



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

АППАРАТУРА «ВИБРОБИТ 300»

Инструкция по настройке модулей контроля

ВШПА.421412.300 И1

Тел./факс (863) 218-24-75

Тел./факс (863) 218-24-78

E-mail: info@vibrobit.ru

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

Инструкция по настройке модулей предназначено для ознакомления пользователей (потребителей) с основными принципами работы и методами настройки аппаратуры «Вибробит 300».

Предприятие «ВИБРОБИТ» оставляет за собой право замены отдельных деталей и комплектующих изделий, без ухудшения технических характеристик аппаратуры.

Редакция 4 от 30.09.2010

Содержание

Общие сведения.....	4
Включение питания, сброс и «Холодный старт» модулей контроля.....	6
Включение питания.....	6
Сброс модуля.....	7
«Холодный старт» модуля.....	8
Средства индикации и управления.....	9
Модули МК20, МК21, МК30 - вариант 'DC'.....	9
Модули МК20, МК21, МК30 - вариант 'DC-20'.....	10
Работа аппаратуры.....	19
Модуль МК20 – измерение переменных сигналов (виброперемещение).....	19
Модуль МК30 – измерение переменных сигналов (виброскорость).....	25
Модуль МК21 – измерение абсолютной вибрации ротора.....	27
БИ24 – модуль удаленной индикации.....	28
Выходы внешней сигнализации.....	30
Силовые логические выходы с ОК.....	30
Унифицированные токовые выходы (4-20) мА.....	33
Интерфейсы управления.....	35
Интерфейс RS485.....	35
Интерфейс CAN2.0B.....	39
Ведомые интерфейсы SPI, I2C.....	45
Параметры настройки и текущее состояние модулей.....	46
Модули МК20, МК21, МК30.....	46
Модуль индикации БИ24.....	60
Программное обеспечение для настройки модулей с помощью ПК.....	62
Модули МК20, МК21, МК30.....	63
Модуль БИ24.....	71
Приложение А. Назначение контактов разъемов.....	73
Приложение Б. Расположение органов регулировки.....	75
Приложение В. Параметры интерфейсов связи.....	78
Модули МК20, МК21, МК30.....	78
Приложение Г. Рекомендации по настройке модулей.....	80
Модуль МК20.....	80
Модуль МК30.....	87
Приложение Д. Установка драйвера MC01 USB для ПК с ОС Windows XP.....	94

Общие сведения

Аппаратура «Вибробит 300» представляет собой комплект сборочных узлов, выполняющих функции измерения и контроля параметров периодических сигналов постоянного и переменного тока или напряжения, частоты импульсных сигналов, в стационарных контрольно-сигнальных и информационно-измерительных системах турбоагрегатов и иного оборудования.

В данном документе описаны модули МК20, МК21, МК30, блок индикации БИ24.

Модуль МК20 предназначен для измерения виброперемещения методом спектрального анализа сигналов датчика в режиме реального времени, выполняет функции сигнализации и защитного отключения оборудования. Измеряемые параметры вибрации и защитные функции в режиме реального времени:

- Обратная частота F ;
- Виброперемещение $(5 - 500)$ Гц, $(5 - F/2)$ Гц, $(2F - 500)$ Гц;
- Виброперемещение $\frac{1}{2}$, 1-10-й оборотной составляющей;
- Фаза $\frac{1}{2}$, 1-5 -й оборотной составляющей;
- Измерение амплитуды и фазы оборотных составляющих от 0.05 Гц;
- Постоянное смещение (зазор);
- Контроль исправности датчика;
- 3 уставки виброперемещения $(5 - 500)$ Гц;
- 1 уставка НЧ виброперемещения $(5 - F/2)$ Гц;
- Детектирование скачка амплитуды виброперемещения $(5 - 500)$ Гц, амплитуды и фазы 1-й оборотной составляющей.

Модуль МК21 предназначен для измерения абсолютного виброперемещения ротора методом спектрального анализа сигналов датчика в режиме реального времени, выполняет функции защитного отключения оборудования. На первый канал подключается датчик относительного виброперемещение ротора, на второй канал – датчик абсолютного СКЗ виброскорости опоры (вкладыша). Третий и четвертый каналы являются расчетными. Третий канал – абсолютное виброперемещение опоры (вкладыша), результат интегрирования сигнала виброскорости второго канала. Четвертый канал – абсолютное виброперемещение ротора, результат векторного сложения сигнала каналов один (относительное виброперемещение ротора) и три (абсолютное виброперемещение опоры(вкладыша)).

Измеряемые параметры вибрации модулем МК21 по каналам виброперемещения:

- Виброперемещение $(5 - 500)$ Гц, $(5 - F/2)$ Гц, $(2xF - 500)$ Гц;
- Виброперемещение $\frac{1}{2}$, 1-10-й оборотной составляющей;
- Фаза 1-10-й оборотной составляющей;
- 3 уставки виброперемещения $(5 - 500)$ Гц;
- 1 уставка НЧ СКЗ виброперемещения $(5 - F/2)$ Гц;
- Детектирование скачка амплитуды виброперемещения $(5 - 500)$ Гц, амплитуды 1-й оборотной и ее фазы.

Измеряемые параметры вибрации модуля МК21 по каналу СКЗ виброскорости:

- СКЗ виброскорости $(10 - 1000)$ Гц, $(10 - F/2)$ Гц, $(2xF - 1000)$ Гц;
- СКЗ виброскорости $\frac{1}{2}$, 1-10-й оборотной составляющей;
- Фаза 1-10-й оборотной составляющей;
- 3 уставки СКЗ виброскорости $(10 - 1000)$ Гц;
- 1 уставка НЧ СКЗ виброскорости $(10 - F/2)$ Гц;
- Детектирование скачка СКЗ виброскорости $(10 - 1000)$ Гц, СКЗ 1-й оборотной и ее фазы.

Дополнительно вычисляются и контролируются следующие параметры:

- Постоянный ток датчика и контроль исправности каналов измерения один и два;
- Постоянный зазор между датчиком и контролируемой поверхностью по первому каналу измерению;
- Частота вращения в об/мин.

Модуль МК30 предназначен для измерения СКЗ виброскорости методом спектрального анализа сигналов датчика в режиме реального времени, выполняет функции сигнализации и защитного отключения оборудования. Измеряемые параметры вибрации и защитные функции в режиме реального времени:

- Обратная частота F ;
- СКЗ виброскорости $(10 - 1000)$ Гц, $(10 - F/2)$ Гц, $(2F - 1000)$ Гц;
- СКЗ виброскорости $\frac{1}{2}$, 1-10-й оборотной составляющей;
- Фаза $\frac{1}{2}$, 1-5 -й оборотной составляющей;
- Амплитуда и фаза виброперемещения 1-й оборотной составляющей;
- Размах сигнала «пик-пик» и коэффициент формы сигнала;
- Контроль исправности датчика;
- 3 уставки СКЗ виброскорости $(10 - 1000)$ Гц;
- 1 уставка НЧ СКЗ виброскорости $(10 - F/2)$ Гц;
- Детектирование скачка СКЗ $(10 - 1000)$ Гц, СКЗ и фазы 1-й оборотной составляющей виброскорости.

