

ВИБРО

БИТ

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

**АППАРАТУРА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
«ВИБРОБИТ 500»**

Модуль измерительный MM530-NFI01.2-DA

Модуль измерительный MM530-NFI01.2-DB

Модуль измерительный MM530-NFI01.2-P-DA

Модуль измерительный MM530-NFI01.2-P-DB

Модуль измерительный MM530-NFI01.1-P-DB

Руководство по эксплуатации

ВШПА.421412.530.023-01 РЭ

Конфигурация модуля №01

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

Редакция 1 от 31.05.2022
#149387

Принятые сокращения

- АСКВМ - Автоматизированная система контроля вибрации и механических величин
- АЦП - аналого-цифровой преобразователь
- ИД - идентификационные данные
- ОЗУ - оперативное запоминающее устройство
- ОК - открытый коллектор
- ПК - персональный компьютер
- ПО - программное обеспечение
- ФНЧ - фильтр низких частот
- ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь

Содержание

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	5
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	7
3. РАБОТА МОДУЛЯ.....	8
3.1. Средства индикации и управления.....	8
3.2. Начало работы.....	9
3.2.1. Включение питания.....	9
3.2.2. Сброс модуля.....	9
3.2.3. Команда «Сохранить все параметры».....	9
3.2.4. Доступ на запись.....	9
3.3. Контроль состояния модуля.....	10
3.3.1. Идентификационные данные.....	10
3.3.2. Контрольные суммы CRC32 параметров модуля.....	10
3.3.3. Контроль состояния модуля.....	10
3.4. Структура модуля.....	11
3.5. Вывод данных на индикатор.....	12
3.6. Системные параметры.....	12
3.7. Каналы измерения.....	12
3.7.1. Подключение датчиков.....	12
3.7.2. Основные параметры, измерение смещения.....	15
3.7.3. Контроль исправности каналов измерения.....	15
3.7.4. Измерение частоты тахометрического сигнала.....	16
3.7.5. Компаратор тахометрических сигналов.....	17
3.8. Вспомогательные функции измерений.....	20
3.9. Унифицированный токовый выход.....	20
3.10. Логическая сигнализация.....	21
3.10.1. Логические выходы.....	21
3.10.2. Внутренние логические порты (виртуальные выходы).....	21
3.10.3. Логические входы (аппаратные).....	21
3.10.4. Логические входы (программные).....	21
3.10.5. Уставки.....	21
3.10.6. Алгоритмы скачка параметра.....	21
3.11. Инженерные настройки.....	22
3.11.1. Каналы измерения.....	22
3.11.2. Каналы синхронизации.....	22
3.11.3. Компаратор тахометрических сигналов.....	23
3.11.4. Унифицированные токовые выходы.....	23
3.11.5. Вспомогательные функции измерений.....	23
3.11.6. Логическая сигнализация.....	24
3.11.7. Уставки.....	24
3.11.8. Алгоритмы скачка.....	25
3.11.9. Компоновка данных.....	25
4. ЦИФРОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	26
4.1. Интерфейс RS485.....	26
4.2. Интерфейс CAN2.0B.....	26
4.3. Интерфейс USB.....	26
4.4. Компоновка данных.....	26
4.5. Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов).....	27
4.5.1. Компаратор тахометрических сигналов.....	27
4.5.2. Адресация регистров общих и вспомогательных функций.....	31
4.5.3. Управляющие команды.....	39
5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	41
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	42
А. Расположение органов регулировки на плате модуля.....	42
В. Назначение контактов коммутационных разъемов модуля.....	43

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модули измерительные MM530-NFI01.2-DA, MM530-NFI01.2-DB, MM530-NFI01.2-P-DA, MM530-NFI01.2-P-DB, MM530-NFI01.1-P-DB (далее по тексту - модуль), из состава аппаратуры контрольно-измерительной «Вибробит 500», с предварительно настроенной конфигурацией №01 предназначен для измерения смещений, частоты вращения ротора и формирования импульсов синхронизации для других измерительных модулей АСКВМ.

Основные функциональные характеристики модуля:

- Один или два (в зависимости от типа модуля) универсальных канала измерения:
 - адаптивный, управляемый компаратор для выделения тахометрических импульсов
 - 12-разрядный АЦП в каналах измерения
 - источник тока, индивидуальный для каждого канала измерения, для питания датчиков типа IEPЕ (определяется перемычками на плате)
 - поддержка различных электрических сигналов (определяется перемычками на плате):
 - ток 0(4) - 20 мА
 - напряжение 0 - 20 В
 - напряжение ±10 В
 - поддержка дифференциального сигнала датчиков в режиме измерения напряжения
 - контроль и управление питанием датчиков (первичных преобразователей)
 - формирование сигналов синхронизации для измерительных модулей переменных сигналов
 - пассивные унифицированные токовые выходы 4-20 мА (код - P)
- Функции:
 - Линеаризатор (2 блока)
 - Уравнения (4 блока)
 - Усреднение (4 блока)
 - Уставки (8 блоков)
 - Скачек параметра (2 блока)
- Логическая сигнализация:
 - шестнадцать настраиваемых уставки
 - шесть логических выходов типа ОК с защитными диодами от импульсных всплесков
 - три логических входа
 - настройка логических правил в аналитическом виде
- Интерфейсы связи:
 - два независимых интерфейса RS485
 - два независимых интерфейса CAN2.0B
 - интерфейс USB (на лицевой панели для настройки модуля)
 - компоновка данных
- Средства индикации и управления:
 - сигнальные светодиоды Link, Warn, Alarm
 - 7-сегментный 5-ти разрядный цифровой светодиодный индикатор
 - кнопка выбора канала измерения, блокировки логической сигнализации
- Системные функции
 - контроль напряжения питания и температуры модуля
 - технология доступа к изменению параметров модуля с вводом пароля (4 уровня доступа)
 - расчет контрольной суммы текущих настроек модуля
 - расчет контрольной суммы ПО модуля
- Конструктивные свойства:
 - малогабаритный модуль для установки в блочные каркасы высотой 2U
 - унифицированный присоединительный разъем
 - низкое энергопотребление
 - однополярное напряжение питания +24В DC

Дополнительная информация по работе и настройке модуля, технических характеристиках представлена в документах:

- ВШПА.421412.500.001 РЭ «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Руководство по эксплуатации»;
- ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

Таблица 1. Перечень вариантов исполнения модулей измерительных MM530-NF101

Наименование	Основной код исполнения	Обозначение	Примечание
Модуль измерительный MM530	NFI01.2-DA	ВШПА.421412.530.023	Число каналов контроля 2.
	NFI01.2-DB	ВШПА.421412.530.023-01	Измерение и контроль частоты вращения ротора, сигналов постоянного и переменного напряжения, тока.
	NFI01.2-P-DA	ВШПА.421412.530.023-10	
	NFI01.2-P-DB	ВШПА.421412.530.023-11	Источник тока для питания датчиков стандарта IEPЕ. Унифицированные токовый выходы (код Р).
	NFI01.1-P-DB	ВШПА.421412.530.023-21	То же Число каналов контроля 1.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 2. Основные технические характеристики модуля

Наименование	Норма	
<u>Каналы измерения</u>		
Количество каналов измерения	1 2	
<ul style="list-style-type: none"> • MM530-NFI01.1 • MM530-NFI01.2 		
Разрядность АЦП, бит	12	
<u>Измерение сигналов постоянного тока</u>		
Диапазоны измерения входного сигнала постоянного тока ¹⁾ , мА	0(4) – 20	
Входное сопротивление, Ом	500 ± 2	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения постоянного тока по цифровому индикатору и интерфейсам связи (δ_{MD}), %	±0,5	
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения постоянного тока модулем, вызванные изменением температуры окружающей среды модуля от нормальной до конечных значений диапазона рабочих температур (δ_{TMD}), %	±1,0	
<u>Измерение сигналов постоянного напряжения</u>		
Диапазоны измерения входного сигнала постоянного напряжения ^{1, 3)} , В	-10 – +10	0 – 20
Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону погрешности измерения постоянного напряжения по цифровому индикатору и интерфейсам связи (γ_{MD}), %	±0,25	
Пределы допускаемой дополнительной приведенной к диапазону погрешности измерения постоянного напряжения модулем, вызванные изменением температуры окружающей среды модуля от нормальной до конечных значений диапазона рабочих температур (γ_{TMD}), %	±1,0	
<u>Измерение тахометрических сигналов</u>		
Диапазон измерения частоты вращения ротора, об/мин	0,5 – 12000 ²⁾	
Число импульсов на один оборот ротора (настраиваемая величина)	от 1 до 250	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения ротора по цифровому индикатору и интерфейсам связи (Δ_F), об/мин, не более	±0,5	
Длительность импульса, мс, не менее	0,001	
Уровни логического переключения	Определяется при настройке модуля	
<u>Другие характеристики</u>		
Расчетная частота среза входного ФНЧ, кГц ³⁾	12,5	
Ток питания датчика стандарта IEPЕ, мА ⁴⁾	4,0; 6,3; 16,5; 18,8	
Пределы допускаемой относительной погрешности установки тока питания датчика стандарта IEPЕ (γ_{IE}), %	±5,0	
Количество унифицированных сигналов постоянного тока (код Р) ⁵⁾	1 2	
<ul style="list-style-type: none"> • MM530-NFI01.1-Р • MM530-NFI01.2-Р 		
Потребляемый ток, мА, не более	100 ⁶⁾	
Диапазон рабочей температуры окружающего воздуха (от и до включ.), °С	от -40 до +70	
Габаритный размер, мм, не более	20,1 x 85 x 127	
Примечания:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрический диапазон сигнала датчика (первичного преобразователя) должен находиться в диапазоне измерений модуля. 2. Диапазон с указанной метрологической точностью. Фактический диапазон измерения от 0,1 об/мин. 3. Не распространяется на измерительные цепи тахометрического сигнала. 4. Определяется переключками на плате модуля. 5. Для варианта исполнения модуля с унифицированным токовым выходом. 6. Ток потребления указан без учета тока потребления датчиков и других внешних цепей. 		

3. РАБОТА МОДУЛЯ

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

Все настройки модуля осуществляются с помощью персонального компьютера и программного обеспечения ModuleConfigurator. Модуль должен быть подключен к ПК через интерфейс USB.

Для настройки модуля с помощью ПО ModuleConfigurator должен применяться файл MM530-NFI01-N01.

Данное руководство по эксплуатации предназначено для предварительной заводской настройкой №01.

3.1. Средства индикации и управления

Внешний вид лицевых панелей модуля представлен на рисунке 1. На лицевой панели расположены следующие элементы:

- ручка для установки/демонтажа модуля в блочный каркас
- крепежные винты модуля в блочном каркасе
- разъем microUSB
- потайная кнопка сброса 'Reset'
- светодиоды состояния модуля 'Link', 'Warn', 'Alarm'
- управляющая кнопка 'Sel'

Назначение светодиодов состояния модуля:

- Зеленый светодиод 'Link':
 - кратковременное включение - индикация отправки данных по интерфейсам связи RS485, CAN, USB
 - мигание с периодом 2 секунды - индикация включенного состояния модуля
- Желтый светодиод 'Warn':
 - мигает - включена блокировка логической сигнализации по включению питания или командой пользователя
 - горит непрерывно - предупреждение (логика работы светодиода определяется при настройке модуля)
- Красный светодиод 'Alarm' - тревога (логика работы светодиода определяется при настройке модуля)

Назначение управляющих кнопок

- Кнопка 'Sel':
 - кратковременное нажатие - выбор отображаемого параметра
 - удержание - переключение состояния блокировки логической сигнализации
- Кнопка 'Reset' - сброс модуля, действие аналогично включению питания

В состав лицевой панели модуля входит графический 7-ми сегментный 5-ти разрядный цифровой индикатор (вертикальная ориентация), на котором отображаются результаты измерения и информационные сообщения в зависимости от настройки модуля.

