датчиков. Разница между углами установки датчиков не должна быть меньше 45° (абсолютное значение). Расчет выполняется по формуле:

$$C_{CR} = \frac{Gk_{РАБ} - Gk_{ИЗМ}}{\sin(R_{УСТ} - Rk_{УСТ})} \cdot \frac{360}{D_{КП}}, \quad (5)$$

где:

$R_{УСТ}$ – угол установки датчика, указанный в настройках канала измерения;

$Rk_{УСТ}$ – угол установки датчика комплементарного канала, указанный в настройках канала измерения;

$Gk_{ИЗМ}$ – зазор между датчиком и КП комплементарного канала;

$Gk_{РАБ}$ – рабочий зазор между датчиком КП комплементарного канала;

$D_{КП}$ – диаметр КП, указанный в настройках канала измерения.

Если комплементарный канала синхронизации в системе контроля КК отсутствует, или если в комплементарном канале отсутствуют данные о зазоре между датчиком и контрольной поверхностью (например, при применении компаратора К22), то данные зазора возможно получить по цифровым интерфейсам.

Для настройки приема зазора комплементарного канала по цифровым интерфейсам связи необходимо:

- в качестве комплементарного канала указать «5 - Прием данных»;
- указать адрес регистра сохранения значения зазора;
- указать рабочий зазор между датчиком и КП комплементарного канала;
- указать угол установки датчика комплементарного канала.

3.8 Унифицированные токовые выходы

В модуле МК65 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 переключкой 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 МК65, представленном в формате Float(4).

Установка тока на унифицированном выходе осуществляется с помощью 12-разрядного ЦАП. В модуле МК65 предусмотрен защитный стабилитрон (напряжение пробоя 27 В) и самовосстанавливающийся предохранитель 200 мА для защиты цепей унифицированного выхода.

Значение ЦАП унифицированного выхода рассчитывается по формуле линейного уравнения:

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

где:

ЦАП_{OUT} – вычисленное значение ЦАП;

D_{Param} – вычисленное значение измеряемого параметра;

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

Коэффициенты A_0, B_0 автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока унифицированного выхода ($\text{CurrentMin}, \text{CurrentMax}$), диапазона параметра выводимого на унифицированный выход ($\text{ParameterMin}, \text{ParameterMax}$) и сохраненным значениям ЦАП ($\text{DAC_Max_100p}, \text{DAC_Min_20p}$), соответствующим диапазону тока унифицированного выхода, на котором проведена калибровка (20% от $\text{CurrentMax}, \text{CurrentMax}$).

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% от $\text{CurrentMax} - \text{CurrentMax}$ или $\text{ParameterMin} - \text{ParameterMax}, \text{DAC_Max_100p} - \text{DAC_Min_20p}$) 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 25 показан пример настройки унифицированных токовых выходов в ПО $\text{ModuleConfigurator}$.

	Выход #01	Выход #02	Выход #03	Выход #04
01. Разрешение работы	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <i>i</i> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <i>i</i> <input type="checkbox"/>
Выводимый параметр				
02.1 Адрес параметра (Hex)	0830 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0930 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0000 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0000 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>
02.2 Нижнее значение диапазона	0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>
02.3 Верхнее значение диапазона	3000 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	3000 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>
Условие неисправности				
03.1 Значение тока неисправности, мА	2,0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	2,0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0,0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	0,0 <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>
03.2 Признак неисправности. Маска, логика 'ИЛИ'	04.CHER 01; <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	04.CHER 01; <i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>	<i>i</i> <input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 25 - Пример настройки унифицированных токовых выходов в ПО $\text{ModuleConfigurator}$

На рисунке 39 показан пример калибровки унифицированного токового выхода #02 в ПО $\text{ModuleConfigurator}$.

Канал #02	
02.1 Диапазон тока. Нижнее значение, мА	4 <input checked="" type="checkbox"/> 0x3320
02.2 Диапазон тока. Верхнее значение, мА	20 <input checked="" type="checkbox"/> 0x3324
02.3 Значение ЦАП. 20% верхнего значения диапазона	0800 <input checked="" type="checkbox"/> 0x3330
02.4 Значение ЦАП. 10% верхнего значения диапазона	4000 <input checked="" type="checkbox"/> 0x3332
Прямое управление ЦАП	0000 <input checked="" type="checkbox"/> 0x1302

Рисунок 26 - Пример калибровки унифицированного токового выхода #02 в ПО $\text{ModuleConfigurator}$

3.9 Логическая сигнализация

Модуль контроля МК65 имеет возможность формировать логические сигналы предупредительной сигнализации и аварийного отключения агрегата. Для контроля за параметрами в модуле реализованы функции проверки величины измеряемого параметра (проверка уставок по уровню измеряемого параметра), контроль исправности каналов измерения и входы логических сигналов.

3.9.1 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 27).

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
04. Нижний предел		
04.1 Выполнять контроль нижнего предела	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3510
04.1 Уставка нижнего предела, мА	3	0x3518
05. Верхний предел		
05.1 Выполнять контроль верхнего предела	<input type="checkbox"/>	0x3511
05.1 Уставка верхнего предела, мА	20	0x351C

Рисунок 27 - 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 28 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.