Блок индикации БИ24 предназначен для удаленного отображения значений измеренных параметров, а также самостоятельного измерения частоты. Основные функции БИ24:

- Поддержка интерфейса RS485 с частичной реализацией протокола ModBus RTU;
- Поддержка интерфейса CAN2.0B (только расширенные сообщения);
- Ведомый интерфейс I2C для настройки параметров работы БИ24;
- Измерение частоты (Об/мин) с выбором формата отображения;
- Настройка отображаемой информации на индикаторах при: старте после включения питания (сброса), ожидании сигнала с интерфейсов связи, длительном отсутствии сигналов с интерфейсов связи и обнаружении останова в режиме измерения частоты;
- Сохранение параметров настройки в энергонезависимой памяти;
- Настройка яркости свечения индикаторов.

Включение питания, сброс и «Холодный старт» модулей контроля

Включение питания

Модули МК20, МК21, МК30

После сброса модуля по включению питания или нажатием на кнопку 'Reset' выполняется самодиагностика модуля с загрузкой параметров работы из энергонезависимой памяти.

На ЖКИ выводится стартовая заставка (при этом светодиод 'War' мигает), с выводом следующих данных (Рисунок 1):

- Тип модуля;
- Децимальный номер модуля;
- Версия программного обеспечения модуля;
- Порядковый номер модуля;
- Процент завершения самотестирования модуля.

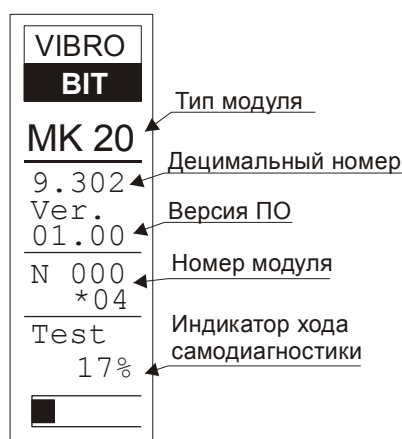


Рисунок 1. Стартовая информация на ЖКИ модуля МК20

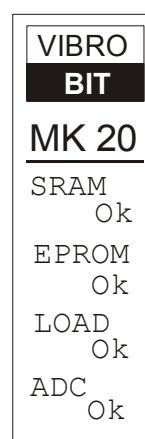


Рисунок 2. Пример вывода на ЖКИ результатов самодиагностики МК20

При каждом сбросе модуля производится самодиагностика модуля. В состав диагностики входит:

- Тест энергонезависимой памяти;
- Проверка контрольных сумм при загрузке параметров работы;
- Тест внешнего ОЗУ;
- Тест АЦП.

Во время выполнения самодиагностики модуля мигает светодиод 'War', выходная логическая и аналоговая сигнализация заблокированы. Внешние интерфейсы управления (RS485, CAN2.0B, диагностический порт) не работают.

Тест энергонезависимой памяти проводится двукратным тестовым запросом к микросхеме энергонезависимой памяти, которая должна ответить сигналом подтверждения, указывающим на работоспособность микросхемы. Далее во время загрузки системных параметров работы производится контроль за адекватными ответами микросхемы энергонезависимой памяти на передаваемые запросы.

При первом тесте энергонезависимой памяти считываются идентификационная информация модуля (номер модуля, год выпуска модуля). Если тест энергонезависимой памяти не проходит, то попытка загрузки параметров из энергонезависимой памяти не выполняется.

Все параметры работы модуля разделены две группы:

Группа 1 – системные параметры:

- Идентификационная информация, включая адреса и скорости передачи данных на внешних интерфейсах;
- Параметры вывода информации на ЖКИ;
- Выходная логическая сигнализация;
- Выходная аналоговая сигнализация.

Группа 2 – параметры работы каналов измерения:

- Параметры канала измерения 1;
- Параметры канала измерения 2;
- Параметры канала измерения 3;
- Параметры канала измерения 4.

Каждый блок данных имеет собственные контрольные суммы. Все блоки информации в группах записаны в энергонезависимой памяти в двух секциях: основной и резервной. Если контрольная сумма при чтении из основной секции неправильная, то предпринимается попытка чтения данных из резервной секции данных.

Невозможность прочитать информацию из группы 1 (основной и резервной секции) полностью блокирует работу модуля. Если не прочитаны данные какой-либо из секций группы 2, то блокируется работа соответствующего канал измерения.

Тест внешнего ОЗУ проводится контрольной записью и чтением из каждой ячейки ОЗУ контрольных значений. Если обнаружена хотя бы одна ошибка при контрольном чтении, то считается, что тест ОЗУ не пройден, работа модуля блокируется.

Тест внутреннего АЦП производится многократного (пока идет тест ОЗУ) измерения со свободных каналов, подключенных к GND, напряжению питания ядра 1.8 В. Средние результаты АЦП по этим каналам должны удовлетворять установленным уровням. Если тест АЦП не пройден, то работа устройства блокируется.

После выполнения теста на ЖКИ отображаются результаты самодиагностики (Рисунок 2).

Обозначения тестов и их результатов на ЖКИ модуля:

SRAM – тест внешнего ОЗУ:

- “ok” – ОЗУ в норме;
- “err” – неисправность ОЗУ.

EPROM – тест энергонезависимой памяти:

- “ok” – энергонезависимая память в норме;
- “err” – неисправность энергонезависимой памяти;
- “lock” – запись в энергонезависимую память заблокирована;

LOAD – проверка контрольной суммы блоков, при загрузке из энергонезависимой памяти:

- “ok” – все контрольные суммы совпали;
- “err” – обнаружено несовпадение контрольных сумм при загрузке параметров;
- “war” – выполнялась загрузка параметров из резервной секции;
- “--” – проверка не выполнялась т.к. неисправна энергонезависимая память;

ADC – тест АЦП:

- “ok” – АЦП в норме;
- “err” – неисправность АЦП.

Если самодиагностика прошла удовлетворительно, то через 1 секунду после вывода результатов теста модуль перейдет в нормальный режим работы с измерением параметров вибрации.