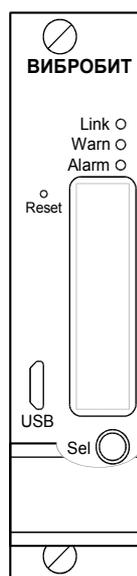


Рисунок 1. Внешний вид лицевой панели модуля

3.2. Начало работы

3.2.1. Включение питания

Включение модуля питания осуществляется подачей питания на вход +24 В. По включению питания светодиод '**Alarm**' светится красным цветом в течение одной секунды, модуль ожидает стабилизации напряжения питания (возможность источника питания обеспечить требуемый ток потребления). Затем, параметры работы модуля загружаются из энергонезависимой памяти.

Параметры работы разделены на секции:

- Идентификационные данные
- Системные параметры
- Параметры генерации сигнала синхронизации
- Параметры логической сигнализации
- 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 6-ом логическом выходе будет присутствовать активный уровень сигнала, светодиод '**Alarm**' на лицевой панели будет светиться красным цветом независимо от настройки пользователем.

После включения питания (сброса) модуля работа логических выходов заблокирована на установленное время. Если работа логических выходов заблокирована, светодиод '**Warn**' мигает.

Допускается, «горячая» замена модуля в блочном корпусе без выключения питания.

3.2.2. Сброс модуля

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

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

Через отверстие на лицевой панели модуля, нажатием на потайную кнопку '**Reset**', установленную на плату модуля, пользователь может выполнить сброс модуля (подается логический сигнал на микроконтроллер, выполняющий аппаратный сброс микроконтроллера 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 интерфейсу USB.

Длительность записи всех параметров в энергонезависимую память не более 10 секунд. Во время записи мигает светодиод '**Warn**', на индикаторе отображаются проценты завершения записи.

После завершения записи производится сброс модуля. Включение светодиода '**Alarm**' после завершения записи сигнализирует о возникшей ошибке.

Примечание. Команда «Сохранить все параметры» действует с учетом полученного уровня доступа на запись.

3.2.4. Доступ на запись

В модуле реализована процедура получения доступа на запись по цифровым интерфейсам связи для предотвращения непреднамеренного и преднамеренного изменения параметров работы, калибровочных данных модуля. Ограничения на операции чтения по цифровым интерфейсам связи не установлены.

Подробная информация представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.3. Контроль состояния модуля

3.3.1. Идентификационные данные

Идентификационные данные (ИД) модуля разделяются на четыре группы:

- Уникальный идентификатор модуля 'ID'
- Программное обеспечение
- Заводской номер год выпуска
- Конфигурация устройства

Подробная информация представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.3.2. Контрольные суммы CRC32 параметров модуля

Расчет контрольных сумм CRC32 по группам параметров, разделенных уровнем доступа, позволяет проводить контроль неизменности настроек (калибровочных данных) в ручном или автоматическом режиме. Модуль непрерывно проводит расчет контрольной суммы параметров с периодичностью около 4 секунд.

Подробная информация представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.3.3. Контроль состояния модуля

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

- флагов глобального состояния 'sysGL', ошибок 'sysER', тревог 'sysWR'
- температуры платы (вблизи микроконтроллера), напряжение питания модуля
- загрузка процессора
- общий размер рабочей памяти и размер свободной памяти
- состояние логической сигнализации
- другие данные.

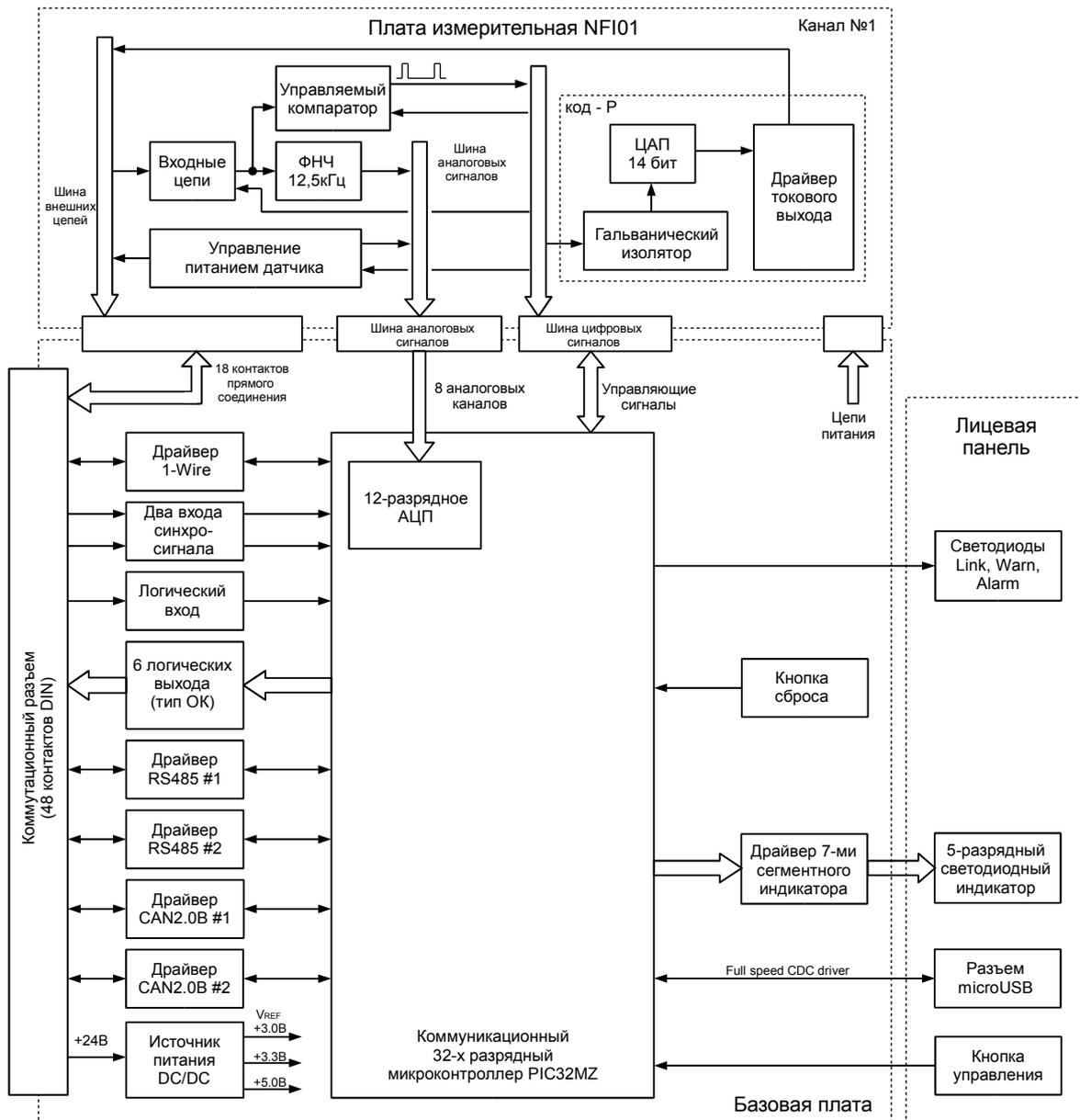
Подробная информация представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.4. Структура модуля

Структурная схема модуля логики MM530-NFI01.x-(P)-DA(DB) представлена на рисунке 2.

На базовой плате размещен 32-разрядный микроконтроллер типа PIC32MZ, содержащий в своем составе: 12-разрядный АЦП; логические порты ввода/вывода; последовательные интерфейсы SPI, I2C, USB, UART; ОЗУ 512кБ; Flash память программ 2МБ.

Установленные в модуле драйверы последовательных интерфейсов позволяют осуществлять обмен по интерфейсам CAN (обмен данными между модулями), RS485 (подключение к серверу сбора данных ACKBM). USB интерфейс предназначен для настройки и калибровки модуля.



*Канал 2 имеет аналогичную каналу 1 структурную схему.

Рисунок 2. Структурная схема модуля

На входных цепях каждого канала измерения предусмотрены защитные цепи от импульсных помех, повышенного потребления тока, перенапряжений.

Тип и электрический диапазон входного сигнала устанавливается с помощью перемычек. Нормированный входной сигнал поступает на вход ФНЧ с частотой среза 12,5 кГц и управляемый компаратор. Сигнал с выхода ФНЧ подается на вход АЦП микроконтроллера, а с выхода управляемого компаратора - на вход измерения частоты тахометрического сигнала.

Уровни переключения управляемого компаратора устанавливаются с помощью 12-разрядного ЦАП.

Схема управления питания датчика позволяет контролировать напряжение в цепи питания датчика и блокировать (отключать питание) в случае повышенного тока потребления.

Унифицированный токовый выход (пассивный режим, регулирование) реализован в модулях с кодом P.

3.5. Вывод данных на индикатор

Вывод данных на индикатор определяется настройками модуля, которые делятся на:

- Основные настройки, светодиоды
- Вывод результатов на индикатор

Перед переключением (в том числе автоматическом) на индикаторе в течение 2 секунд отображается имя параметра, указанное пользователем. Если имя параметра не указано в настройках, то в старшем сегменте индикатора отображается порядковый номер параметра.

Если в течение 4 секунд кнопка 'Sel' не нажималась, то кратковременное нажатие на кнопку 'Sel' вызывает отображение названия текущего параметра. Последующие нажатия кнопки 'Sel' циклически переключает выводимые на индикатор параметры.

После сброса модуля на индикаторе отображается приоритетный параметр, с предварительным выводом его имени.

Подробная информация настройки индикации представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.6. Системные параметры

Системные параметры представлены сигналами постоянного напряжения, период измерения равен 100мс. Частота дискретизации при измерении постоянных сигналов равна 8000 Гц. Измерение проводится с помощью 12-разрядного АЦП интегрированного в микроконтроллер. За один цикл измерения (100 мс) усредняется 800 выборок АЦП, полученных от источников постоянных сигналов.

Источниками постоянного сигнала являются:

- Резистивный делитель входа напряжения питания +24В
- Датчик температуры

Подробная информация о системных параметрах представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.7. Каналы измерения

Модуль имеет варианты исполнения с двумя и одним каналом измерения, различными вариантами индикатора лицевой панели и унифицированным токовым выходом для каждого канала измерения. Доступные варианты исполнения модуля представлены в таблице 1. Работа обоих каналов измерения идентична.

3.7.1. Подключение датчиков

Упрощенная схема входных цепей каналов измерения модуля представлена на рисунке 3, а назначение перемычек - в таблице 3.