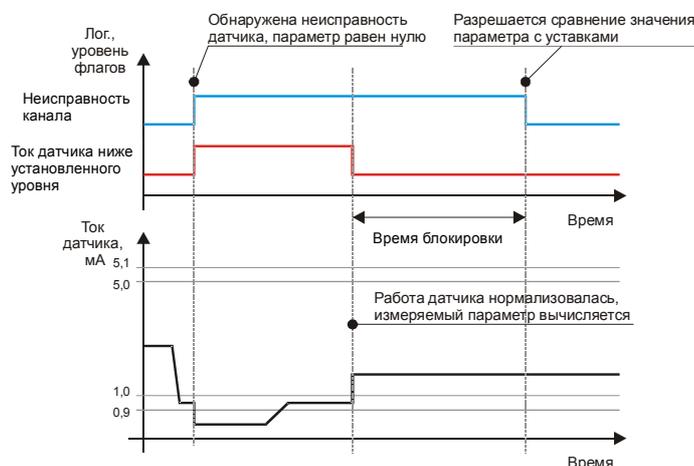


Рисунок 28 - Пример работы алгоритма контроля исправности канала измерения

3.9.2 Уставки

В модуле МК65 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 МК65.

Для всех уставок имеются следующие параметры настройки (рисунок 29):

- 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 в '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 29 показан пример работы сигнализации по уставке 3100 об/мин с гистерезисом 10 об/мин.

	Уставка #01	Уставка #02	Уставка #03
01. Режим работы	1 - Выше чем <input type="checkbox"/>	1 - Выше чем <input type="checkbox"/>	0 - Выключено <input type="checkbox"/>
02. Информация (8 символов)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
03. Источник. Адрес (Hex)	0830 <input type="checkbox"/>	0930 <input type="checkbox"/>	0000 <input type="checkbox"/>
05. Блокировка работы. Маска, логика 'ИЛИ' (Hex)	04.CHER 01; <input type="checkbox"/>	05.CHER 02; <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Уставка			
06. Основное значение	3100 <input type="checkbox"/>	3100 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
07. Вспомогательное значение	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
08. Гистерезис	10 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
Время задержки			
09. Установка флага срабатывания уставки, сек	0,5 <input type="checkbox"/>	0,5 <input type="checkbox"/>	0,1 <input type="checkbox"/>
10. Сброса флага, сек	0,5 <input type="checkbox"/>	0,5 <input type="checkbox"/>	0,1 <input type="checkbox"/>

Рисунок 29 - Пример настройки уставок #01 - #03 в ПО ModuleConfigurator

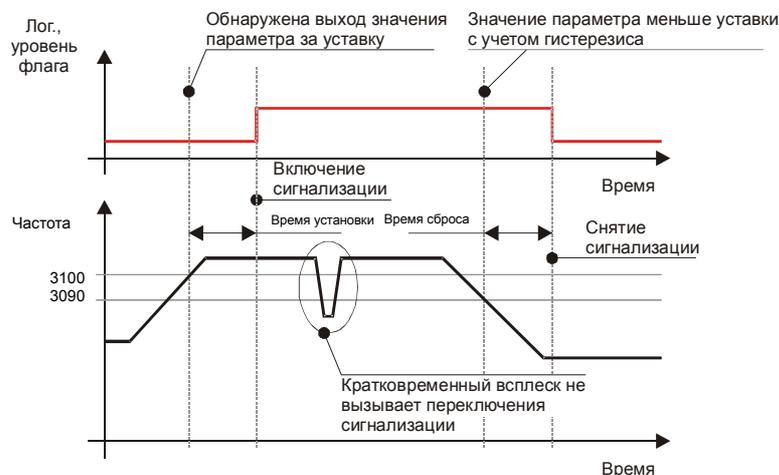


Рисунок 30 - Пример работы алгоритма уставки (режим – проверка выше уставки)

В модуле контроля предусмотрены средства контроля за состоянием алгоритмов уставки, доступные для считывания по цифровым интерфейсам связи (таблица 45).

3.9.3 Логические выходы

В модуле МК65 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 МК65 останутся в неактивном состоянии.

После включения питания (сброса) модуля работа логических выходов заблокирована на время `OutBlockStartUpTime`, отсчитываемое после завершения цикла инициализации модуля МК65. 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 43.

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 31 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 31 - Пример настройки логического выхода #01 в ПО `ModuleConfigurator`

Описание регистров логических выходов представлено в таблице 41. Контроль состояния логических выходов по цифровым интерфейсам связи доступен в регистре `OutLogic`, таблица 17.

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

На рисунке 32 показан пример отображения состояния логических выходов, светодиодов в ПО `ModuleConfigurator`.

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

Рисунок 32 - Пример отображения состояния логических выходов, светодиодов в ПО `ModuleConfigurator`

3.9.4 Внутренние логические порты

В модуле МК65 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 18. Описание регистров логических выходов представлено в таблице 42.

На рисунке 33 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 33 - Пример отображения состояния логических портов в ПО ModuleConfigurator

3.9.5 Логические входы

Логические входы предназначены для ввода в АСКВМ логических сигналов, состояние которых доступно для считывания по цифровым интерфейсам связи. В модуле МК65 предусмотрено 4 логических входа.

Режим работы логических входов указывается в системных настройках модуля (рисунок 34).

Режимы работы логического входа:

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

03. Логические входы, режим работы		
03.1 Логический вход #01	1 - Активный 0 (для сигнала с ОК) ▼	0x3010
03.2 Логический вход #02	0 - Выключен ▼	0x3011
03.3 Логический вход #03	0 - Выключен ▼	0x3012
03.4 Логический вход #04	0 - Выключен ▼	0x3013

Рисунок 34 - Пример настройки логических портов в ПО ModuleConfigurator

Дополнительные логические входы, при соответствующей настройке модуля МК65, могут участвовать в формировании логических сигналов на логических выходах.

Состояние логических входов отображается в регистре Global, таблица 18.

На рисунке 35 показан пример отображения состояния логических входов в ПО ModuleConfigurator.