При неудовлетворительном результате самодиагностики:

- Модуль не переходит в режим нормальной работы;
- На ЖКИ всегда отображаются результаты теста;
- Выходная логическая и аналоговая сигнализация заблокирована;
- На 12-м логическом выходе присутствует активный уровень сигнала;
- 2-х светодиод ‘Ok’ на лицевой панели светится красным светом;
- Красный ‘Alarm’ и желтый ‘War’ светодиоды, настраиваемые пользователем, выключены;
- Пользователь может только выполнить сброс модуля.

Для предотвращения ложного срабатывания выходной логической сигнализации предусмотрена функция задержки включения логических выходов после сброса модуля (START_DEVICE).

Длительность задержки определяется параметром:

start_ready_wait – задержка включения выходной логической сигнализации после сброса по 10 мс.

Стартовая задержка дает возможность стабилизироваться результатам измерения перед началом работы защитного отключения.

Сброс модуля

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

- Включение питания модуля;
- Сброс по команде пользователя (кнопкой ‘Reset’ на лицевой панели или командой по цифровым интерфейсам);
- Снижения напряжения питания микроконтроллера/микропроцессора (неисправность источника питания);
- Сброс по сторожевому таймеру в связи с «зависанием» программы микроконтроллера/микропроцессора.

Через отверстие на лицевой панели модуля, нажимая на потайную кнопку ‘Reset’, установленную на плате, пользователь может выполнить сброс модуля и «Холодный старт» модуля.

Сброс модуля можно выполнять только после завершения отображения идентификационной информации на индикаторе.

Для сброса модуля кратковременно нажмите на кнопку ‘Reset’, а затем нажмите кнопку ‘Reset’ и удерживайте ее, пока не произойдет сброс модуля.

«Холодный старт» модуля

«Холодный» старт предназначен для записи в энергонезависимую память модуля настроек по умолчанию. Эта функция полезна при первоначальном включении модуля после сборки или в случае, когда необходимо выполнить повторную калибровку модуля.

Переход в режим «Холодного старта» выполняется удержанием кнопки 'Reset' во время всего цикла вывода идентификационной информации.

Модули МК20, МК21, МК30

Если обнаружен переход в режим «Холодного» старта, то в момент вывода результатов самодиагностики на ЖКИ 2-х цветный светодиод 'Ok' включится желтым цветом, а светодиод 'War' продолжит мигать. После вывода результатов самодиагностики ожидается подтверждение «Холодного» старта модуля (Рисунок 3).

Внимание: Если обнаружена ошибка энергонезависимой памяти или запись в память заблокирована, то переход в режим «Холодный старт» не происходит.

В момент ожидания подтверждения «Холодного старта» на ЖКИ мигает надпись "COLD START" и в нижней части ЖКИ заполняется индикатор ожидания.

Если в течение 10 секунд не будет введено подтверждение «Холодного старта», произойдет сброс модуля.

Правильность ввода последовательности подтверждения «Холодного старта» отображается в виде появляющихся символов '*' по каждому правильному действию.

Если последовательность подтверждения была нарушена, то нужно повторить заново всю последовательность подтверждения. Такой подход позволяет предотвратить случайную порчу данных в энергонезависимой памяти.

Последовательность подтверждения «Холодного» старта: кратковременно нажмите на кнопку 'Reset', а затем нажмите кнопку 'Reset' и удерживайте ее, пока не начнется запись в память настроек по умолчанию.

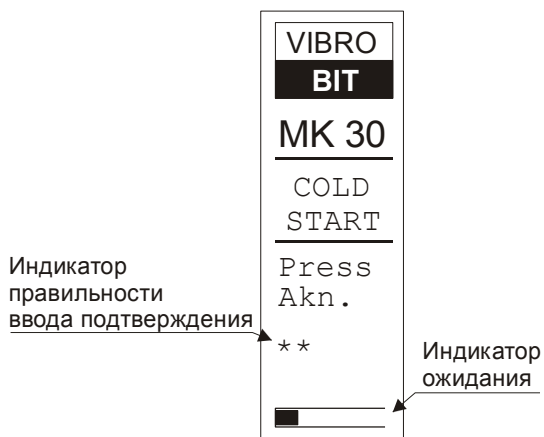


Рисунок 3. Ожидание подтверждения «Холодного» старта

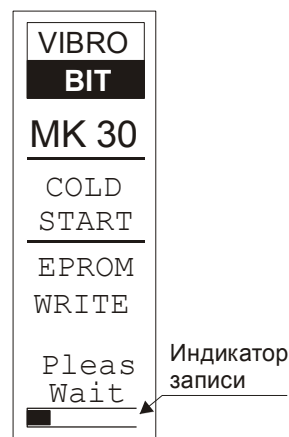


Рисунок 4. Процесс записи в энергонезависимую память настроек по умолчанию

По правильно введенной последовательности немедленно начинается запись настроек по умолчанию в энергонезависимую память. Данные записываются в обе секции основную и резервную, с выполнением контрольного чтения.

На ЖКИ отображается сообщение, о том, что выполняется запись данных, а внизу ЖКИ расположен индикатор записи (Рисунок 4).

После записи на ЖКИ выводится сообщение о результатах сохранения настроек по умолчанию в энергонезависимую память (ERROR – запись не выполнена; OK – запись настроек по умолчанию успешно завершена).

Выдав результаты записи в энергонезависимую память, через 5 секунд, автоматически выполняется сброс модуля.

Внимание. Запись в энергонезависимую память не будет выполняться, если запись в EEPROM заблокирована аппаратно (перемычкой на плате).

Средства индикации и управления

Модули МК20, МК21, МК30 - вариант 'DC'

В модулях предусмотрено 4 сигнальных светодиода, установленных на лицевой панели модуля (Рисунок 5):

- Зеленый светодиод 'Pwr' - индикация нормального напряжения питания;
- Двухцветный светодиод 'Ok' - индикация состояния модуля:
 - Зеленый цвет – нормальная работа модуля, логическая сигнализация включена;
 - Желтый цвет - модуль работает нормально, выходная логическая сигнализация заблокирована (установлен один или оба системных флагов `START_DEVICE`, `LOGIC_OUT_DISABLE`);
 - Красный цвет - фатальная ошибка в работе модуля, выходная логическая и аналоговая сигнализация заблокирована, на 12 логическом выходе присутствует активный уровень (установлен в '1' один из системных флагов `ERR_EXT_EEPROM`, `ERR_EXT_SRAM`, `ERR_EXT_ADC_DAC` или `ERR_LOAD_SYS_CONF`).
- Желтый светодиод 'War' - предупреждение (условия включения светодиода определяются пользователем);
- Красный светодиод 'Alarm' - авария (условия включения светодиода определяются пользователем).