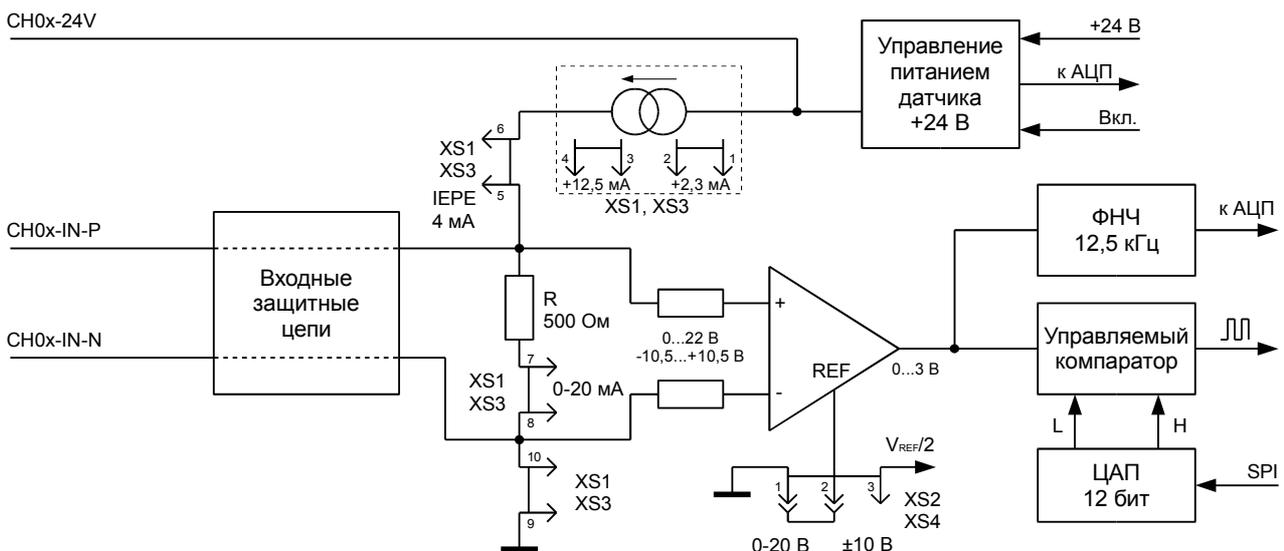


Рисунок 3. Упрощенная схема входных цепей каналов измерения модуля

Таблица 3. Назначение переключателей определение режима и электрического диапазона каналов

Электрический диапазон измерений

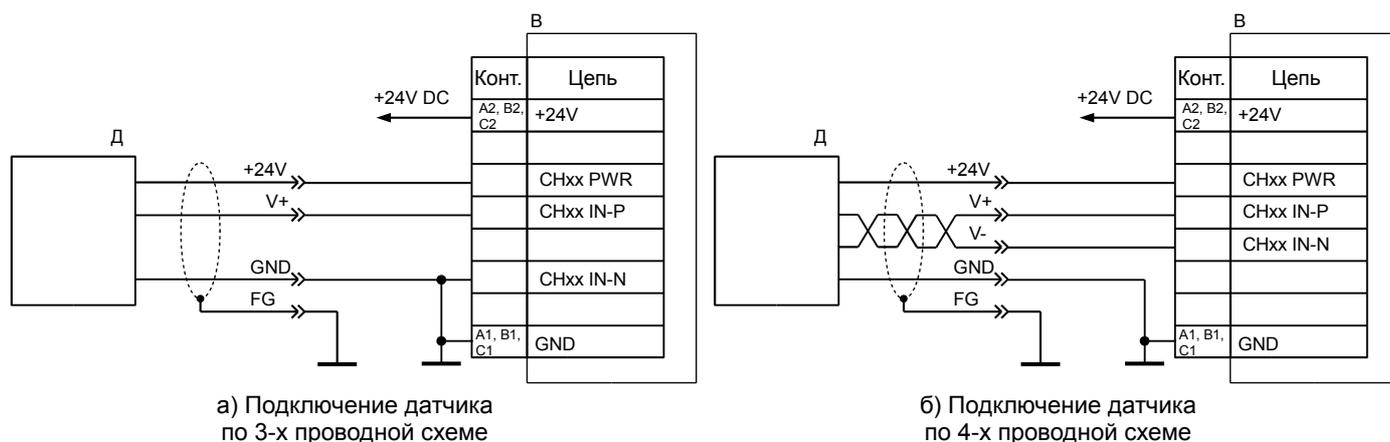
Канал 1 XS2	Канал 2 XS4	Описание	Примечание
1 - 2	1 - 2	0 - 20 В	Основной режим
2 - 3	2 - 3	±10 В	

Режим ввода

Канал 1 XS1	Канал 2 XS3	Описание	Примечание
1 - 2	1 - 2	Увеличение выходного тока для питания IEPЕ на 2,3 мА	Не имеет влияния, если не установлена переключатель 5-6
3 - 4	3 - 4	Увеличение выходного тока для питания IEPЕ на 12,5 мА	
5 - 6	5 - 6	Подключить источник тока IEPЕ к выходу CHxx IN-P, ток 4 мА	
7 - 8	7 - 8	Подключение резистора 500 Ом между входами CHxx IN-P, CHxx IN-N	Режим измерения 0 - 20 мА
9 - 10	9 - 10	Замыкание вывода CHxx IN-N на GND	
-	-	Дифференциальный режим по напряжению	Все переключатели сняты

3.7.1.1. Подключение датчиков с выходом по напряжению

Электрическая схема подключения датчиков с выходом по напряжению к измерительным модулям: по 3-х проводной схеме представлена на рисунке 4а, по 4-х проводной схеме - на рисунке 4б.



Где:

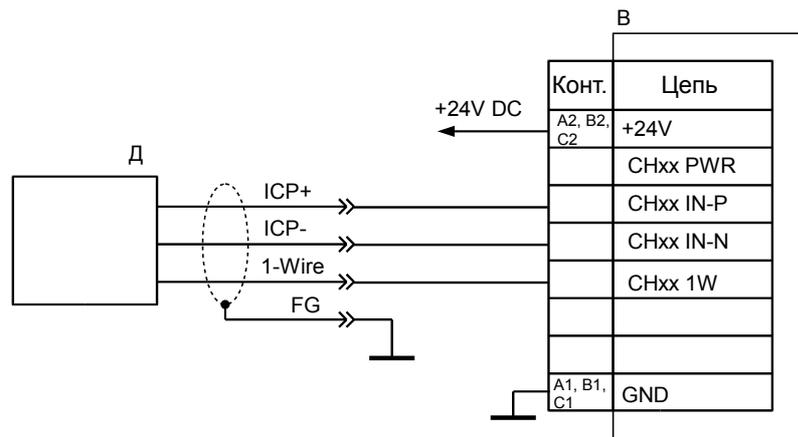
- Д - датчик
- В - модуль измерительный
- xx - номер канала измерения

Рисунок 4. Схема подключения датчиков с выходом по напряжению

Вывод 'CHxx IN-N' может быть подключен к GND с помощью переключателей на плате модуля (таблица 3).

3.7.1.2. Подключение датчиков с выходным по стандарту IЕPE

Электрическая схема подключения датчиков с выходом по стандарту IЕPE к измерительным модулям представлена на рисунке 5.



Где:

- Д** - датчик
- В** - модуль измерительный
- xx - номер канала измерения

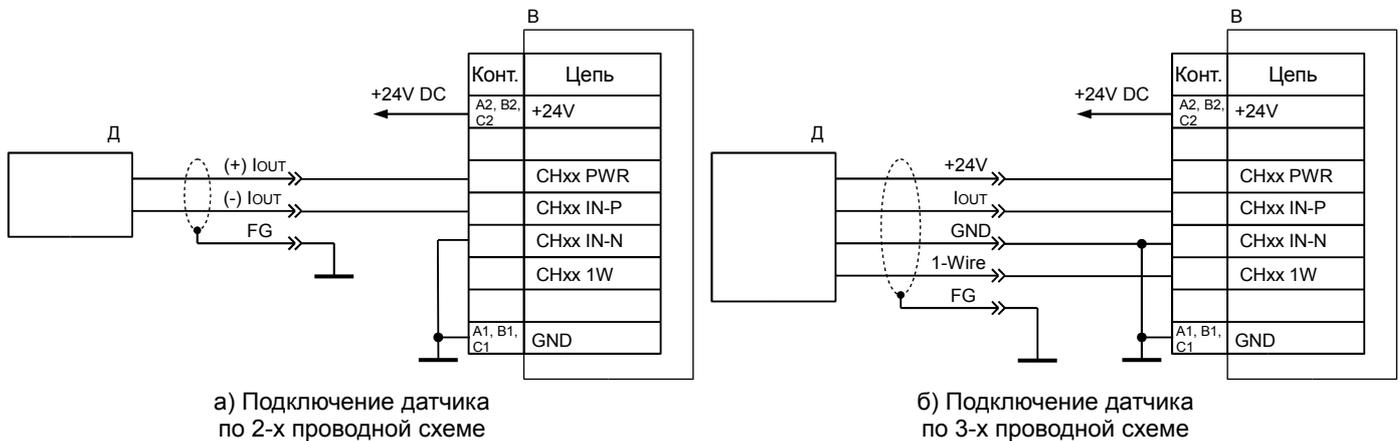
Рисунок 5. Схема подключения датчиков с выходом по стандарту IЕPE

В модулях должна быть установлена перемычка подключения вывода 'CHxx IN-N' к GND. Для выхода 'CHxx IN-P' с помощью перемычек на плате модуля должен быть выбран ток питания датчика (таблица 3)

Для датчиков, в которых не реализован интерфейс 1-Wire вход модуля измерительного 'CHxx 1W' остается не подключенным.

3.7.1.3. Подключение датчиков с выходным по току

Электрическая схема подключения датчиков с выходом по току к измерительным модулям по 2-х проводной схеме представлено на рисунке 6а, по 3-х проводной схеме - на рисунке 6б.



а) Подключение датчика по 2-х проводной схеме

б) Подключение датчика по 3-х проводной схеме

Где:

- Д** - датчик
- В** - модуль измерительный
- xx - номер канала измерения

Рисунок 6. Схема подключения датчиков с выходом по току

Вывод 'CHxx IN-N' может быть подключен к GND с помощью перемычек на плате модуля (таблица 3). Для датчиков, в которых не реализован интерфейс 1-Wire вход модуля измерительного 'CHxx 1W' остается не подключенным.

3.7.2. Основные параметры, измерение смещения

В основные параметры канала измерения входит:

- разрешение работы канала измерения
- настройка параметров измерения смещения, соответствующий электрическому диапазону датчика

	Канал #01	Канал #02
01. Разрешение работы	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x
02. Измерение смещения		
02.1 Выполнять измерение смещения	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x
02.2 Нижнее значение диапазона измерений	1 <i>i</i> x	1 <i>i</i> x
02.3 Верхнее значение диапазона измерений	5 <i>i</i> x	5 <i>i</i> x
02.4 Учитывать коэффициент чувствительности	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x
02.5 Значение коэффициента чувствительности	3,25 <i>i</i> x	3,25 <i>i</i> x

Рисунок 7. Пример основных параметров каналов измерения в ПО ModuleConfigurator

	Канал #01	Канал #02
01. Значение АЦП	1428 <i>i</i>	1942 <i>i</i>
02. Ток (напряжение) датчика, мА (В)	7,702 <i>i</i>	10,461 <i>i</i>
03. Значение параметра	1,369942 <i>i</i>	2,218827 <i>i</i>
04. Напряжение питания датчика, В	23,40 <i>i</i>	23,56 <i>i</i>

Рисунок 8. Пример контроля измерений по постоянному току (напряжению) в ПО ModuleConfigurator

Подробная информация работы каналов измерения по постоянному току (напряжению), калибровка каналов представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.7.3. Контроль исправности каналов измерения

В модуле предусмотрен контроль исправности каналов измерения по предельным уровням постоянного электрического сигнала датчика, а также контроль напряжения в линии питания датчика. При контроле исправности канала измерения по постоянному току (напряжению) возможно указать нижнюю и верхнюю границу допустимого электрического диапазона датчика, задержки срабатывания, восстановления работы канала.

Флаги неисправности канала измерения могут применяться для блокировки работы функций модуля (например, уставки), а также использоваться в формировании логической сигнализации.

	Канал #01	Канал #02
Контроль по постоянному току датчика		
01. При неисправности блокировать работу канала измерения	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x
02. Длительность блокировки канала измерения, сек	8,0 <i>i</i> x	8,0 <i>i</i> x
03. Задержка срабатывания уставок, сек	10,0 <i>i</i> x	10,0 <i>i</i> x
04. Гистерезис переключения уставок, мА (В)	0,1 <i>i</i> x	0,1 <i>i</i> x
05.1 Выполнять контроль нижнего предела	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x	<input checked="" type="checkbox"/> <i>i</i> x
05.1 Уставка нижнего предела, мА (В)	5,5 <i>i</i> x	5,5 <i>i</i> x
06.1 Выполнять контроль верхнего предела	<input type="checkbox"/> <i>i</i> x	<input type="checkbox"/> <i>i</i> x
06.1 Уставка верхнего предела, мА (В)	20,5 <i>i</i> x	20,5 <i>i</i> x
Контроль напряжения питания +24В линии датчика		
07.1 Режим контроля питания датчика	Контроль и управ <i>i</i> x	Контроль и управ <i>i</i> x
07.2 Тайм-аут определения низкого напряжения в линии питания, сек	3,0 <i>i</i> x	3,0 <i>i</i> x
07.3 Пауза повторного включения питания канала, сек	30 <i>i</i> x	30 <i>i</i> x
07.4 Минимально допустимое напряжение питания датчика, В	20,0 <i>i</i> x	20,0 <i>i</i> x

Рисунок 9. Пример настройки контроля исправности каналов измерения в ПО ModuleConfigurator

Подробная информация о контроле исправности каналов измерения представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.7.4. Измерение частоты тахометрического сигнала

В модулях реализовано до двух независимых каналов измерения частоты тахометрического сигнала. Настройка измерения частоты тахометрического сигнала разделяется на:

- инженерные настройки каналов синхронизации (пункт 3.11.2.)
- базовые настройки измерения частоты
- настройка компаратора тахометрических сигналов

Компаратор тахометрических сигналов позволяет выделять полезный сигнал от датчиков смещения с автоматической подстройкой уровней компарирования в зависимости от изменения положения контрольной поверхности (например, в следствии всплывтия ротора в подшипниках скольжения).