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

Рисунок 35 - Пример отображения состояния логических входов в ПО ModuleConfigurator

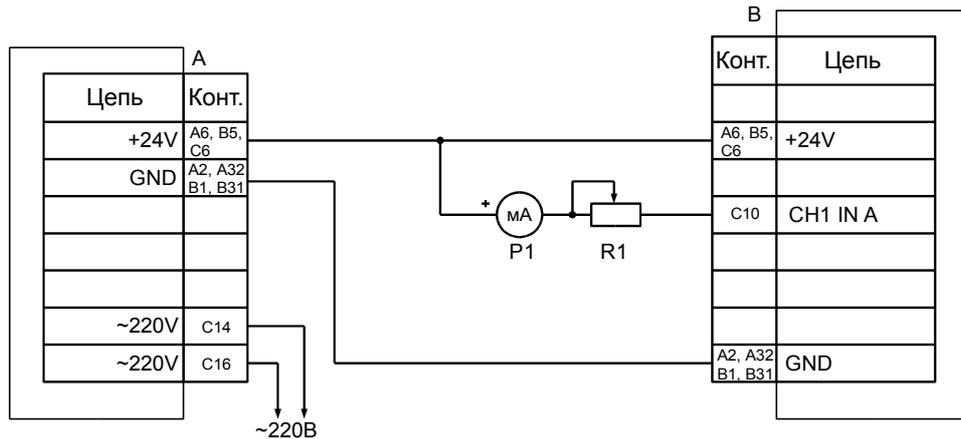
3.10 Калибровка модуля

Технология калибровки модуля МК65 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 МК65 и выполнение перерасчета коэффициентов может быть выполнена один раз, после всех этапов калибровки (вход, унифицированных выход).

3.10.1 Калибровка канала измерения по постоянному току

Схема включения модуля МК65 для калибровки и проверки по постоянному току показана на рисунке 36. Рекомендуется калибровку модуля МК65 проводить с помощью стенда СП43, позволяющего собрать указанную схему.



A – МП24 или БП17

B – МК65

R1 – магазин сопротивлений 100 кОм

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

Рисунок 36 - Схема включения модуля МК65 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 МК65;
- 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 37 показан пример калибровки канала измерения #01 по постоянному току в ПО ModuleConfigurator.

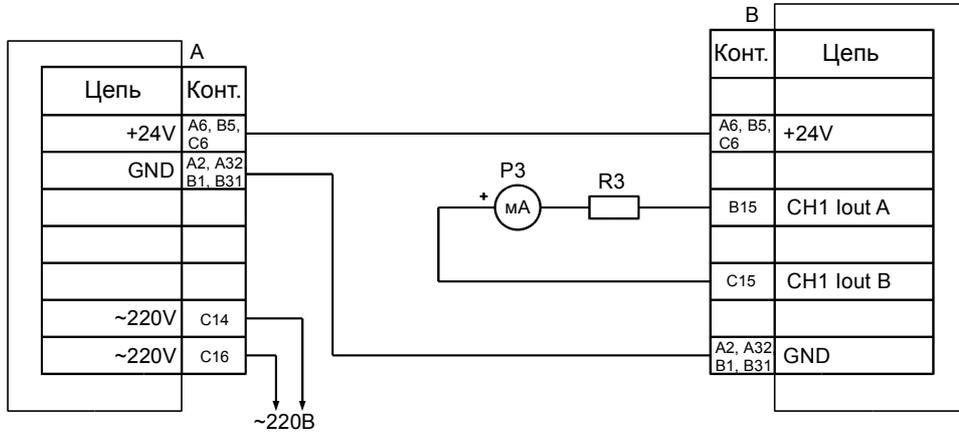
Параметр	Значение	Адрес
Электрический диапазон тока датчика		
01.1 Нижнее значение, мА	4,00	0x3800
01.2 Верхнее значение, мА	20,00	0x3804
Калибровочные значения АЦП		
02.1 Значение АЦП 20% верхнего значения диапазона	0750	0x380A
02.2 Значение АЦП 100% верхнего значения диапазона	3832	0x3808

Рисунок 37 - Пример калибровки канала измерения #01 по постоянному току в ПО ModuleConfigurator

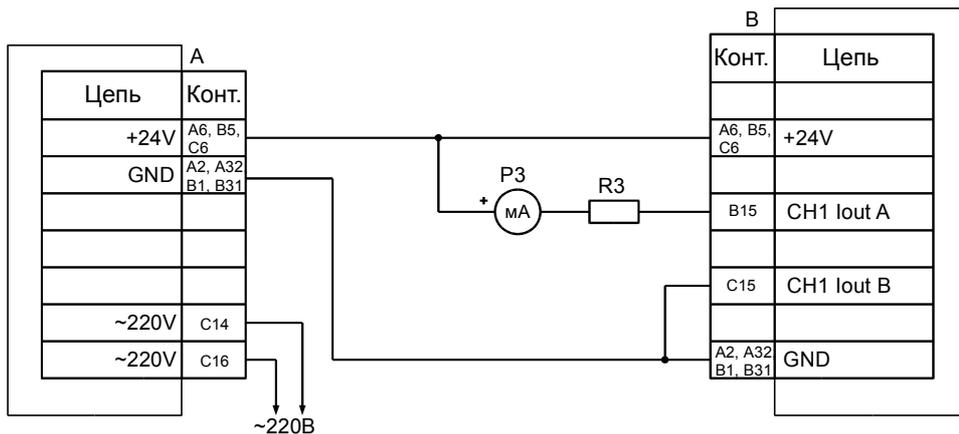
3.10.2 Калибровка унифицированных токовых выходов

На рисунке 38 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 3.8 на странице 28).



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



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

A – МП24 или БП17

B – МК65

R3 – резисторы (500 ± 10) Ом 0,5 Вт

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

Рисунок 38 - Схема включения модуля МК65 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 МК65;
- 8) Выполнить перерасчет коэффициентов.