В этом варианте исполнения сигнальные светодиоды становятся единственным средством индикации состояния модуля, не считая возможности подключения диагностическим прибором или доступа к результатам измерений по внешним интерфейсам RS485 и CAN2.0B.

Условия включения желтого 'War' и красного 'Alarm' светодиодов могут быть назначены пользователем. Для этого в матрице `buff_or_dest_matrix_1` групп «ИЛИ» логической сигнализации должны соответствующим образом быть настроены биты № 15, и №14.

Бит 15 `buff_or_dest_matrix_1` – управление красным светодиодом

Бит 14 `buff_or_dest_matrix_1` – управление желтым светодиодом

Если в бит светодиода в `buff_or_dest_matrix_1` установлен в '1' и флаг события установлен в '1', то соответствующий светодиод будет включен.

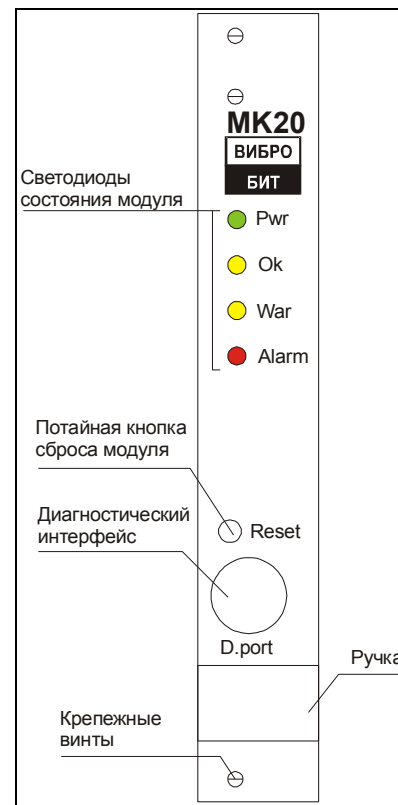


Рисунок 5. Лицевая панель 'Slim' модуля МК20

Модули МК20, МК21, МК30 - вариант 'DC-20'

Дополнительно к сигнальным светодиодам в модулях для вывода результатов измерения параметров вибрации предусмотрен графический ЖКИ 32x122 и две управляющих кнопки (Рисунок 6).

Переключение режимов отображения данных осуществляется с помощью 2-х кнопок 'Mode' и 'Sel', установленных на лицевой панели модуля под ЖКИ.

Управляющие кнопки

Предусмотрено две кнопки для управления модулем и режимами индикации, устанавливаемые на лицевой панели, и одна потайная кнопка – кнопка сброса устройства.

Назначение кнопок:

Кнопка №1 'Mode' – переключение режима отображения результатов измерений «полный вывод» информации по каналу или режим «гистограммы». Если в системе не настроена ни одна гистограмма, то переключения в режим гистограмм выполняться не будет.

Кнопка №2 'Sel' - По нажатию на кнопку в режиме «гистограммы» циклически переключаются настроенные гистограммы для вывода на ЖКИ. В режиме «полный вывод» по нажатию на кнопку переключаются каналы измерения.

Кнопка №3 'Reset' - кнопка утоплена и не доступна для случайного нажатия. Сброс модуля происходит по нажатию на кнопку с определенной последовательностью: кратковременно нажать на кнопку 'Reset', отпустить, вновь нажать и удерживать, пока не произойдет сброс модуля.

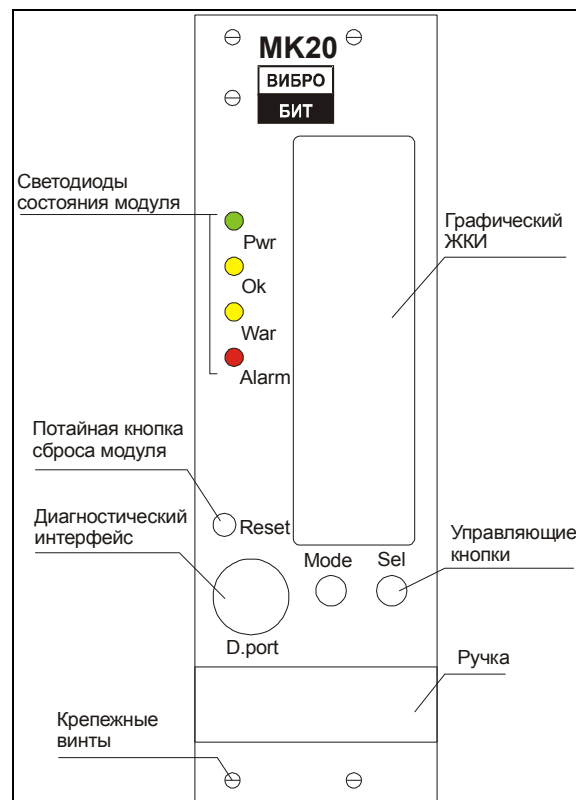


Рисунок 6. Лицевая панель 'Full' модуля МК20

Также предусмотрены некоторые комбинации нажатия кнопок для управления состоянием модуля:

Длительное удержание кнопок 'Mode' и 'Sel' приводит к переключению бита `LOGIC_OUT_DISABLE`, который используется для блокировки логической выходной сигнализации. Функция блокировки выходной логической сигнализации может быть полезна, когда необходимо, например, произвести ревизию датчика, подключенного к данному модулю без опасения, что это вызовет аварийную остановку агрегата.

Длительное удержание кнопки 'Mode' - в режиме «полный вывод» сбрасывает флаги обнаруженных «скачков» параметров и если необходимо, то и алгоритмы детектирования скачка для канала, отображаемого на ЖКИ.

Длительное удержание кнопки 'Sel' - в режиме «гистограммы» инициализирует режим вывода значения уставок, если для отображаемого параметра предусмотрены уставки.

Вывод информации на ЖКИ

Вывод результатов измерения параметров вибрации осуществляется в одном из двух режимов:

- В виде гистограммы;
- Полная информация по каналу.

Оба режима индикации предусматривает гибкую настройку формата вывода данных, позволяя без корректировки кода программы легко изменить количество и формат отображаемых параметров.

Каждому измеряемому параметру вибрации присвоен уникальный номер (код параметра). Этот номер используется для указания, какую информацию выводить на ЖКИ в данный момент (Таблица 2, Таблица 3).

Для отображения числовых значений параметров предусмотрено несколько форматов отображения (Таблица 1). Если при попытке вывести значение, выходящее за границы допустимых значений для данного формата, на ЖКИ будет отображено граничного значение.