В базовых настройках измерения частоты необходимо указать (для каждого канала отдельно):

- разрешение работы измерения частоты
- активный фронт импульсов
- число импульсов на один оборот ротора
- минимально измеряемая частота вращения ротора

	Канал #01	Канал #02
01. Разрешение работы	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02. Активный фронт импульсов	1 - Передний	1 - Передний
03. Число импульсов на оборот ротора (от 1 до 250)	1	1
04. Минимально измеряемая частота вращения ротора, об/мин	10,0	10,0

Рисунок 10. Пример базовой настройки измерения частоты в ПО ModuleConfigurator

Изменения вступают в силу после перезагрузки модуля.

	Канал #01	Канал #02
01. Флаги состояния (Hex)	00000109	00000109
Флаги состояния по битам		
01.00 Канал включен	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01.03 Результаты измерения частоты достоверны	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01.05 Блокировка измерения частоты (обнаружена неисправность канала)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.06 Нет импульсов синхронизации	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.07 Режим 'СТОП'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.08 Передача тахометрического сигнала на логический выход	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01.28 Внимание. Приняты значения настроек по умолчанию	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.29 Внимание. Недопустимые настройки	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.30 Ошибка чтения конфигурации из ПЗУ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01.31 Ошибка чтения параметров работы из ПЗУ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. Результаты измерения		
02.1 Частота вращения ротора, Гц	60,00	60,00
02.2 Частота вращения ротора, об/мин	3600,0	3600,0

Рисунок 11. Пример контроля измерения частоты в ПО ModuleConfigurator

В регистрах состояния измерения частоты вращения ротора (рисунок 11) доступны результаты измерения в Гц, об/мин, а также флаги состояния алгоритма:

- Результаты измерения частоты достоверны
- Блокировка измерения частоты по сигнализации неисправности датчика
- Отсутствие тахометрических импульсов (режим 'СТОП')
- Передача тахометрических импульсов на логический выход
- другие флаги.

3.7.5. Компаратор тахометрических сигналов

Компаратор тахометрических сигналов (далее по тексту - Компаратор) позволяет:

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

Параметр	Значение	Адрес
01. Начальный установочный зазор	0,000	0x3508
02. Смещение среднего уровня переключения компаратора относительно зазора	0,000	0x3510
03. Гистерезис переключения компаратора (размах)	1,000	0x3514
04. Ограничивать уровни переключения компаратора диапазоном измерения зазора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3500
05. Вычислять зазор при вращении ротора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3503
06. Число оборотов ротора для вычисления зазора (от 1 до 100)	10	0x3504
07. Адаптивный режим настройки уровней переключения компаратора		
07.01 Адаптивная коррекция уровней переключения компаратора	По зазору, вычисленному из постс...	0x3501
07.02 Ограничивать средний уровни переключения компаратора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3502
09.03 Нижняя граница среднего уровня переключения	1,000	0x3518
07.04 Верхняя граница среднего уровня переключения	4,000	0x351C
07.05 Минимальная частота вращения ротора для адаптивного режима, об/мин	10,0	0x3520

Рисунок 12. Пример настройки компаратора тахометрических сигналов канала 1 в ПО ModuleConfigurator

Для корректной работы Компаратора необходимо выполнить инженерные настройки (пункт 3.11.3.) для получения функцией Компаратора исходных данных настройки измерения смещения, сигнализации детектирования остановки ротора и других данных.

Перечень параметров настройки компаратора канала измерения 1 представлен на рисунке 12. Настройка всех зазоров, уровней переключения и смещений должна осуществляться в одних единицах измерения.

Основные параметры для статической настройки компаратора:

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

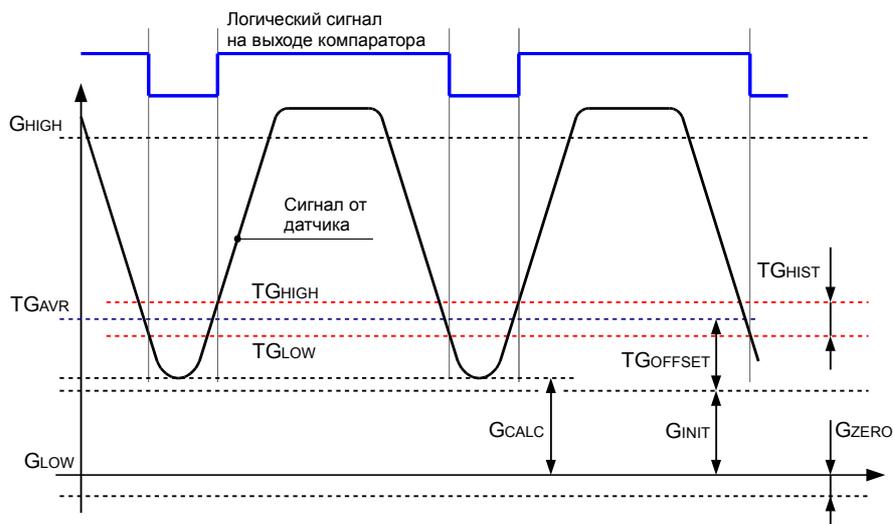


Рисунок 13 - Формирование логического тахометрического сигнала

На рисунке 13 представлена работа компаратора с учетом устанавливаемых настроек канала измерения. Для статической настройки компаратора уровни переключения логического '0' и логической '1' тахометрического сигнала вычисляются по формулам:

$$\begin{aligned} \text{Средний уровень компарирования} & \quad TG_{AVR} = G_{INT} + G_{OFFSET} \\ \text{Уровень переключения логического '0'} & \quad TG_{LOW} = TG_{AVR} - TG_{HIST}/2 \\ \text{Уровень переключения логической '1'} & \quad TG_{HIGH} = TG_{AVR} + TG_{HIST}/2 \end{aligned}$$

Минимально допустимое значение TG_{HIST} равно 0,001 (в единицах канала измерения). Модуль автоматически устанавливает предельное минимальное значение, если настройка TG_{HIST} не соответствует требованиям.

На рисунке 13 G_{ZERO} - рабочий зазор вихретокового датчика.

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

3.7.5.1. Измерение зазора до КП во время вращения ротора

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

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

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

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

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

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

Контроль измерения зазора до КП во время вращения ротора выполняется по флагам (рисунок 14):

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

Также доступны результаты измерения зазора по постоянному току (напряжению) датчика, определенному при вращении ротора.

Параметр	Значение	Адрес
01. Флаги состояния (Hex)	00000509	0x3600
Флаги состояния по битам		
01.00 Функция активна	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3600
01.08 Измерение зазора при вращении ротора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3600
01.09 Ротор остановлен	<input type="checkbox"/>	0x3600
01.10 Вычислен зазор при вращении ротора	<input checked="" type="checkbox"/>	0x3600
01.04 Адаптивный режим. Частота вращения ниже установленного уровня	<input type="checkbox"/>	0x3600
01.05 Адаптивный режим. Ограничение нижнего уровня	<input type="checkbox"/>	0x3600
01.06 Адаптивный режим. Ограничение верхнего уровня	<input type="checkbox"/>	0x3600
01.24 Ошибка инженерных настроек	<input type="checkbox"/>	0x3600
01.29 Ошибка параметров настройки	<input type="checkbox"/>	0x3600
02. Измерение параметров		
02.1 Зазор по постоянному току датчика	2,268	0x3604
02.2 Зазор, вычисленный по выступам КП	1,416	0x3608
02.3 Зазор, вычисленный по пазам КП (информационно)	3,119	0x361C
02.4 Частота вращения, об/мин	3600,0	0x360C
03. Уровни переключения компаратора		
03.1 Средний уровень	2,268	0x3610
03.2 Нижнее значение компарирования	1,768	0x3614
03.3 Верхнее значение компарирования	2,768	0x3618

Рисунок 14. Пример контроля состояния компаратора тахометрических сигналов канала 1 в ПО ModuleConfigurator

3.7.5.2. Адаптивный режим настройки уровней компаратора

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

1. По зазору, вычисленному от постоянного тока датчика;
2. По реальному зазору до КП, вычисленному при вращении ротора;
3. По реальному среднему зазору, вычисленному при вращении ротора;

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

В адаптивном режиме расчет уровней переключения осуществляется по формуле:

$$\text{Средний уровень компарирования} \quad TG_{AVR} = G_{CALC} + G_{OFFSET}$$

$$\text{Уровень переключения логического '0'} \quad TG_{LOW} = TG_{AVR} - TG_{HIST}/2$$

$$\text{Уровень переключения логической '1'} \quad TG_{HIGH} = TG_{AVR} + TG_{HIST}/2$$

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

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

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

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

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

В модуле доступны дополнительные сведения о состоянии функции Компаратора - рисунок .

Параметр	Значение	Адрес
01.1 Уровень переключения. Нижнее значение, ЦАП	1001	0x3620
01.2 Уровень переключения. Верхнее значение, ЦАП	1364	0x3622
02.1 Расчет зазора. Коэффициент А	-0,9884393	0x3628
02.2 Расчет зазора. Коэффициент В	0,001651528	0x362C
03.1 Расчет ЦАП. Коэффициент А	359,1	0x3630
03.2 Расчет ЦАП. Коэффициент В	363,3	0x3634
04. Зазор при вращении ротора, АЦП	2488	0x3648
05. Доступ к параметру/регистру (адреса MCU)		
05.1 Значение зазора	80040248	0x364C
05.1 Значение зазора	80040248	0x364C
05.2 Значение частоты	800403D0	0x3650
05.3 Регистр флагов сигнализации 'СТОП'	800403C8	0x3654

Рисунок 15. Пример дополнительных сведений состояния компаратора тахометрических сигналов канала 1 в ПО ModuleConfigurator

3.8. Вспомогательные функции измерений

В модуле с заводской конфигурацией №01 предусмотрено несколько стандартных вспомогательных функций:

- Линеаризатор (2 экземпляра)
- Уравнения (4 экземпляра)
- Алгоритм усреднения (4 экземпляра)

Экземпляры вспомогательных функций позволяют в качестве исходных данных принимать любые данные (результаты измерений, например) в качестве исходных данных.

В инженерных настройках модуля существует возможность определить последовательность вычисления результирующего параметра, создавая цепочку передачи данных от одного экземпляра вспомогательных функций к другому.

Подробная информация о вспомогательных функциях представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

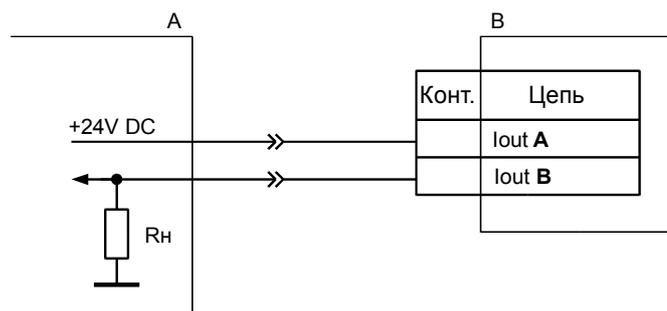
В разделе 4.5.2. представлено распределение адресного пространства для обращения по цифровым интерфейсам связи, управляющие команды вспомогательных функций.