Пример калибровки унифицированного токового выхода в ПО `ModuleConfigurator` представлено на рисунке 26.

4 Цифровые интерфейсы управления

Модуль МК65 поддерживает четыре независимых интерфейса управления:

- два интерфейса RS485 с частичной реализацией протокола ModBus RTU (достаточной для управления);
- два интерфейса CAN2.0В;
- ведомый интерфейс I²C для настройки параметров работы модуля (МК65-DC-20-04GI-DP);
- интерфейс USB для настройки параметров работы модуля (МК65-DC-20-04GI-USB).

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

Внимание. Источник питания, микросхемы драйверов RS485 и CAN2.0В интерфейсов, диагностический интерфейс **не имеют гальванической развязки**. Модуль МК65 с гальванической развязкой интерфейсов связи и питания изготавливается по дополнительному согласованию.

4.1 Интерфейс RS485

Для работы по интерфейсу RS485 на плате МК65 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 11 - Возможные коды ошибок протокола ModBus

Код	Обозначение	Описание	Примечание
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

На рисунке 39 показан пример настроек интерфейсов RS485 в ПО ModuleConfigurator

	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 39 - 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 33.

4.1.2 Поддерживаемые команды протокола ModBus

Таблица 12 - Реализованные команды протокола ModBus в модуле МК65

Код	Название, описание	Запрос	Ответ	Примечание
0x03	Read Holding Registers Чтение регистров настройки	Адрес устройства Функция (0x03) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x03) Счетчик байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для чтения результатов измерений и параметров работы модуля
0x06	Preset Single Registers Запись в регистр	Адрес устройства Функция (0x06) Адрес, ст. байт Адрес, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x06) Адрес, ст. байт Адрес, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для записи в управляющие регистры (выполнение команд)
0x10	Preset Multiple Regs Запись в несколько регистров	Адрес устройства Функция (0x10) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт Счетчик байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x10) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для записи параметров работы в модуль
0x11	Report Slave ID Чтение идентификатора	Адрес устройства Функция (0x11) CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x11) Счетчик байт 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 (0x08) Подфункция, ст. байт Подфункция, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x08) Подфункция, ст. байт Подфункция, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Список поддерживаемых диагностических команд смотрите в таблице 13

Таблица 13 - 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 МК65 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 МК65, принимать данные от модулей МК62.

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

Все узлы на шине CAN должны иметь одинаковую скорость обмена. При увеличении скорости обмена физическая максимальная длина шины CAN уменьшается. Максимально допустимая длина шины CAN при скорости обмена 1000 кбит/с составляет 40 метров, а для скорости 40 кбит/с – 1000 метров. Интерфейсы CAN, реализованные в модуле МК65, могут иметь разные скорости обмена.

4.2.1 Настройка интерфейсов CAN

Каждый из интерфейсов связи CAN настраивается отдельно, в состав параметров настройки входят (рисунок 40):

- разрешение работу интерфейса;
- скорость обмена;
- параметры передатчика;
 - адрес устройства (код SID);
 - периодичность отправки сообщений (по 0,1 с);
 - циклов отправки сообщений, организация приоритетной отправки сообщений и управления информационным потоком (для небольшого объема данных достаточно 1 цикла);
 - задержка между отправкой сообщений (по 250 мкс).
- разрешить прием данных по интерфейсу

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

Рисунок 40. 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 34.

Интерфейсы CAN в модуле МК65 имеют регистры контроля состояния (таблица 35), по которым можно провести диагностику работоспособности интерфейсов (рисунок 41). 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	
Флаги состояния				
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
Принятые настройки				
02. Скорость обмена	0 - 1000 кбит/с ▼	i	1 - 500 кбит/с ▼	i
03. Адрес преобразователя. Код SID	0062	i	0062	i
Передача данных				
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
Прием данных				
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 41 - Пример отображения состояния интерфейсов CAN в ПО ModuleConfigurator

4.2.2 Передача данных по CAN интерфейсу

В модуле МК65 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 42):

- интерфейс, к которому относиться 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 42 - Пример настройки сообщения #01 в ПО ModuleConfigurator

Параметры CAN сообщений вступают в силу после повторной инициализации модуля, описание регистров представлено в таблице 37.

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 МК65 предусмотрены регистры контроля отправки сообщений CAN (таблица 38).

4.2.3 Прием данных по интерфейсу CAN

В модуле МК65 предусмотрена возможность приема данных по интерфейсу CAN. Для приема данных необходимо настроить один из 8 источников. В состав параметров каждого источника входит (рисунок 43):

- 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
Параметры сообщения		
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
Выделение данных (только тип Float)		
06. Смещение в сообщении, байт	0	0x2212
07. Адрес в приемном буфере CAN	0	0x2214
08. Значение при отсутствии связи	0	0x220C

Рисунок 43 - Пример настройки источника #01 в ПО ModuleConfigurator

Параметры CAN источников вступают в силу после повторной инициализации модуля, описание регистров представлено в таблице 39.

С помощью регистров контроля работы и состояния источника можно оценить выполнение приема данных по интерфейсу CAN (рисунок 44). Описание регистров состояния источников представлено в таблице 40.

	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 44 - Пример отображения состояния источников CAN в ПО ModuleConfigurator

В приемном буфере CAN (таблица 36) 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 I²C

Ведомый интерфейс I²C предназначен для контроля работы модуля и настройки параметров его работы. Разъем интерфейса I²C расположен на лицевой панели модуля МК65. Параметры ведомого интерфейса I²C предопределены, поэтому вне зависимости от текущего состояния модуля интерфейс I²C всегда доступен для управления модулем.