Таблица 1. Зарезервированные форматы для вывода числовых значений параметров на ЖКИ

Код формата	Формат	Максимальное значение	Минимальное значение
0	#.###	9.999	0.000
1	##.##	99.99	-9.99
2	###.#	999.9	-99.9
3	#####	99999	-9999

Таблица 2. Список измеряемых параметров модуля МК20 и их коды

Код параметра	Описание	Примечание
0	Ток датчика	Две граничные уставки
1	Виброперемещение	Три уставки
2	НЧ виброперемещение	Одна уставка
3	ВЧ виброперемещение	
4	Амплитуда 1-й оборотной виброперемещения	
5	Фаза 1-й оборотной виброперемещения	
6	Амплитуда 2-й оборотной виброперемещения	
7	Фаза 2-й оборотной виброперемещения	
8	Амплитуда ½ -й оборотной виброперемещения	
9	Резерв, всегда равен 0	
10	Постоянная составляющая, зазор	
11	Резерв, всегда равен 0	
12	Частота вращения	Общий параметр для всех каналов, не может быть назначен для построения на гистограмме

Таблица 3. Список измеряемых параметров модуля МК30 и их коды

Код параметра	Описание	Примечание
0	Ток датчика	Две граничные уставки
1	Общее СКЗ виброскорости	Три уставки
2	СКЗ НЧ виброскорости	Одна уставка
3	СКЗ ВЧ виброскорости	
4	СКЗ 1-й оборотной виброскорости	
5	Фаза 1-й оборотной виброскорости	
6	СКЗ 2-й оборотной виброскорости	
7	Фаза 2-й оборотной виброскорости	
8	Амплитуда виброперемещения 1-й оборотной	
9	Фаза виброперемещения 1-й оборотной	
10	Амплитуда размаха «пик-пик»	
11	Коэффициент формы сигнала	
12	Частота вращения	Общий параметр для всех каналов, не может быть назначен для построения на гистограмме

Режим отображения «гистограмма»

В режиме вывода данных «гистограммы» информация представляется в виде 4-х закрашенных столбиков, высота которых пропорциональна значению выводимых параметров. Столбик слева соответствует 1-му каналу измерений, столбик справа 4-му каналу измерений (Рисунок 7).

В верхней строке ЖКИ отображается название гистограммы, а под названием, начиная с 1-го канала, выводятся числовые значения параметров в установленном формате.

Если для выводимого параметра предусмотрены уставки, то они отображаются в виде черточек по каждому каналу в отдельности.

Максимальное число отображаемых гистограмм задается параметром:

`hist_amount` – число зарегистрированных гистограмм, 0 – нет гистограмм для отображения, максимальное число гистограмм 8

Для каждой гистограммы настраивается собственная группа параметров (Таблица 4).

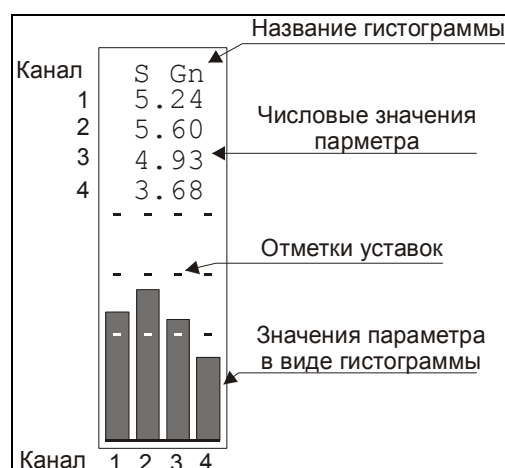


Рисунок 7. Пример вывода данных в виде гистограммы для модуля МК20

Таблица 4. Список параметров, настраиваемых для каждого типа гистограммы

Обозначение	Описание
string_name	Пять символов названия гистограммы, которое отображается в верхней строке гистограммы (в название гистограммы не могут быть назначены символы кириллицы)
data_max	Максимальное значение, используемое при расчете высота столбца гистограммы и позиции отображения уставок. Если значение для вывода больше чем максимальное, то отображается столбик максимальной высоты
data_code	Код исходных данных для вывода в виде гистограммы (Таблица 2, Таблица 3)
data_format	Формат представления числовых значений (Таблица 1)
flag_mask_no_data	Битовая маска, по которой допускается построение гистограммы по исходным данным. Если хотя бы один бит состояния канала по маске установлен в 1, вместо переданных данных будут отображаться 0.

Маска вывода данных накладывается на регистр статуса канала (Таблица 12, Таблица 14). Если хотя бы один бит статуса по маске будет установлен в '1', то построение гистограммы по данному каналу выполняться не будет, а вместо числового значения отображается число 0.

При переходе в режим отображения «гистограммы» на ЖКИ будет отображена 1-я зарегистрированная гистограмма. Нажимая на кнопку 'Sel' на ЖКИ последовательно циклически отображаются все зарегистрированные гистограммы.

Посторонние гистограммы отрицательных величин выполняется по абсолютному значению, а числовое значение отображается отрицательным.

Если на гистограмме выводится параметр, для которого предусмотрены уставки, то уровень уставок отображается в виде черточек (Рисунок 7).

Просмотреть значение уставок можно нажатием и удержанием кнопки 'Sel'. При этом текущее значение параметра отображается в виде гистограммы, взамен числового значения параметра выводятся уровни уставок, а соответствующие уставки начинают мигать. Повторное нажатие на кнопку 'Sel' приводит к переходу к следующим уставкам или выводу значения параметра, если все зарегистрированные уставки для данного параметра были просмотрены.

Если пользователь включил отображение уставок и в течение длительного времени не нажимал на управляющие кнопки, то через установленный промежуток времени автоматически произойдет переход к отображению текущих значений параметра.

Значение тайм-аута для прекращения отображения уставок при отсутствии активности определяется параметром:

`time_out_test_point` – длительность отображения значений уставок при отсутствии активности пользователя.

Настройка отображения гистограмм по умолчанию для модуля МК20

По умолчанию зарегистрировано 8 гистограмм:

1. Амплитуда виброперемещения (5 – 500) Гц;
2. Амплитуда НЧ виброперемещения (5 – F/2) Гц;
3. Амплитуда ВЧ виброперемещения (2F – 500) Гц;
4. Ток датчика;
5. Амплитуда 1-й оборотной виброперемещения;
6. Фаза 1-й оборотной виброперемещения;
7. Амплитуда 2-й оборотной виброперемещения;
8. Фаза 2-й оборотной виброперемещения.