3.9. Унифицированный токовый выход

Для каждого канала измерения в модуле предусмотрен унифицированный выход с гальванической изоляцией. Все унифицированные выходы имеют индивидуальные параметры настройки, работают независимо друг от друга. Электрический режим работы унифицированных выходов - пассивный регулятор.

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, представленном в формате Float(4).

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



Где:

A - оборудование, приемник токового сигнала

B - модуль измерительный

Rн - сопротивление нагрузки токового выхода

Рисунок 16. Схема подключения к унифицированному токовому выходу в режиме пассивного регулятора

Подробная информация работы унифицированных выходов, калибровка представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.10. Логическая сигнализация

Модуль имеет возможность формировать логические сигналы предупредительной и аварийного сигнализации. Для контроля за параметрами в модуле реализованы функции проверки величины измеряемого параметра и входы логических сигналов.

Подробная информация о логической сигнализации (входы, выходы, уставки) представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.10.1. Логические выходы

В модуле предусмотрено 6 логических выходов с открытым коллектором (активный уровень - ноль). Схемотехника логических входов предусматривает возможность непосредственного подключения обмоток реле. Работа логических выходов #01 - #06 настраивается пользователем по цифровым интерфейсам связи.

Если обнаружена ошибка контрольной суммы по одной из секций параметров работы модуля, на логическом выходе #06 будет присутствовать активный уровень сигнала, остальные логические выходы модуля останутся в неактивном состоянии.

Каждый логический выход может настраиваться в аналитическом виде с помощью логических правил. В логических операциях используются булевы функции над флагами состояния модуля.

Динамические регистры #01-04 рекомендуется в инженерных настройках ассоциировать с регистрами флагов состояния каналов измерения.

3.10.2. Внутренние логические порты (виртуальные выходы)

В модуле предусмотрено 10 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, использоваться.

Логический выход №15 может быть ассоциирован с работой светодиода 'Warn' на лицевой панели модуля, выход №16 - 'Alarm'.

3.10.3. Логические входы (аппаратные)

Логические входы предназначены для ввода в АСКВМ логических сигналов, состояние которых доступно для считывания по цифровым интерфейсам связи. В модуле предусмотрено 3 логических входа.

Дополнительные логические входы, при соответствующей настройке модуля, могут участвовать в формировании логических сигналов на логических выходах. Состояние логических входов отображается в регистре «Логические входы, физические 'InLogic' бит 0-15».

3.10.4. Логические входы (программные)

Командами по интерфейсам связи возможна установка битов регистра «Логические входы, программные 'InLogic' бит 16-32». Всего поддерживается 16 программных команд. Время удержания активного состояния на программных логических входах определяется в инженерных настройках.

При выполнении управляющих команд автоматически сбрасывается счетчик тайм-аута. Передача незарегистрированной команды переводит все программные логические порты в неактивное состояние.

3.10.5. Уставки

В модуле предусмотрено 8 уставок по 4 уставки на каждый канал измерения. Все уставки имеют индивидуальные параметры настройки и работают независимо друг от друга. Для каждой уставки возможно указать ассоциацию с контролируемым параметром.

Флаги состояния уставок могут использоваться в алгоритмах логической сигнализации.

3.10.6. Алгоритмы скачка параметра

В модуле предусмотрено 2 экземпляра алгоритма скачка параметра. Каждый экземпляр имеет индивидуальные параметры настройки и работают независимо друг от друга. Для каждого экземпляра возможно указать ассоциацию с контролируемым параметром.

Алгоритмы скачка параметра могут применяться для детектирования стабилизации частоты вращения ротора.

3.11. Инженерные настройки

Для изменения инженерных настроек требуется доступ уровня L3. В состав инженерных настроек входит:

- Каналы измерения
- Каналы синхронизации
- Компаратор тахометрических сигналов
- Унифицированные токовые выходы
- Линеаризатор
- Уравнения
- Алгоритмы усреднения
- Логические входы/выходы
- Уставки
- Алгоритмы скачка
- Компоновка данных

В данном разделе будут представлены особенности инженерных настроек, применительно к модулям измерительным MM530-NFI01. Дополнительные сведения смотрите в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.11.1. Каналы измерения

В инженерных настройках каналов измерения требуется ассоциировать каналы измерения с физическими входами платы измерительной NFI01 и указать условие выполнения функции в цикле 100 мс. Пример представлен на рисунке 17.

	Канал #01	Канал #02
01.1 Ассоциация с физическим входом платы расширения	Вход #01 <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	Вход #02 <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>
01.2 Условие выполнения	В цикле 100мс <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	В цикле 100мс <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>
02. Переназначение источника данных АЦП измерения постоянной составляющей		
02.1 Тип данных	Не определено <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	Не определено <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>
02.2 Адрес значения АЦП (Hex)	0000 <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	0000 <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>

Рисунок 17. Пример инженерных настроек каналов измерения в ПО ModuleConfigurator

3.11.2. Каналы синхронизации

В инженерных настройках каналов синхронизации при измерении модулем частоты вращения ротора необходимо указать:

- Вход импульсов синхронизации
 - для канала 1: 1-CH1 PULSE (плата расширения)
 - для канала 2: 1-CH2 PULSE (плата расширения)
- Условие выполнения: в цикле 100 мс
- Адрес регистра флагов и маска блокировки измерений (в случае необходимости).

Таблица 4. Адреса регистров состояния каналов измерения и маска блокировки

Канал измерения	Регистр флагов блокировки	Маска блокировки	
		Блокировка работы уставок	Канал неисправен
1	0x4700	0x00000080	0x00000040
2	0x4720	0x00000080	0x00000040

	Канал #01	Канал #02
01.1 Вход импульсов синхронизации	1 - CH1 PULSE (r) <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	2 - CH2 PULSE (r) <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>
01.2 Условие выполнения	В цикле 100мс <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	В цикле 100мс <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>
02. Передавать сигнал на логический выход	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>
03.1 Адрес регистра флагов блокировки измерений (Ulong)	4700 <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	4720 <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>
03.2 Маска блокировки измерений 'ИЛИ' (Hex)	00000040 <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>	00000040 <input type="button" value="i"/> <input type="button" value="x"/>

Рисунок 18. Пример инженерных настроек каналов синхронизации в ПО ModuleConfigurator

3.11.3. Компаратор тахометрических сигналов

В инженерных настройках компаратора тахометрических сигналов необходимо настроить адресацию данных измерения зазора, измерения частоты вращения ротора, числа импульсов на один оборот ротора и флага сигнализации остановки ротора. Пример настройки адресации представлен на рисунке .

	Канал #01	Канал #02
01. Адреса регистров измерения зазора (Hex)		
01.1 Вычисленное значение зазора (Float)	4714	4734
01.2 Нижнее значение диапазона (Float)	4220	4270
01.3 Верхнее значение диапазона (Float)	4224	4274
01.4 Значение АЦП, соответствующее нижнему значению диапазона (Float)	4410	4428
01.5 Значение АЦП, соответствующее верхнему значению диапазона (Float)	4414	442C
02. Адреса регистров измерения частоты (Hex)		
02.1 Вычисленное значение частоты, об/мин (Float)	4988	49A8
02.2 Число импульсов на оборот ротора (Ushort)	4902	4922
02.3 Регистр флагов сигнализации СТОП (Ulong)	4980	49A0
02.4 Маска детектирования режима СТОП	00000080	00000080

Рисунок 19. Пример инженерных настроек компаратора тахометрических сигналов в ПО ModuleConfigurator

3.11.4. Унифицированные токовые выходы

Для унифицированных токовых выходов в инженерных настройках необходимо указать:

- Ассоциацию с физическим выходом платы
- Условие выполнения (в цикле 100 мс)
- Адрес выводимого параметра и адрес регистра прямой установки тока на выходе при проведении поверки
- Адрес регистра флагов состояния канала и маски блокировки

Пример инженерных настроек унифицированных выходов представлен на рисунке . В примере исходными данными для унифицированного токового выхода являются результаты алгоритмов усреднения.

	Канал #01	Канал #02
01.1 Ассоциация с физическим выходом платы расширения	Выход #01	Выход #02
01.2 Условие выполнения	В цикле 100мс	В цикле 100мс
02. Адрес выводимого параметра Float (Hex)	79C0	49C4
03. Адрес регистра установки тока Float (Hex)	1800	1804
05. Контроль исправности канала измерения		
05.1 Адрес регистра флагов блокировки измерений (Ulong)	4700	4720
05.2 Маска блокировки измерений 'ИЛИ' (Hex)	00000080	00000080

Рисунок 20. Пример инженерных настроек унифицированных выходов в ПО ModuleConfigurator

3.11.5. Вспомогательные функции измерений

В инженерных настройках настройках вспомогательных функций (линеаризатор, уравнения, алгоритмы усреднения), при их применении, необходимо указать:

- Адрес регистра (регистров) исходных данных
- Условия блокировки (неисправности)
- Условия выполнения (100 мс)
- Другие параметры

Параметр	Значение	Адрес
01. Контролируемый параметр (Float)	4988	0x7804
02.1 Регистр флагов блокировки алгоритма (Ulong)	4700	0x7806
02.2 Маска блокировки измерений 'ИЛИ' (Hex)	00000040	0x7808
03. Условие выполнения	В цикле 100мс	0x7800

Рисунок 21. Пример инженерных настроек алгоритма усреднения #01 в ПО ModuleConfigurator

Подробная информация о вспомогательных функциях представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

3.11.6. Логическая сигнализация

В инженерных настройках логической сигнализации необходимо указать:

- Тайм-аут управления по интерфейсам связи (для программных логических входов)
- Тайм-аут блокировки логической сигнализации после включения питания (рекомендуется 8 секунд)
- Режим работы логических входов
- Адреса регистров динамической памяти логических формул
 - Статус канала измерения #01 - 0x4700
 - Статус канала измерения #02 - 0x4720
 - Статус измерения частоты канала #01 - 0x4980
 - Статус измерения частоты канала #02 - 0x49A0
 - Флаги алгоритмов скачка. Триггеры - 0x80C0
 - Флаги алгоритмов скачка. Активные - 0x80C4
 - Флаги алгоритмов скачка. Стабилизация параметра - 0x80C8

Параметр	Значение	Адрес
01. Тайм-аут управления по интерфейсам связи от 0 до 20 (0 - выключено), сек	0	0x2800
02. Тайм-аут блокировки после включения питания (сброса) от 5 до 60, сек	8	0x2802
03. Логические входы, режим работы		
03.1 Логический вход #01	1 - Активный 0 (для сигнала с ОК)	0x2810
03.2 Логический вход #02 (вход синхронизации #01)	0 - Выключен	0x2811
03.3 Логический вход #03 (вход синхронизации #02)	0 - Выключен	0x2813
04. Адреса регистров динамической памяти логических формул		
Регистр #01. Статус канала измерения #01	4700	0x2820
Регистр #02. Статус канала измерения #02	4720	0x2822
Регистр #03.	4980	0x2824
Регистр #04.	49A0	0x2826
Регистр #05.	0000	0x2828
Регистр #06.	0000	0x282A
Регистр #07. Флаги алгоритмов скачка. Триггер	0000	0x282C
Регистр #08. Флаги алгоритмов скачка. Активные	0000	0x282E

Рисунок 22. Пример инженерных настроек логической сигнализации в ПО ModuleConfigurator

3.11.7. Уставки

В инженерных настройках уставок определяется условие выполнения (доступно только в цикле 100 мс), ассоциация с контролируемым параметром, блокировка работы уставки.

Параметр	Значение	Адрес
01. Условие выполнения	В цикле 100мс	0x7A08
02.1 Адрес. Контролируемый параметр (Float)	79C0	0x7A00
02.2 Адрес. Значение уставки (Float)	0000	0x7A02
02.3 Адрес. Значение гистерезиса переключения (Float)	0000	0x7A04
03. Адрес. Регистр флагов блокировки алгоритма (Ulong)	4700	0x7A06
04. Маска блокировки уставки 'ИЛИ' (Hex)	00000080	0x7A0C

Рисунок 23. Пример инженерных настроек уставки #01 в ПО ModuleConfigurator

Рекомендуется проводить настройку уставок в соответствии с таблицей 5. Каждому каналу измерения соответствует 4 уставки, контролируемый параметр с выхода алгоритма усреднения.