Настройка модуля может производиться с помощью прибора наладчика ПН31, либо с помощью персонального компьютера. Для настройки с помощью персонального компьютера, должно быть запущено программное обеспечение ModuleConfigurator, а модуль подключен к персональному компьютеру через 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 I²C реализован в варианте исполнения модуля МК65-DC-20-04GI-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 МК65. 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 0x65.

Интерфейс USB реализован в варианте исполнения модуля МК65-DC-20-04GI-USB.

4.5 Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов)

4.5.1 Системные настройки модуля

Таблица 14 - Регистры системных настроек модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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	
Резерв должен равняться нулю	Reserv	8 x Byte (1)	0x3008	
<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	1
Логический вход #03	LogicInputMode_03	Byte (1)	0x3012	1
Логический вход #04	LogicInputMode_04	Byte (1)	0x3013	1
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. Значения соответствуют параметру «Логический вход #01». 2 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации. 3 Изменение системных настроек недоступно по интерфейсам связи RS485.				

Таблица 15 - Системные регистры калибровочных данных модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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 +24 В	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 16 - Системные регистры состояния измерений

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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	
Примечание - Регистры доступны только для чтения				

Таблица 17 - Системные регистры состояния модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
Глобальный регистр флагов состояния модуля	Global	ULong (4)	0x0400	Табл.18
Регистр флагов ошибок	Error	ULong (4)	0x0404	Табл.19
Регистр флагов предупреждения	Warning	ULong (4)	0x0408	Табл.20
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
<u>Энергонезависимая память</u>	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)	0x0438	
Примечания 1 Регистры доступны только для чтения. 2 При блокировке логической сигнализации значение регистра соответствует состоянию логических выходов после снятия блокировки.				

Таблица 18 - Назначение битов регистра Global состояния модуля

Название	Обозначение	Бит	Примечание
Периодической 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	
<u>Блокировка работы каналов измерения по неисправности</u>			
Канал #01	ChannelLock_01	4	
Канал #02	ChannelLock_02	5	
Канал #03	ChannelLock_03	6	
Канал #04	ChannelLock_04	7	
<u>Внутренняя логика сигнализации</u>			
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	
<u>Активное состояние логических входов</u>			
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	
<u>Логическая команды по интерфейсам связи</u>			
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 МК65 не реализовано.			
2 Адрес регистра Global представлен в таблице 17.			

Таблица 19 - Назначение битов регистра Error состояния модуля

Название	Обозначение	Бит	Примечание
Микросхема памяти не обнаружена	DataFlashNotFound	0	
Режим страниц 256 байт в микросхеме памяти	DataFlashMode256	1	
Ошибка чтения данных из микросхемы памяти	DataFlashLoadData	2	
Резерв, равен нулю		3	
Ошибка чтения системных параметров модуля из энергонезависимой памяти	SysMainSettingsLoad	4	
Ошибка чтения основных параметров измерения модуля из энергонезависимой памяти	SysMeasurSettingsLoad	5	
Резерв, равен нулю		6	
Ошибка чтения заводского номера модуля из энергонезависимой памяти	IdInfoLoad	7	
Недопустимые настройки параметров измерения	MeasurSettings	8	
Резерв, равен нулю		9	
Ошибка формулы логической сигнализации	LogicFormula	10	
Ошибка параметров уставок	TestPoint	11	
Резерв, равен нулю		12-31	
Примечание - Адрес регистра Error представлен в таблице 17.			

Таблица 20 - Назначение битов регистра Warning состояния модуля

Название	Обозначение	Бит	Примечание
Ошибка системных калибровочных данных	CalibrationDataError	0	
Все каналы измерения выключены	AllChannelOff	1	
Резерв, равен нулю		2-15	
Чтение данных из резервной секции памяти	LoadFromReserv	16	
Служебный	LogBufferIsFull	17	
Резерв, равен нулю		18-21	
Интерфейс RS485 #1 не инициализирован	RS485_CH1_NotInit	22	
Интерфейс RS485 #2 не инициализирован	RS485_CH2_NotInit	23	
Резерв, равен нулю		24-31	
Примечание - Адрес регистра Warning представлен в таблице 17.			

Таблица 21 - Регистры измерения постоянных составляющих (первичные данные)

Название	Адрес (Hex)		Примечание
	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 22 - Регистры идентификационных данных программного обеспечения модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
<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 23 - Регистры идентификационных данных модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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 24 - Регистры калибровочных данных каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			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	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	8 x ULong (4)	0x3810	0x3910	0x3A10	0x3B10	
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 25 - Регистры настройки каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Разрешение работы (0 - канал отключен; 1 - канал включен)	Enabled	Byte (1)	0x3400	0x3500	0x3600	0x3700	4
При неисправности блокировать работу канала измерения (0 - не блокировать; 1 - блокировать)	InElectrCheck_IsLock	Byte (1)	0x3401	0x3501	0x3601	0x3701	
Вычислять зазор (0 - не вычислять; 1 - вычислять зазор)	InGapCalculation	Byte (1)	0x3402	0x3502	0x3602	0x3702	
Выполнять контроль стабильности частоты вращения КП (0 - не выполнять; 1 - выполнять контроль стабильности)	FreqDeviationControl	Byte (1)	0x3403	0x3503	0x3603	0x3703	
Комплементарный канал компенсации поперечной вибрации 0 - Отключено 1 - Канал измерения #01 2 - Канал измерения #02 3 - Канал измерения #03 4 - Канал измерения #04 5 - Прием данных	CompCrossGapOn	Byte (1)	0x3404	0x3504	0x3604	0x3704	
Инвертировать влияние компенсации поперечной вибрации (0 - не инвертировать; 1 - инвертировать)	CompCrossGapInvert	Byte (1)	0x3405	0x3505	0x3605	0x3705	
Включить продольную компенсацию 0 - Отключено 1 - Канал измерения 2 - Прием данных	CompAxialGapOn	Byte (1)	0x3406	0x3506	0x3606	0x3706	
Инвертировать влияние компенсации продольной вибрации (0 - не инвертировать; 1 - инвертировать)	CompAxialGapInvert	Byte (1)	0x3407	0x3507	0x3607	0x3707	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	4 x Byte (4)	0x3408	0x3508	0x3608	0x3708	
Усреднение значения зазора от датчика до контрольной поверхности	AverDepth_GapReal	Byte (1)	0x340C	0x350C	0x360C	0x370C	1
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	Byte (1)	0x340D	0x350D	0x360D	0x370D	
Не выполнять поперечную компенсацию при нулевом значении зазора (0 - выполнять; 1 - не выполнять)	CompCrossNoNullData	Byte (1)	0x340E	0x350E	0x360E	0x370E	
Не выполнять продольную компенсацию при нулевом значении зазора (0 - выполнять; 1 - не выполнять)	CompAxialNoNullData	Byte (1)	0x340F	0x350F	0x360F	0x370F	