Таблица 5. Пример настройки гистограмм по умолчанию в модуле МК20 (всего 8 гистограмм)

Параметр	Номер гистограммы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
string name	"S Gn"	"S LP"	"S HP"	"I "	"S 1f"	"Ph 1f"	"S 2f"	"Ph 2f"
data_max	400	400	400	400	20.0	360	400	360
data_code	1	2	3	0	4	5	6	7
data_format	3	3	3	3	3	3	3	3
flag mask no data	0x000E	0x000E	0x000E	0x0002	0x800E	0x800E	0x800E	0x800E

В настройках по умолчанию вывод значения общего, НЧ и ВЧ виброперемещения блокируется, если (0x000E (шестнадцатеричное число) = 0000 0000 0000 1110 (двоичное число)):

- Ошибка чтения параметров работы канала из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика ниже установленного уровня (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика выше установленного уровня (SENSE_ERROR_MAX).

Отображение тока датчика блокируется только при обнаружении ошибки чтения параметров работы канала из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK).

Для отображение оборотных составляющих вводится дополнительное условие, необходимо наличие импульсов синхронизации. Амплитуда и фаза 1-й, 2-й оборотной составляющей виброперемещения не будут отображаться если:

(0x800E (шестнадцатеричное число) = 1000 0000 0000 1110 (двоичное число)):

- Ошибка чтения параметров работы канала из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика ниже установленного уровня (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика выше установленного уровня (SENSE_ERROR_MAX);
- Ошибка импульсов синхронизации (ERR_FREQUENCY).

Настройка отображения гистограмм по умолчанию для модуля МК30

По умолчанию зарегистрировано 8 гистограмм:

1. Общее СКЗ виброскорости (10 – 1000) Гц;
2. НЧ СКЗ виброскорости (10 – F/2) Гц;
3. ВЧ СКЗ виброскорости (2F – 1000) Гц;
4. Ток датчика;
5. СКЗ 1-й оборотной виброскорости;
6. Фаза 1-й оборотной виброскорости;
7. СКЗ 2-й оборотной виброскорости;
8. Фаза 2-й оборотной виброскорости.

Таблица 6. Пример настройки гистограмм по умолчанию в модуле МК30 (всего 8 гистограмм)

Параметр	Номер гистограммы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
string name	"Ve Gn"	"Ve LP"	"Ve HP"	"I "	"Ve 1f"	"Ph 1f"	"Ve 2f"	"Ph 2f"
data max	20.0	3.0	3.0	30.0	20.0	360	20.0	360
data code	1	2	3	0	4	5	6	7
data format	1	1	1	1	1	3	1	3
flag mask no data	0x000E	0x000E	0x000E	0x0002	0x800E	0x800E	0x800E	0x800E

Условия отображения данных в виде гистограммы аналогичны настройкам по умолчанию модуля МК20.

Режим отображения «полная информация»

В режиме индикации «полная информация» на ЖКИ выводятся значения параметров, связанные только с текущим каналом измерения, в предварительно настроенном формате. Формат вывод данных для всех каналов измерения одинаков.

В верхней строке ЖКИ отображается номер канала измерения. Остальные 14 строк доступны для настройки пользователем.

Для каждой строки может быть выбран тип отображаемых данных:

- Числовое значение параметра с установленным форматом;
- Текстовое сообщение (5 символов) по состоянию флагов сигнализации регистра состояния канала измерения;
- Пустая строка.

Флаг выхода за уставку	Флаг выхода за уставку
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Ch 1 ▾ № канала</p> <p>160 Виброперем. 5-500 Гц</p> <p>5 Виброперем. 5-f/2 Гц</p> <p>12 Виброперем. 2*f - 1500Гц</p> <p>153 Виброперем. f</p> <p>20° Фаза f</p> <p>10 Виброперем. 2 * f</p> <p>12° Фаза 2 * f</p> <p>15 Виброперем. 1/2f</p> <p>200 Зазор</p> <p>5.40 Ток датчика</p> <p>3000 Частота вращения</p> <p>Jump Обнаружен "скачек" параметра</p> <p>Неисправность датчика (неисправности нет)</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Ch 1 ▾ № канала</p> <p>6.30 СКЗ 10-1000 Гц</p> <p>0.30 СКЗ 10-f/2 Гц</p> <p>0.45 СКЗ 2*f - 1000Гц</p> <p>5.21 СКЗ f</p> <p>-20° Фаза f</p> <p>0.82 СКЗ 2 * f</p> <p>12° Фаза 2 * f</p> <p>0.047 Амплитуда виброперемещения</p> <p>-70° Фаза виброперемещения</p> <p>2.98 Коэффициент формы</p> <p>5.60 Ток датчика</p> <p>3000 Частота вращения</p> <p>Jump Обнаружен "скачок" параметра</p> <p>Неисправность датчика (неисправности нет)</p> </div>
Рисунок 8. Пример вывода информации в режиме «полная информация», модуль МК20	Рисунок 9. Пример вывода информации в режиме «полная информация», модуль МК30

Таблица 7. Список параметров, настраиваемых для каждой строки ЖКИ в режиме «полная информация»

Обозначение	Описание
data_code	Код исходных данных для вывода в строке (Таблица 2, Таблица 3)
data_format	Формат данных 0 – пустая строка 1 – числовое значение в формате #.### 2 – числовое значение в формате ##.## 3 – числовое значение в формате #.### 4 – числовое значение в формате ##### 5 – строка символов по маске flag_mask_point
flag_mask_point	Для формата данных 0 Не имеет значения Для формата данных 1-4 Если один из битов статуса по маске установлен, то после числового значения отображается вертикальная черточка, которая может указывать, например, выход параметра за уставку (Таблица 12, Таблица 14) Для формата данных 5 Если один из битов статуса по маске установлен, то выводится строка string_out_flag_set, иначе, строка string_out_flag_clear
flag_mask_no_data	Если один из битов статуса по маске установлен, то взамен числового значения параметра выводится строка об отсутствии данных ` --- `. Эта функция может использоваться, например, для запрета вывода данных, когда датчик не исправен. (Данная маска не имеет силы для форматов 0, 5) (Таблица 12, Таблица 14)
string_out_flag_clear	Строка из 5 символов, отображаемая на ЖКИ при формате данных 5, если ни один бит статуса по маске flag_mask_point не установлен в 1
string_out_flag_set	Строка из 5 символов, отображаемая на ЖКИ при формате данных 5, если хотя бы один бит статуса по маске flag_mask_point установлен в 1

Флаг выхода параметра за уставки представляет собой знакоместо размером 2x8 пикселей, формат которого может быть настроен пользователем:

bit_mask_1 – Восемь бит первой линии 1x8 флага выхода параметра за уставку (по умолч. 1111 1110);

bit_mask_2 – Восемь бит второй линии 1x8 флага выхода параметра за уставку (по умолч. 1111 1110).

Если бит в bit_mask_1, bit_mask_2 равен '1', то соответствующее пиксель на ЖКИ светится. Настройка по умолчанию соответствует вертикальной двойной линии высотой один символ.