Нулевые значения адресов «Значение уставки» и «Значение гистерезиса переключения» автоматически назначает адреса соответствующих параметров в эксплуатационных настройках уставок.

Таблица 5. Инженерные настройки уставок

№ уставки	Канал измерения	Контролируемый параметр	Регистр флагов блокировки	Маска блокировки
1	1	0x79C0	0x4700	0x00000080
2	1	0x79C0	0x4700	0x00000080
3	1	0x79C0	0x4700	0x00000080
4	1	0x79C0	0x4700	0x00000080
5	2	0x79C4	0x4720	0x00000080
6	2	0x79C4	0x4720	0x00000080
7	2	0x79C4	0x4720	0x00000080
8	2	0x79C4	0x4720	0x00000080

3.11.8. Алгоритмы скачка

В инженерных настройках алгоритмов скачка определяется условие выполнения (доступно только в цикле 100 мс), ассоциация с контролируемым параметром, блокировка работы.

Параметр	Значение	Адрес
01. Условие выполнения	В цикле 100мс	0x7F08
02.1 Адрес. Контролируемый параметр. Амплитуда (Float)	79C0	0x7F00
02.2 Адрес. Контролируемый параметр. Фаза (Float)	0000	0x7F02
02.3 Адрес. Контрольное значение (Float)	0000	0x7F04
03. Адрес. Регистр флагов блокировки алгоритма (Ulong)	4700	0x7F06
04. Маска блокировки уставки 'ИЛИ' (Hex)	00000080	0x7F0C

Рисунок 24. Пример инженерных настроек алгоритма скачка #01 в ПО ModuleConfigurator

Нулевое значение адреса «Контрольное значение» автоматически назначает адреса соответствующих параметров в эксплуатационных настройках алгоритма скачка.

3.11.9. Компоновка данных

Функция компоновки данных позволяет сгруппировать различные данные (результаты измерений, флаги состояний, настройки и т.д.) в один блок для повышения скорости считывания по интерфейсам связи.

Рекомендуемые настройки:

- Число 32-разрядных слов - 128
- Адрес буфера данных на интерфейсах связи - 0xFD00

Параметр	Значение	Адрес
01. Включить функцию компоновки данных	<input checked="" type="checkbox"/>	0x8300
02. Число 32-разрядных слов (Ulong) буфера данных	128	0x8304
03. Адрес буфера данных на интерфейсах связи	FD00	0x8306

Рисунок 25. Пример инженерных настроек компоновки данных в ПО ModuleConfigurator

Подробная информация о функции компоновки данных представлена в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

4. ЦИФРОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ УПРАВЛЕНИЯ

Модуль поддерживает пять независимых интерфейса управления:

- Два интерфейса RS485 с частичной реализацией протокола ModBus RTU (достаточной для управления)
- Два интерфейса CAN2.0B
- Интерфейс USB для настройки параметров работы модуля

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

Внимание. Источник питания, микросхемы драйверов RS485 и CAN2.0B интерфейсов, интерфейс USB не имеют гальванической развязки.

Подробное описание работы интерфейсов, назначение регистров смотрите в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

4.1. Интерфейс RS485

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

4.2. Интерфейс CAN2.0B

Интерфейс CAN2.0B предоставляет возможность передачи данных о результатах измерения, состоянии модуля, принимать данные от других модулей. CAN контроллер модуля работает в активном режиме, т.е. выдает dominant подтверждение принятых сообщений и может генерировать в шину CAN сообщения активного сброса (например, в случае неправильно указанной скорости обмена).

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

4.3. Интерфейс USB

Интерфейс USB предназначен для контроля работы модуля и настройки параметров его работы. Разъем интерфейса microUSB расположен на лицевой панели модуля. 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 ModbusRTU с адресом устройства 0xF7.

4.4. Компоновка данных

Для сокращения времени считывания данных из модуля предусмотрен механизм компоновки данных с возможностью настройки до 64 правил копирования данных в область памяти, доступную для считывания одним блоком.

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

Подробное описание и назначение регистров общих для всех модулей функций смотрите в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

В данном разделе представлено только часть регистров, определенные типом модуля.

4.5.1. Компаратор тахометрических сигналов

Таблица 6. Регистры состояния компаратора тахометрических сигналов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал измерения #01		Struct (0x70)	0x3600	
Флаги состояния	Status	ULong (4)	0x00	1
Зазор по постоянному току датчика	GapAverage	Float (4)	0x04	
Зазор, вычисленный по выступам КП	GapUponRotation	Float (4)	0x08	
Частота вращения, об/мин	FreqValue	Float (4)	0x0C	
Уровни переключения. Средний уровень	ToggleGapLevel_Avr	Float (4)	0x10	
Уровни переключения. Нижнее значение	ToggleGapLevel_Low	Float (4)	0x14	
Уровни переключения. Верхнее значение	ToggleGapLevel_High	Float (4)	0x18	
Зазор, вычисленный по пазам КП	GapHighUponRotation	Float (4)	0x1C	
Уровень переключения. Нижнее значение, ЦАП	ToggleGapDAC_Low	UShort (2)	0x20	
Уровень переключения. Верхнее значение, ЦАП	ToggleGapDAC_High	UShort (2)	0x22	
Резерв, равен нулю		UShort (2)	0x24	
Число импульсов на один оборот ротора	NumberOfTeeth	UShort (2)	0x26	
Расчет зазора. Коэффициент А	CoeffAdcToGap_A	Float (4)	0x28	
Расчет зазора. Коэффициент В	CoeffAdcToGap_B	Float (4)	0x2C	
Расчет ЦАП. Коэффициент А	CoeffGapToDAC_A	Float (4)	0x30	
Расчет ЦАП. Коэффициент В	CoeffGapToDAC_B	Float (4)	0x34	
Нижнее значение диапазона измерения зазора	GapRangeMin	Float (4)	0x38	
Верхнее значение диапазона измерения зазора	GapRangeMax	Float (4)	0x3C	
Служебный	GapUR_PulseMin	UShort (2)	0x40	
Резерв, равен нулю		UShort (2)	0x42	
Зазор по пазам при вращении ротора, АЦП	GapLowUR_Adc	ULong (4)	0x44	
Зазор по выступам при вращении ротора, АЦП	GapHighUR_Adc	ULong (4)	0x48	
Адрес MCU. Значение зазора	pGapValue	ULong (4)	0x4C	
Адрес MCU. Значение частоты	pFreqValue	ULong (4)	0x50	
Адрес MCU. Регистр флагов сигнализации 'СТОП'	pFreqStopFlag	ULong (4)	0x54	
Значение регистра флагов сигнализации 'СТОП'	FreqStopFlag	ULong (4)	0x58	
Значение маски сигнализации 'СТОП'	FreqStopMask	ULong (4)	0x5C	
Служебный	GapLowUR_PulseCount	UShort (2)	0x60	
Служебный	GapHighUR_PulseCount	UShort (2)	0x62	
Служебный	GapLowUR_AdcSumm	ULong (4)	0x64	
Служебный	GapHighUR_AdcSumm	ULong (4)	0x68	
Резерв, равен нулю		ULong (4)	0x6C	
Канал измерения #02		Struct (0x70)	0x3670	

Примечания:

- 1 Описание полей регистра Status смотрите в таблице 7.
- 2 Регистры доступны только для чтения.

Таблица 7. Назначение битов регистра Status состояния компаратора тахометрических сигналов

Название	Обозначение	Бит	Прим.
Функция активна	Enabled	0	
Инициализация функции выполнена	InitComplete	3	
Адаптивный режим. Частота вращения ниже установленного уровня	ToggleA_FreqLow	4	
Адаптивный режим. Ограничение нижнего уровня	ToggleA_SetLevelMin	5	
Адаптивный режим. Ограничение верхнего уровня	ToggleA_SetLevelMax	6	
Измерение зазора при вращении ротора	GapUR_Enable	8	
Ротор остановлен	GapUR_RotorStoped	9	
Вычислен зазор при вращении ротора	GapUR_CalcOk	10	
Предупреждение. Гистерезис переключения принят по умолчанию	WarningToggleHistDefault	16	
Предупреждение. Значение за диапазоном измерения зазора	WarningOutOfRangeGap	17	
Предупреждение. Значение за диапазоном ЦАП	WarningOutOfRangeDAC	18	
Ошибка. Нет данных. Нижнее значение диапазона измерения зазора	ErrorNoGapRangeLow	19	
Ошибка. Нет данных. Верхнее значение диапазона измерения зазора	ErrorNoGapRangeHigh	20	
Ошибка. Нет данных. Нижнее значение АЦП диапазона измерения зазора	ErrorNoAdcRangeLow	21	
Ошибка. Нет данных. Верхнее значение АЦП диапазона измерения зазора	ErrorNoAdcRangeHigh	22	
Ошибка. Нет данных. Число импульсов на один оборот ротора	ErrorNoNumberOfTeeth	23	
Ошибка инженерных настроек	ErrorSrcAddress	24	
Ошибка параметров настройки	ErrorSettings	29	
Ошибка чтения эксплуатационных настроек из ПЗУ	ErrorLoadSettings	30	
Ошибка чтения инженерных настроек из ПЗУ	ErrorLoadAddress	31	

Примечание: Остальные биты резерв, равны нулю.

Таблица 8. Регистры эксплуатационных настроек компаратора тахометрических сигналов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал измерения #01		Struct (0x30)	0x3500	
Ограничивать уровни переключения компаратора диапазоном измерения зазора	ComparatorLevelControl	Byte (1)	0x00	1
Адаптивная коррекция уровней переключения компаратора: 0 - Выключено 1 - По зазору, вычисленному из постоянного тока датчика 2 - По реальному зазору до КП, вычисленному при вращении ротора 3- По реальному среднему зазору, вычисленному при вращении ротора	ToggleAdaptiveMode	Byte (1)	0x01	
Ограничивать средний уровни переключения компаратора	ToggleGapLevelControl	Byte (1)	0x02	1
Вычислять зазор при вращении ротора	GapUponRotation	Byte (1)	0x03	1
Число оборотов ротора для вычисления зазора (от 1 до 100)	GapUR_RpmMin	UShort (2)	0x04	
Резерв, должен равняться нулю		UShort (2)	0x06	
Начальный установочный зазор	GapInitial	Float (4)	0x08	
Резерв, должен равняться нулю		Float (4)	0x0C	
Смещение среднего уровня переключения компаратора относительно зазора	ToggleLevelOffset	Float (4)	0x10	
Гистерезис переключения компаратора (размах)	ToggleLevelHist	Float (4)	0x14	
Нижняя граница среднего уровня переключени	ToggleLevelMin	Float (4)	0x18	
Верхняя граница среднего уровня переключения	ToggleLevelMax	Float (4)	0x1C	
Минимальная частота вращения ротора для адаптивного режима, об/мин	ToggleAdaptiveFreqMin	Float (4)	0x20	
Резерв, должен равняться нулю		ULong (4) x 3	0x24	
Канал измерения #02		Struct (0x30)	0x3530	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x26	

Примечания:

- 1 Не нулевое значение - функция включена
- 2 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации с уровнем доступа L2.
- 3 Тип датчика изменяется только после повторной инициализации канала измерения (сброса модуля).

Таблица 9. Регистры инженерных настроек компаратора тахометрических сигналов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал измерения #01		Struct (0x20)	0x3400	
Адрес. Вычисленное значение зазора (Float)	GapValue	UShort (2)	0x00	
Адрес. Нижнее значение диапазона (Float)	GapRangeLow	UShort (2)	0x02	
Адрес. Верхнее значение диапазона (Float)	GapRangeHigh	UShort (2)	0x04	
Адрес. Число импульсов на оборот ротора (Ushort)	NumberOfTeeth	UShort (2)	0x06	
Адрес. Значение АЦП, соответствующее нижнему значению диапазона (Float)	AdcRangeLow	UShort (2)	0x08	
Адрес. Значение АЦП, соответствующее верхнему значению диапазона (Float)	AdcRangeHigh	UShort (2)	0x0A	
Резерв, должен равняться нулю		ULong (4)	0x0C	
Адрес. Вычисленное значение частоты, об/мин (Float)	FreqValue	UShort (2)	0x10	
Адрес. Регистр флагов сигнализации СТОП (Ulong)	FreqStopFlag	UShort (2)	0x12	
Маска детектирования режима СТОП	FreqStopMask	ULong (4)	0x14	
Резерв, должен равняться нулю		ULong (4) x 2	0x18	
Канал измерения #02		Struct (0x20)	0x3420	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF06)		Byte (1)	0x25	

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации с уровнем доступа L3.
- 2 Изменения вступают в силу только после повторной инициализации канала измерения (сброса модуля).