Продолжение таблицы 25

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
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	4
Диапазон измеряемого зазора. Верхнее значение, мкм	InGapRange_High	Float (4)	0x3424	0x3524	0x3624	0x3724	4
Нижняя граница частоты вращения ротора (от 10), об/мин	FrequencyRPM_Min	Float (4)	0x3428	0x3528	0x3628	0x3728	
Верхняя граница частоты вращения ротора (до 12 100), об/мин	FrequencyRPM_Max	Float (4)	0x342C	0x352C	0x362C	0x372C	
Диаметр контрольной поверхности (по выступам), мм	DiameterOfControlSurface_mm	Float (4)	0x3430	0x3530	0x3630	0x3730	
Рабочий зазор от датчика до выступа контрольной поверхности, мкм	SensorGapWork_mkm	Float (4)	0x3434	0x3534	0x3634	0x3734	
Угол установки датчика (от -180 до +180), гр	SensorAngleSet	Float (4)	0x3438	0x3538	0x3638	0x3738	
Минимально измеряемая частота вращения ротора (от 0,1 до 100), об/мин	FrequencyMeasureMin_Rpm	Float (4)	0x343C	0x353C	0x363C	0x373C	
Число импульсов на оборот ротора (от 1 до 64)	PulseTooth	Byte (1)	0x3440	0x3540	0x3650	0x3750	4
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)	0x3441	0x3541	0x3641	0x3751	4
Фаза выборки АЦП для измерения зазора 0 - определение минимального значения от 1 до 32 - номер сегмента определения значения зазора	PulseAdcSegment	Byte (1)	0x3442	0x3542	0x3642	0x3742	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	Byte (1)	0x3443	0x3543	0x3643	0x3743	

Продолжение таблицы 25

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Период измерения частоты вращения (от 100 до 10 000), мс	FrequencyMeasPeriod_ms	UShort (2)	0x3444	0x3544	0x3644	0x3744	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	UShort (2)	0x3446	0x3546	0x3646	0x3746	
Компаратор. Уровень переключения в логический 0, мкм	PulseGapSwitch_Low	Float (4)	0x3448	0x3548	0x3648	0x3748	
Компаратор. Уровень переключения в логическую 1, мкм	PulseGapSwitch_High	Float (4)	0x344C	0x354C	0x364C	0x374C	
Компенсация продольной вибрации Коэффициент влияния по приближению КП от среднего положения	CompAxialFactorSub	Float (4)	0x3450	0x3550	0x3650	0x3750	
Компенсация продольной вибрации Коэффициент влияния по удалению КП от среднего положения	CompAxialFactorAdd	Float (4)	0x3454	0x3554	0x3654	0x3754	
Максимальная девиация частоты вращения КП (от 0,01 до 10,0), %	FrequencyDeviationMax	Float (4)	0x3458	0x3558	0x3658	0x3758	
Период времени контроля девиация частоты вращения КП (от 0.25 до 30 сек)	FreqDeviationPeriod_s	Float (4)	0x345C	0x355C	0x365C	0x375C	
Рабочий зазор поперечной компенсации (для режима приема данных), мкм	CompCrossWorkGap	Float (4)	0x3460	0x3560	0x3660	0x3760	
Рабочий зазор продольной компенсации (для режима приема данных), мкм	CompAxialWorkGap	Float (4)	0x3464	0x3564	0x3664	0x3764	
Угол установки датчика поперечной компенсации (для режима приема данных), мкм	CompCrossAngleSet	Float (4)	0x3468	0x3568	0x3668	0x3768	
Резерв, должен равняться нулю	Reserv	ULong (4)	0x346C	0x356C	0x366C	0x376C	
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 Требуется повторная инициализация канала для принятия изменений параметра. 5 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации.							

Таблица 26 - Регистры результатов каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	
Флаги состояния канала измерения	Status	ULong (4)	0x0800	0x0900	0x0A00	0x0B00	Табл.27
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	
Суммарный угол компенсации, гр	AngleCompensation	Float (4)	0x0820	0x0920	0x0A20	0x0B20	
Поперечный угол компенсации, гр	AngleCompCross	Float (4)	0x0824	0x0924	0x0A24	0x0B24	
Продольный угол компенсации, гр	AngleCompAxial	Float (4)	0x0828	0x0928	0x0A28	0x0B28	
Резерв, равен нулю	Reserv	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	
Примечание - Регистры доступны только для чтения.							