Переключение между каналами измерения осуществляется кнопкой 'Sel'. При переходе в режим отображения «полная информация» на ЖКИ выводится информация по 1-му каналу измерения.

В режиме «полная информация» можно произвести сброс обнаруженных «скачков» параметра. Для этого необходимо нажать и удерживать кнопку 'Mode', пока не произойдет сброс флагов «скачка» и алгоритмов детектирования «скачка», которые находились в состоянии ожидания сброса. Сброс «скачка» выполняется только для канала измерения, который отображается на ЖКИ.

Настройка отображения «полная информация» по умолчанию для модуля МК20

По умолчанию строки на ЖКИ в режиме «полная информация» настроены следующим образом (Таблица 8):

1. Амплитуда виброперемещения (5 – 500) Гц;
2. Амплитуда НЧ виброперемещения (5 – F/2) Гц;
3. Амплитуда ВЧ виброперемещения (2F – 500) Гц;
4. Амплитуда 1-й оборотной виброперемещения;
5. Фаза 1-й оборотной виброперемещения;
6. Амплитуда 2-й оборотной виброперемещения;
7. Фаза 2-й оборотной виброперемещения;
8. Амплитуда 1/2-й оборотной виброперемещения;
9. Зазор виброперемещения ;
10. Ток датчика;
11. Частота вращения;
12. Пустая
13. Сообщение об обнаружении одного из «скачков» (виброперемещение (5 - 500) Гц, амплитуда, фаза 1-й оборотной виброперемещения);
14. Сообщение о неисправности датчика.

Таблица 8. Пример настройки вывода данных в режиме «полная информация» для модуля МК20 (по умолчанию)

Параметр	Номер строки						
	1	2	3	4	5	6	7
data code	1	2	3	4	5	6	7
data format	4	4	4	4	4	4	4
flag mask point	0x0070	0x0080	0x0000	0x0000	0x0000	0x0000	0x0000
flag mask no data	0x000E	0x000E	0x000E	0x800E	0x800E	0x800E	0x800E
string out flag clear	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
string out flag set	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "

Параметр	Номер строки						
	8	9	10	11	12	13	14
data code	8	10	0	12	0	1	1
data format	4	4	2	4	0	5	5
flag mask point	0x0000	0x0000	0x000C	0x8000	0x0000	0x0700	0x000E
flag mask no data	0x800E	0x000E	0x0002	0x0000	0x0000	0x0000	0x0000
string out flag clear	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
string out flag set	" "	" "	" "	" "	" "	" Jamp"	"S err"

Пояснения к настройкам по умолчанию:

Флаг за значением виброперемещения (5 - 500) Гц отображается, если:

- Значение виброперемещения больше 1-й уставки (S_POINT_1);
- Значение виброперемещения больше 2-й уставки (S_POINT_2);
- Значение виброперемещения больше 3-й уставки (S_POINT_3).

Флаг за значением НЧ виброперемещения отображается, если:

- Значение НЧ СКЗ больше уставки (S_LP_POINT).

Флаг за значением тока датчика отображается, если:

- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX).

Флаг за значением частоты вращения отображается, если:

- Обнаружена ошибка синхронизации (ERR_FREQUENCY).

Вывод значений виброперемещения (5 - 500) Гц, НЧ и ВЧ виброперемещения блокируется (взамен числа выводится " -- "), если:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX).

Вывод значений 1-й, 2-й оборотных составляющих виброперемещения блокируются (взамен числа выводится " -- "), если:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX);
- Обнаружена ошибка синхронизации (ERR_FREQUENCY).

Вывод значения тока датчика блокируется (взамен числа выводится " -- "), если:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK).

В 13-й строке выводится сообщение " Jamp" об обнаруженном «скачке» параметра, если установлен один из флагов:

- Обнаружен «скачок» общего виброперемещения (5 - 500) Гц (JAMP_S);
- Обнаружен «скачок» амплитуды 1-й оборотной составляющей виброперемещения (JAMP_S_1F);
- Обнаружен «скачок» фазы 1-й оборотной составляющей виброперемещения (JAMP_PHASE_1F).

В 14-й строке выводится сообщение "S err" о неисправности канала измерения, если установлен один флагов:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX).

Настройка отображения «полная информация» по умолчанию для модуля МК30

По умолчанию строки на ЖКИ в режиме «полная информация» настроены следующим образом (Таблица 9):

1. Общее СКЗ виброскорости (10 – 1000) Гц;
2. НЧ СКЗ виброскорости (10 – F/2) Гц;
3. ВЧ СКЗ виброскорости (2F – 1000) Гц;
4. СКЗ 1-й оборотной виброскорости;
5. Фаза 1-й оборотной виброскорости;
6. СКЗ 2-й оборотной виброскорости;
7. Фаза 2-й оборотной виброскорости;
8. Амплитуда виброперемещение 1-й оборотной составляющей;
9. Фаза виброперемещения 1-й оборотной составляющей;
10. Коэффициент формы сигнала;
11. Ток датчика;
12. Частота вращения;
13. Сообщение об обнаружении одного из «скачков» (общего СКЗ, СКЗ 1-й оборотной и фазы 1-й оборотной виброскорости);
14. Сообщение о неисправности датчика.

Таблица 9. Пример настройки вывода данных в режиме «полная информация» для модуля МК30 (по умолчанию)

Параметр	Номер строки						
	1	2	3	4	5	6	7
data code	1	2	3	4	5	6	7
data format	2	2	2	2	4	2	4
flag mask point	0x0070	0x0080	0x0000	0x0000	0x0000	0x0000	0x0000
flag mask no data	0x000E	0x000E	0x000E	0x800E	0x800E	0x800E	0x800E
string out flag clear	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
string out flag set	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "

Параметр	Номер строки						
	8	9	10	11	12	13	14
data code	8	9	11	0	12	1	1
data format	2	4	2	2	4	5	5
flag mask point	0x0000	0x0000	0x0000	0x000C	0x8000	0x0700	0x000E
flag mask no data	0x800E	0x800E	0x400E	0x0002	0x0000	0x0000	0x0000
string out flag clear	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
string out flag set	" "	" "	" "	" "	" "	" Jamp"	"S err"

Пояснения к настройкам по умолчанию:

Флаг за значением общего СКЗ виброскорости отображается, если:

- Значение общего СКЗ больше 1-й уставки (VRMS_POINT_1);
- Значение общего СКЗ больше 2-й уставки (VRMS_POINT_2);
- Значение общего СКЗ больше 3-й уставки (VRMS_POINT_3).

Флаг за значением НЧ СКЗ виброскорости отображается, если:

- Значение НЧ СКЗ больше уставки (VRMS_LP_POINT).