4.5.2. Адресация регистров общих и вспомогательных функций

Подробное описание и назначение регистров общих для всех модулей функций смотрите в документе ВШПА.421412.500.001 И1 «Аппаратура контрольно-измерительная «Вибробит 500». Инструкция по настройке. Описание общих функций модулей».

В данном разделе указана адресация блоков регистров функций и управляющие команды, соответствующие модулю MM530-NFI01.

4.5.2.1. Каналы измерения

Таблица 10. Регистры инженерных настроек каналов измерения (уровень доступа L3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x30)	0x4000	
Канал #02		Struct (0x30)	0x4030	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF10)		UShort (2)	0x0140	

Таблица 11. Регистры эксплуатационных настроек каналов измерения (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x50)	0x4200	
Канал #02		Struct (0x50)	0x4250	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF11)		UShort (2)	0x0142	

Таблица 12. Регистры калибровки каналов измерения по постоянному току (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x18)	0x4400	
Канал #02		Struct (0x18)	0x4418	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF12)		UShort (2)	0x0144	

Таблица 13. Регистры состояния каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x38)	0x4500	
Канал #02		Struct (0x38)	0x4538	

Примечание. Регистры доступны только для чтения

Таблица 14. Регистры результатов измерения по постоянному току, флаги состояния каналов

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x20)	0x4700	
Канал #02		Struct (0x20)	0x4720	

Примечание. Регистры доступны только для чтения

4.5.2.2. Каналы синхронизации

Таблица 15. Регистры инженерных настроек каналов синхронизации (уровень доступа L3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x20)	0x4800	
Канал #02		Struct (0x20)	0x4820	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF10)		UShort (2)	0x0248	

Таблица 16. Регистры эксплуатационных настроек каналов измерения частоты (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x20)	0x4900	
Канал #02		Struct (0x20)	0x4920	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF11)		UShort (2)	0x0249	

Таблица 17. Регистры результатов измерения частоты вращения, флаги состояния

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x20)	0x4980	
Канал #02		Struct (0x20)	0x49A0	

Примечание. Регистры доступны только для чтения

4.5.2.3. Унифицированные токовые выходы

Таблица 18. Регистры инженерных настроек унифицированных токовых выходов (уровень доступа L3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x18)	0x8100	
Канал #02		Struct (0x18)	0x8118	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF10)		UShort (2)	0x0881	

Таблица 19. Регистры эксплуатационных настроек унифицированных токовых выходов (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x18)	0x8180	
Канал #02		Struct (0x18)	0x8198	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF11)		UShort (2)	0x0881	

Таблица 20. Регистры калибровки унифицированных токовых выходов (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Канал #01		Struct (0x10)	0x8200	
Канал #02		Struct (0x10)	0x8210	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF12)		UShort (2)	0x0882	

Таблица 21. Регистры контроля унифицированных выходов (по запросу)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Состояние запрошенного канала		Struct (0x40)	0x8280	1

Примечания:

- 1 Запрос состояния по адресу 0xFF14, команда 0xA7xx, где xx - номер канала 0x01, 0x02. Автоматически не обновляются.
- 2 Регистры доступны только для чтения

4.5.2.4. Линеаризатор

Таблица 22. Регистры инженерных настроек линеаризатора (уровень доступа L3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x10)	0x7000	
Экземпляр #02		Struct (0x10)	0x7010	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF10)		UShort (2)	0x0370	

Таблица 23. Регистры калибровочных настроек линеаризатора (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x10)	0x7180	
Экземпляр #02		Struct (0x10)	0x7190	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF11)		UShort (2)	0x0371	

Таблица 24. Регистры записей линеаризатора (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Запись #01		Struct (0x08)	0x7200	
Запись #02		Struct (0x08)	0x7208	
Запись #64		Struct (0x08)	0x73F8	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF12)		UShort (2)	0x0372	

Таблица 25. Регистры контроля состояния линеаризатора (по запросу)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Состояние запрошенного экземпляра	LinearizerState	Struct (0x20)	0x7480	1

Примечания:

- 1 Запрос состояния по адресу 0xFF14, команда 0xA2xx, где xx - номер экземпляра 0x01, 0x02. Автоматически не обновляются.
- 2 Регистры доступны только для чтения

Таблица 26. Регистры результатов работы линеаризатора

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01	LinearizerResult_01	Float (4)	0x74C0	
Экземпляр #02	LinearizerResult_02	Float (4)	0x74C4	

Примечание. Регистры доступны только для чтения

4.5.2.5. Уравнения

Таблица 27. Регистры инженерных настроек уравнений (уровень доступа L3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x10)	0x7500	
Экземпляр #02		Struct (0x10)	0x7510	
Экземпляр #03		Struct (0x10)	0x7520	
Экземпляр #04		Struct (0x10)	0x7530	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF10)		UShort (2)	0x0475	

Таблица 28. Регистры калибровочных настроек уравнений (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x10)	0x7600	
Экземпляр #02		Struct (0x10)	0x7610	
Экземпляр #03		Struct (0x10)	0x7620	
Экземпляр #04		Struct (0x10)	0x7630	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF11)		UShort (2)	0x0476	

Таблица 29. Регистры коэффициентов уравнений (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x10)	0x7700	
Экземпляр #02		Struct (0x10)	0x7710	
Экземпляр #03		Struct (0x10)	0x7720	
Экземпляр #04		Struct (0x10)	0x7730	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF12)		UShort (2)	0x0477	

Таблица 30. Регистры контроля состояния уравнений (по запросу)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Состояние запрошенного экземпляра	EquationState	Struct (0x30)	0x75C0	1

Примечания:

- 1 Запрос состояния по адресу 0xFF14, команда 0xA3xx, где xx - номер экземпляра от 0x01 до 0x04. Автоматически не обновляются.
- 2 Регистры доступны только для чтения

Таблица 31. Регистры результатов работы уравнений

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01	EquationResult_01	Float (4)	0x76C0	
Экземпляр #02	EquationResult_02	Float (4)	0x76C4	
Экземпляр #03	EquationResult_03	Float (4)	0x76C8	
Экземпляр #04	EquationResult_04	Float (4)	0x76CC	

Примечание. Регистры доступны только для чтения

4.5.2.6. Алгоритмы усреднения

Таблица 32. Регистры инженерных настроек алгоритмов усреднения (уровень доступа L3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x10)	0x7800	
Экземпляр #02		Struct (0x10)	0x7810	
Экземпляр #03		Struct (0x10)	0x7820	
Экземпляр #04		Struct (0x10)	0x7830	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF10)		UShort (2)	0x0578	

Таблица 33. Регистры эксплуатационных настроек алгоритмов усреднения (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x10)	0x7900	
Экземпляр #02		Struct (0x10)	0x7910	
Экземпляр #03		Struct (0x10)	0x7920	
Экземпляр #04		Struct (0x10)	0x7930	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF11)		UShort (2)	0x0579	

Таблица 34. Регистры контроля состояния алгоритмов усреднения (по запросу)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Состояние запрошенного экземпляра	AverageState	Struct (0x20)	0x78C0	1

Примечания:

- 1 Запрос состояния по адресу 0xFF14, команда 0xA4xx, где xx - номер экземпляра от 0x01 до 0x04. Автоматически не обновляются.
- 2 Регистры доступны только для чтения.

Таблица 35. Регистры результатов работы алгоритмов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01	AverageResult_01	Float (4)	0x79C0	
Экземпляр #02	AverageResult_02	Float (4)	0x79C4	
Экземпляр #03	AverageResult_03	Float (4)	0x79C8	
Экземпляр #04	AverageResult_04	Float (4)	0x79CC	

Примечание. Регистры доступны только для чтения

4.5.2.7. Уставки

Таблица 36. Регистры инженерных настроек уставок (уровень доступа L3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Уставка #01		Struct (0x10)	0x7A00	
Уставка #02		Struct (0x10)	0x7A10	
Уставка #08		Struct (0x10)	0x7A70	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF10)		UShort (2)	0x067A	

Таблица 37. Регистры эксплуатационных настроек уставок (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Уставка #01		Struct (0x20)	0x7C00	
Уставка #02		Struct (0x20)	0x7C20	
Уставка #08		Struct (0x20)	0x7CE0	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF11)		UShort (2)	0x067C	

Таблица 38. Регистры контроля состояния уставок (по запросу)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Флаги состояния уставок по битам	TestPoint	ULong (4)	0x1014	
Состояние алгоритма уставки	TestPointInfo	Struct (0x28)	0x7B80	1

Примечания:

- 1 Запрос состояния алгоритмов уставок по адресу 0xFF14 команда 0xA5xx, где xx - номер алгоритма уставки от 0x01 до 0x08. Автоматически не обновляются.
- 2 Регистры доступны только для чтения.

4.5.2.8. Алгоритм скачка параметра

Таблица 39. Регистры инженерных настроек алгоритмов скачка параметра (уровень доступа L3)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x10)	0x7F00	
Экземпляр #02		Struct (0x10)	0x7F10	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF10)		UShort (2)	0x077F	

Таблица 40. Регистры эксплуатационных настроек алгоритмов скачка параметра (уровень доступа L2)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Экземпляр #01		Struct (0x20)	0x8000	
Экземпляр #02		Struct (0x20)	0x8020	
Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля (адрес 0xFF11)		UShort (2)	0x0780	

Таблица 41. Регистры контроля состояния алгоритмов скачка (по запросу)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Флаги состояния алгоритмов скачка по битам			0x1014	
Триггеры	JumpStatusTrigger	ULong (4)	0x80C0	
Активное состояние	JumpStatusActive	ULong (4)	0x80C4	
Стабилизация параметра	JumpStatusStable	ULong (4)	0x80C8	
Состояние экземпляров алгоритма скачка	JumpInfo	Struct (0x50)	0x7F80	1

Примечания:

- 1 Запрос состояния по адресу 0xFF14, команда 0xA6xx, где xx - номер экземпляра 0x01, 0x02. Автоматически не обновляются.
- 2 Регистры доступны только для чтения.

4.5.2.9. Компоновка данных

Таблица 42. Адреса структур функции компоновки данных

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Инженерные настройки		Struct (0x10)	0x8300	1
Запись #01		Struct (0x08)	0x8400	2
Запись #02		Struct (0x08)	0x8408	2
Запись #64		Struct (0x08)	0x85F8	2
Состояние алгоритма		Struct (0x20)	0x83C0	3

Примечания:

- 1 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации с уровнем доступа L3. Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля 0x0983 (UShort) по адресу 0xFF10.
- 2 Изменение параметров доступно только при блокировке логической сигнализации с уровнем доступа L2. Команда сохранения параметров в энергонезависимой памяти модуля 0x0984 (UShort) по адресу 0xFF11.
- 3 Доступно только для чтения.