Таблица 27 - Назначение битов регистра Status результатов каналов измерения

Название	Обозначение	Бит	Примечание
Канал включен	Enabled	0	
Запрос на запуск, полученный по интерфейсам связи	RequestReinitialization	1	
Передача синхронизации на логический выход	OutToLogicPort	2	1
Резерв, равно нулю		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	
Выполняется вычисление зазора по току датчика	GapConst_Calc	8	
Запуск выборок измерения зазора (служебный)	DisplacementTimerOn	9	
Выполняется вычисление зазора (за два оборота ротора)	GapReal_Calc	10	
Резерв, равно нулю		11-12	
Выполняется контроль нестабильности частоты вращения ротора	FreqDeviation_Control	13	
Алгоритм контроля стабильности частоты вращения ротора в состоянии сброса	FreqDeviation_Reset	14	
Частота вращения ротора нестабильна (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	
Поперечная компенсация активна	CompCrossGap	20	
Продольная компенсация активна	CompAxialGap	21	
Резерв, равно нулю		22-25	
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 Для каналов измерения 1, 2. 2 Адреса регистров Status по каналам измерения представлены в таблице 26.			

4.5.4 Вывод данных на ЖКИ

Таблица 28 - Регистры настройки вывода данных на ЖКИ

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
Сообщение #01	LcdItem_01	Struct (32)	0x2400	
Режим работы 0 - Выключено 1 - Строка 1 2 - Сообщение 3 - Значение 4 - Линия	EnabledMode	Byte (1)	0x2400	
Позиция вывода	Position	Byte (1)	0x2401	
Адрес регистра для наложения маски строки 2	MaskString2Address	UShort (2)	0x2402	
Тип данных (всегда должен равняться 0) 0 - Float(4)	DataType	Byte (1)	0x2404	
Формат вывода данных 0 - #.### 1 - ##.## 2 - ###.# 3 - ####	DataFormat	Byte (1)	0x2405	
Адрес регистра выводимого параметра (по таблице интерфейсов связи)	DataAddress	UShort (2)	0x2406	
Маска строки 1, логика 'ИЛИ' по регистру Global состояния модуля	MaskOutString_1	ULong (4)	0x2408	
Маска строки 2, логика 'ИЛИ'	MaskOutString_2	ULong (4)	0x240C	
Маска флага, логика 'ИЛИ' по регистру Global состояния модуля	MaskOutFlag	ULong (4)	0x2410	
Строка 1	String_1	Char (6)	0x2414	
Строка 2	String_2	Char (6)	0x241A	
Сообщение #02	LcdItem_02	Struct (32)	0x2420	
Сообщение #03	LcdItem_03	Struct (32)	0x2440	
Сообщение #16	LcdItem_16	Struct (32)	0x25E0	
Примечания 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации. 2 Команда сохранения параметров сообщений #01 - #08 в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x11. 3 Команда сохранения параметров сообщений #09 - #16 в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) - 0x12.				

4.5.5 Унифицированные токовые выходы

Таблица 29 - Регистры настройки унифицированных токовых выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			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 30 - Регистры калибровки унифицированных токовых выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			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 31 - Регистры прямого управления ЦАП унифицированных токовых выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			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 32 - Регистры состояния унифицированных токовых выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)				Примечание
			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 'А'	coffParamToCurr_A	Float (4)	0x1210	0x1240	0x1270	0x12A0	
Расчет выводимого тока. Коэффициент 'В'	coffParamToCurr_B	Float (4)	0x1214	0x1244	0x1274	0x12A4	
Расчет значения ЦАП. Коэффициент 'А'	coffCurrToDAC_A	Float (4)	0x1218	0x1248	0x1278	0x12A8	
Расчет значения ЦАП. Коэффициент 'В'	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.							

4.5.6 Интерфейсы связи RS485

Таблица 33 - Регистры настройки интерфейсов RS485

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Примечание
			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.					

4.5.7 Интерфейсы связи CAN

Таблица 34 - Регистры настройки интерфейсов CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Примечание
			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 35 - Регистры состояния интерфейсов CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Примечание
			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 36 - Регистры приемного буфера данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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 37 - Регистры настройки передачи данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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)	Length	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 38 - Регистры состояния передачи данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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	Length	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 39 - Регистры настройки приема данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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 40 - Регистры состояния приема данных по интерфейсам CAN

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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.				

4.5.8 Логическая сигнализация

Таблица 41 - Регистры настройки логических выходов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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	
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации. 2 Описание команд логических правил представлено в таблице 43. 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 42 - Регистры настройки логических внутренних портов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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	
<p>Примечания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации. 2 Описание команд логических правил представлено в таблице 43. 3 Команда сохранения логических правил портов #01 - #08 в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06) — 0x1B. 				

Таблица 43 - Структура команды логических правил

Название	Обозначение	Биты
Код операции 0x00 - пустая операция 0x1F - завершение логической формулы 0x01 - поместить значение памяти в аккумулятор 0x02 - сохранить значение аккумулятора в памяти 0x03 - сбросить аккумулятор в нуль 0x04 - инвертировать значение аккумулятора 0x05 - логическое ИЛИ аккумулятора и памяти 0x06 - логическое И аккумулятора и памяти 0x07 - логическое исключаящее ИЛИ аккумулятора и памяти	Operation	11 : 15 (5)
Код памяти (регистра) 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 - нет ссылки на память 0x09 - нет ссылки на память 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)

4.5.9 Уставки

Таблица 44 - Регистры настройки уставок

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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 45 - Регистры состояния уставок

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Примечание
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.				

4.5.10 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 46 - Список управляющих регистров

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие	Примечание
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	
	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	
	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	
0xFF07	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	
0xFF07	0x21	Запись всех параметров настройки модуля в энергонезависимую память	1, 2
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 МК65 является ПО ModuleConfigurator, которая имеет удобный интерфейс и возможность доступа ко всем параметрам модуля. Для работы программы настройки необходимо подключить модуль МК65 к персональному компьютеру через модуль диагностического интерфейса MC01 USB или по интерфейсам USB, RS485.