4.5.3. 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 43. Список специальных управляющих регистров для модуля измерительного MM530-NFI01

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие	Прим.
0xFF06		Запись параметров работы в энергонезависимую память модуля	
	0x25	Инженерные настройки компаратора тахометрических сигналов	L3
	0x26	Эксплуатационные настройки компаратора тахометрических сигналов	L2
0xFF07	0x21	Запись всех параметров настройки модуля в энергонезависимую память	
0xFF10		<u>Запись в энергонезависимую память инженерных настроек</u>	L3
	0x0140	Каналы измерения	
	0x0248	Каналы синхронизации	
	0x0370	Линеаризатор	
	0x0475	Уравнения	
	0x0578	Алгоритмы усреднения	
	0x067A	Уставки	
	0x077F	Алгоритмы скачка	
	0x0881	Унифицированные токовые выходы	
0x0983	Компоновка данных		
0xFF11		<u>Запись в энергонезависимую память эксплуатационных настроек</u>	L2
	0x0142	Каналы измерения	
	0x0249	Каналы синхронизации	
	0x0371	Линеаризатор	
	0x0476	Уравнения	
	0x0579	Алгоритмы усреднения	
	0x067C	Уставки	
	0x0780	Алгоритмы скачка	
	0x0881	Унифицированные токовые выходы	
0x0984	Компоновка данных		
0xFF12		<u>Запись в энергонезависимую память калибровочных данных</u>	L2
	0x0144	Каналы измерения	
	0x0372	Линеаризатор	
	0x0477	Уравнения	
	0x0882	Унифицированные токовые выходы	

Продолжение таблицы 43

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие	Прим.
0xFF14		Запрос состояния алгоритмов, функций	
	0xA201	Линеаризатор. Экземпляр #01	
	0xA202	Линеаризатор. Экземпляр #02	
	0xA301	Уравнения. Экземпляр #01	
	0xA302	Уравнения. Экземпляр #02	
	0xA303	Уравнения. Экземпляр #03	
	0xA304	Уравнения. Экземпляр #04	
	0xA401	Алгоритмы усреднения. Экземпляр #01	
	0xA402	Алгоритмы усреднения. Экземпляр #02	
	0xA403	Алгоритмы усреднения. Экземпляр #03	
	0xA404	Алгоритмы усреднения. Экземпляр #04	
	0xA501	Уставка #01	
	0xA502	Уставка #02	
	0xA508	Уставка #08	
	0xA601	Алгоритмы скачка. Экземпляр #01	
	0xA602	Алгоритмы скачка. Экземпляр #02	
	0xA701	Унифицированный токовый выход #01	
	0xA702	Унифицированный токовый выход #02	

5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специализированной программой для настройки модуля является ПО ModuleConfigurator, которая имеет удобный интерфейс и возможность доступа ко всем параметрам модуля. Для работы программы настройки необходимо подключить модуль к персональному компьютеру через USB интерфейс.

Основные особенности программы:

- Возможность наблюдения в реальном времени текущих показаний индикатора и сигнализации;
- 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.

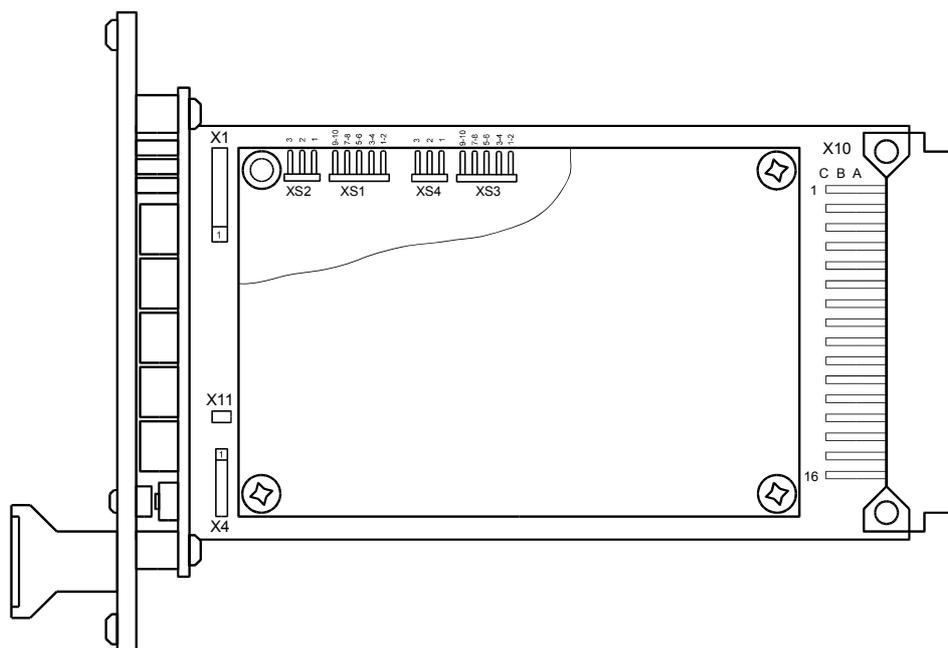
Программное обеспечение ModuleConfigurator доступно для загрузки с официального сайта ООО НПП «Вибробит» www.vibrobit.ru, раздел «Поддержка».

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

Перед соединением с модулем в ПО ModuleConfigurator необходимо выбрать настройку из файла MM530-NFI01-N01.xml.

ПРИЛОЖЕНИЯ

А. Расположение органов регулировки на плате модуля



Примечание. Перемычки XS4, XS3 для модуля MM530-NFI01.1 не реализованы.

Рисунок 26. Расположение элементов на плате модуля

Назначение разъемов

Обозначение	Назначение
X10	Основной коммутационный разъем
X4	Диагностический интерфейс I ² C, служебный
X1	Программирование микроконтроллера, служебный
X11	Защита записи в энергонезависимую память
XS1*	Режим входа канала 1
XS2*	Электрический диапазон измерений канала 1
XS3*	Режим входа канала 2
XS4*	Электрический диапазон измерений канала 2

Примечание *. Назначение положения перемычек смотрите в таблице 3.

Перемычка X11 - защита записи в энергонезависимую память

Снята	Запись разрешена
Установлена	Запись запрещена

В. Назначение контактов коммутационных разъемов модуля

Таблица 44. Назначение контактов разъема X10 модуля

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Прим.
A1, B1, C1 A16, B16, C16	GND	Общий	
A2, B2, C2	+24V	Вход напряжения питания +24В	
A3	CH01 IN-P	Положительный вход канала измерения #01	
B3	CH01 IN-N	Отрицательный вход канала измерения #01	
C3	CH01 PWR	Выход +24В питания датчика канала #01	
A4	CH02 IN-P	Положительный вход канала измерения #02	
B4	CH02 IN-N	Отрицательный вход канала измерения #02	
C4	CH02 PWR	Выход +24В питания датчика канала #02	
A5	GND	Общий	
B5	GND	Общий	
C5	GND	Общий	
A6	CH01 1W	Линия MicroLan канала измерения #01	2
B6	CH02 1W	Линия MicroLan канала измерения #02	2
C6	GND	Общий	
A7	CH01 Iout A	Унифицированный выход #01, вывод А	
B7	CH01 Iout B	Унифицированный выход #01, вывод В	
C7		Не подключено, резерв	
A8	CH02 Iout A	Унифицированный выход #02, вывод А	
B8	CH02 Iout B	Унифицированный выход #02, вывод В	
C8		Не подключено, резерв	
A9	Logic IN 01	Логический вход #01	
B9	Sync IN 01	Логический вход #02 (вход синхронизации #01)	
C9	Sync IN 02	Логический вход #03 (вход синхронизации #02)	
A10	Logic OUT 01	Логический выход #01	
B10	Logic OUT 02	Логический выход #02	
C10	Logic OUT 03	Логический выход #03	
A11	Logic OUT 04	Логический выход #04	
B11	Logic OUT 05	Логический выход #05	
B11	Logic OUT 06	Логический выход #06	
A12	1W DATA EXT	Линия MicroLan позиции блочного каркаса (данные)	2
B12	CAN1-H	Интерфейс CAN #01, линия H	
C12	CAN1-L	Интерфейс CAN #01, линия L	
A13	1W GND EXT	Линия MicroLan позиции блочного каркаса (общий)	
B13	CAN2-H	Интерфейс CAN #02, линия H	
C13	CAN2-L	Интерфейс CAN #02, линия L	
A14	CAN-GND	Интерфейс CAN, общий	
B14	1-RS485-A(+)	Интерфейс RS485 #01, линия А	
C14	1-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 #01, линия В	
A15	RS485-GND	Интерфейс RS485, общий	
B15	2-RS485-A(+)	Интерфейс RS485 #02, линия А	
C15	2-RS485-B(-)	Интерфейс RS485 #02, линия В	

Примечания:

1. 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.
2. Функция не реализована.

Список таблиц

Таблица 1. Перечень вариантов исполнения модулей измерительных MM530-NF101.....	6
Таблица 2. Основные технические характеристики модуля.....	7
Таблица 3. Назначение переключателей определение режима и электрического диапазона каналов.....	13
Таблица 4. Адреса регистров состояния каналов измерения и маска блокировки.....	22
Таблица 5. Инженерные настройки уставок.....	25
Таблица 6. Регистры состояния компаратора тахометрических сигналов.....	27
Таблица 7. Назначение битов регистра Status состояния компаратора тахометрических сигналов.....	28
Таблица 8. Регистры эксплуатационных настроек компаратора тахометрических сигналов.....	29
Таблица 9. Регистры инженерных настроек компаратора тахометрических сигналов.....	30
Таблица 10. Регистры инженерных настроек каналов измерения (уровень доступа L3).....	31
Таблица 11. Регистры эксплуатационных настроек каналов измерения (уровень доступа L2).....	31
Таблица 12. Регистры калибровки каналов измерения по постоянному току (уровень доступа L2).....	31
Таблица 13. Регистры состояния каналов измерения.....	31
Таблица 14. Регистры результатов измерения по постоянному току, флаги состояния каналов.....	31
Таблица 15. Регистры инженерных настроек каналов синхронизации (уровень доступа L3).....	32
Таблица 16. Регистры эксплуатационных настроек каналов измерения частоты (уровень доступа L2).....	32
Таблица 17. Регистры результатов измерения частоты вращения, флаги состояния.....	32
Таблица 18. Регистры инженерных настроек унифицированных токовых выходов (уровень доступа L3).....	33
Таблица 19. Регистры эксплуатационных настроек унифицированных токовых выходов (уровень доступа L2).....	33
Таблица 20. Регистры калибровки унифицированных токовых выходов (уровень доступа L2).....	33
Таблица 21. Регистры контроля унифицированных выходов (по запросу).....	33
Таблица 22. Регистры инженерных настроек линейаризатора (уровень доступа L3).....	34
Таблица 23. Регистры калибровочных настроек линейаризатора (уровень доступа L2).....	34
Таблица 24. Регистры записей линейаризатора (уровень доступа L2).....	34
Таблица 25. Регистры контроля состояния линейаризатора (по запросу).....	34
Таблица 26. Регистры результатов работы линейаризатора.....	34
Таблица 27. Регистры инженерных настроек уравнений (уровень доступа L3).....	35
Таблица 28. Регистры калибровочных настроек уравнений (уровень доступа L2).....	35
Таблица 29. Регистры коэффициентов уравнений (уровень доступа L2).....	35
Таблица 30. Регистры контроля состояния уравнений (по запросу).....	35
Таблица 31. Регистры результатов работы уравнений.....	35
Таблица 32. Регистры инженерных настроек алгоритмов усреднения (уровень доступа L3).....	36
Таблица 33. Регистры эксплуатационных настроек алгоритмов усреднения (уровень доступа L2).....	36
Таблица 34. Регистры контроля состояния алгоритмов усреднения (по запросу).....	36
Таблица 35. Регистры результатов работы алгоритмов измерения.....	36
Таблица 36. Регистры инженерных настроек уставок (уровень доступа L3).....	37
Таблица 37. Регистры эксплуатационных настроек уставок (уровень доступа L2).....	37
Таблица 38. Регистры контроля состояния уставок (по запросу).....	37
Таблица 39. Регистры инженерных настроек алгоритмов скачка параметра (уровень доступа L3).....	38
Таблица 40. Регистры эксплуатационных настроек алгоритмов скачка параметра (уровень доступа L2).....	38
Таблица 41. Регистры контроля состояния алгоритмов скачка (по запросу).....	38
Таблица 42. Адреса структур функции компоновки данных.....	38
Таблица 43. Список специальных управляющих регистров для модуля измерительного MM530-NF101.....	39
Таблица 44. Назначение контактов разъема X10 модуля.....	43