Основные особенности программы:

- возможность наблюдения в реальном времени текущих показаний индикатора и сигнализации МК65;
- настройка всех параметров каналов измерения, интерфейсов связи и общих параметров модуля;
- генерация текстового отчета настроек логической сигнализации и всего модуля в целом;
- загрузка/сохранение настроек в файл;
- калибровка входа;
- калибровка унифицированного выхода и тестового сигнала.

Программное обеспечение ModuleConfigurator доступно для загрузки с официального сайта ООО НПП «Вибробит» www.vibrobit.ru, раздел «Поддержка».

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

Перед соединением с модулем МК65 в ПО ModuleConfigurator необходимо выбрать настройку МК65.

6 Техническое обслуживание

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

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

Приложение А

(обязательное)

Расположение органов регулировки

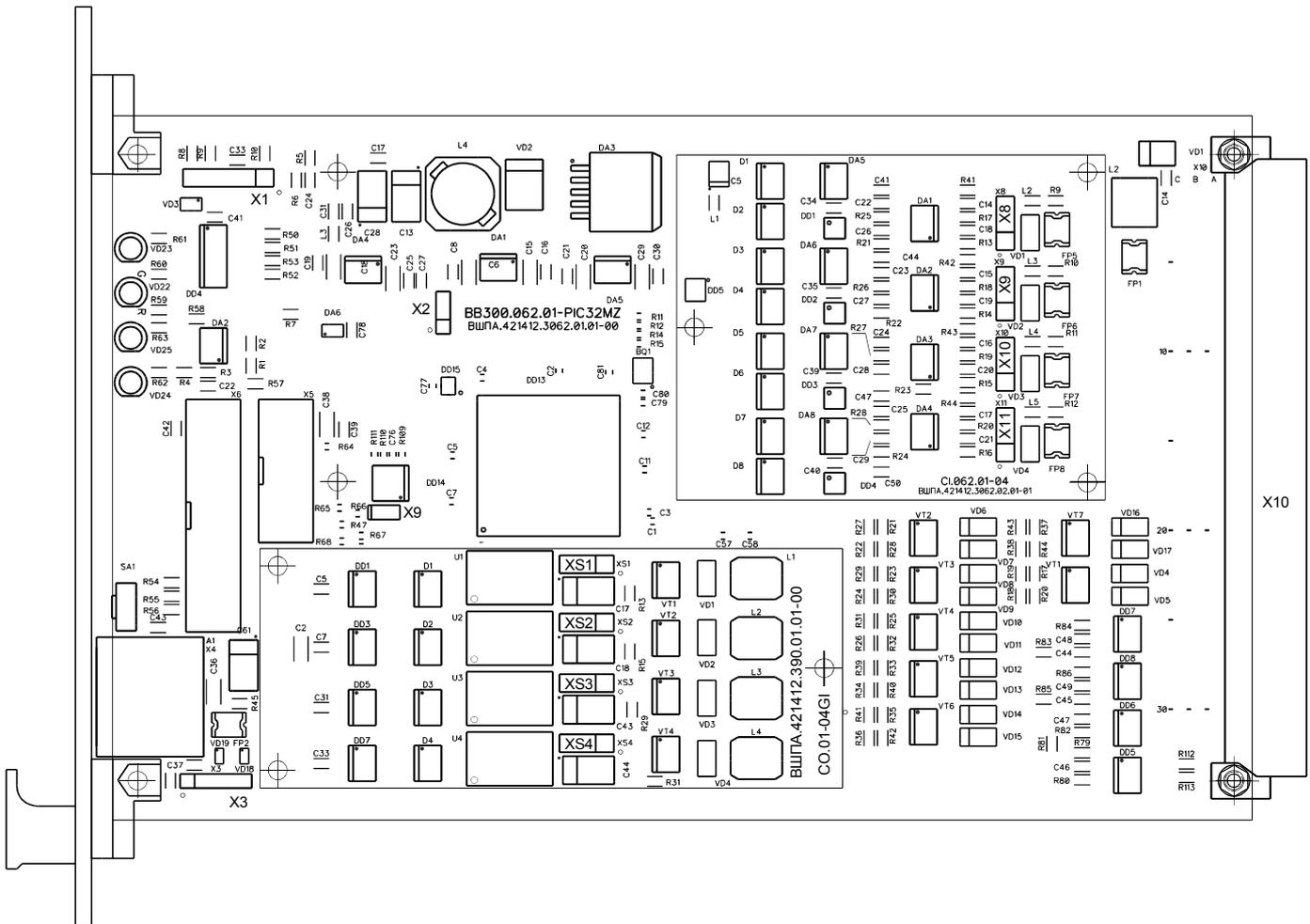


Рисунок А.1 - Расположение элементов на плате модуля МК65

Назначение разъемов

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

Перемычки X8, X9, X10, X11 на плате C1.062.01-04

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

Перемычки XS1, XS2, XS3, XS4 на плате CO.01-04G1

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

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

Переключатель Х9 - защита записи в энергонезависимую память

Снята	Запись разрешена
Установлена	Запись запрещена

Приложение Б

(обязательное)

Назначение контактов коммутационного разъема модуля

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Примечание
A2, B1, C2 A32, B31, C32	GND	Общий	
A3	Logic IN 02	Логический вход #02	
B3	SYNC IN 01	Логический вход #03	
A4	Logic IN 01	Логический вход #01	
C4	SYNC IN 02	Логический вход #04	
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	

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Примечание
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.