Флаг за значением тока датчика отображается, если:

- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX).

Флаг за значением частоты вращения отображается, если:

- Обнаружена ошибка синхронизации (ERR_FREQUENCY).

Вывод значений общего СКЗ, НЧ СКЗ и ВЧ СКЗ виброскорости блокируется

(взамен числа выводится " -- "), если:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX).

Вывод значений 1-й, 2-й оборотных составляющих СКЗ, фазы виброскорости и амплитуды, фазы 1-й оборотной виброперемещения блокируются (взамен числа выводится " -- "), если:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX);
- Обнаружена ошибка синхронизации (ERR_FREQUENCY).

Вывод значения коэффициента формы сигнала блокируется (взамен числа выводится " -- "), если:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX);
- Уровень общего СКЗ виброскорости слишком мал (VRMS_ABSENT).

Вывод значения тока датчика блокируется (взамен числа выводится " -- "), если:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK).

В 13-й строке выводится сообщение " Jamp" об обнаруженном «скачке» параметра, если установлен один из флагов:

- Обнаружен «скачок» общего СКЗ виброскорости (JAMP_VRMS);
- Обнаружен «скачок» СКЗ 1-й оборотной составляющей виброскорости (JAMP_VRMS_1F);
- Обнаружен «скачок» фазы 1-й оборотной составляющей виброскорости (JAMP_PHASE_1F).

В 14-й строке выводится сообщение "S err" о неисправности канала измерения, если установлен один флагов:

- Обнаружена ошибка параметров работы датчика при загрузке из энергонезависимой памяти (ERR_CRC_TWO_BANK);
- Ток датчика меньше нижней уставки (SENSE_ERROR_MIN);
- Ток датчика больше верхней уставки (SENSE_ERROR_MAX).

Вывод информации на ЖКИ, модуль МК21

Вывод результатов измерения параметров вибрации осуществляется в одном из двух режимов:

- В виде гистограммы;
- Полная информация по каналу.

В отличие от модулей МК20, МК30 изменение режима индикации модуля МК21 не допускается. Режимы индикации в модуле МК21 жестко predeterminedены. Виброперемещение отображается в размерности мкм, СКЗ виброскорости - мм/с.

Зарегистрировано 8 гистограмм (рисунок 9а):

1. Амплитуда виброперемещения (5 – 500) Гц (3 уставки);
2. Амплитуда НЧ виброперемещения (5 – F/2) Гц (1 уставка);
3. Амплитуда ВЧ виброперемещения (2xF – 500) Гц;
4. Ток датчика (2 уставки);
5. Амплитуда 1-й оборотной виброперемещения;
6. Фаза 1-й оборотной виброперемещения;
7. Амплитуда 2-й оборотной виброперемещения;
8. Фаза 2-й оборотной виброперемещения.

При выводе гистограмм отображаются только данные виброперемещения по столбцам:

1. Относительное виброперемещение ротора (канал 1);
2. Абсолютное виброперемещение опоры (вкладыша) (канал 3);
3. Пустая;
4. Абсолютное виброперемещение ротора (канал 4).

Строки на ЖКИ в режиме «полная информация» настроены следующим образом (рисунок 9б):

1. Амплитуда виброперемещения (5 – 500) Гц (для канала 2 – СКЗ виброскорости);
2. Амплитуда НЧ виброперемещения (5 – F/2) Гц (для канала 2 – НЧ СКЗ виброскорости);
3. Амплитуда ВЧ виброперемещения (2xF – 500) Гц (для канала 2 – ВЧ СКЗ виброскорости);
4. Амплитуда 1-й оборотной виброперемещения (для канала 2 – СКЗ виброскорости);
5. Фаза 1-й оборотной виброперемещения (для канала 2 – СКЗ виброскорости);
6. Амплитуда 2-й оборотной виброперемещения (для канала 2 – СКЗ виброскорости);
7. Фаза 2-й оборотной виброперемещения (для канала 2 – СКЗ виброскорости);
8. Зазор виброперемещения (только для канала 1);
9. Ток датчика (только для каналов 1,2);
10. Частота вращения;
11. Сообщение о неисправности датчика (только для каналов 1,2);
12. Сообщение об обнаружении одного из «скачков» (виброперемещение (5 — 500) Гц, амплитуда 1-й оборотной и фаза 1-й оборотной виброперемещения).

<p>Название гистограммы</p> <p>Числовые значения параметра</p> <p>Отметки уставок</p> <p>Значения параметра в виде гистограммы</p> <p>Канал 1 3 4</p> <p>С Gn</p> <p>100 120 63</p>	<p>Флаг выхода за уставку</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ch</th> <th>1</th> <th>№ канала</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>160</td> <td>1</td> <td>Виброперем. 5-500 Гц</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>Виброперем. 5-f/2 Гц</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>1</td> <td>Виброперем. 2*f - 1500Гц</td> </tr> <tr> <td>153</td> <td>1</td> <td>Виброперем. f</td> </tr> <tr> <td>20°</td> <td>1</td> <td>Фаза f</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1</td> <td>Виброперем. 2 * f</td> </tr> <tr> <td>12°</td> <td>1</td> <td>Фаза 2 * f</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>1</td> <td>Виброперем. 1/2f</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>1</td> <td>Зазор</td> </tr> <tr> <td>5.40</td> <td>1</td> <td>Ток датчика</td> </tr> <tr> <td>3000</td> <td>1</td> <td>Частота вращения</td> </tr> <tr> <td>Jump</td> <td>1</td> <td>Обнаружен «скачок» параметра</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>Неисправность датчика (неисправности нет)</td> </tr> </tbody> </table>	Ch	1	№ канала	160	1	Виброперем. 5-500 Гц	5	1	Виброперем. 5-f/2 Гц	12	1	Виброперем. 2*f - 1500Гц	153	1	Виброперем. f	20°	1	Фаза f	10	1	Виброперем. 2 * f	12°	1	Фаза 2 * f	15	1	Виброперем. 1/2f	200	1	Зазор	5.40	1	Ток датчика	3000	1	Частота вращения	Jump	1	Обнаружен «скачок» параметра		1	Неисправность датчика (неисправности нет)
Ch	1	№ канала																																									
160	1	Виброперем. 5-500 Гц																																									
5	1	Виброперем. 5-f/2 Гц																																									
12	1	Виброперем. 2*f - 1500Гц																																									
153	1	Виброперем. f																																									
20°	1	Фаза f																																									
10	1	Виброперем. 2 * f																																									
12°	1	Фаза 2 * f																																									
15	1	Виброперем. 1/2f																																									
200	1	Зазор																																									
5.40	1	Ток датчика																																									
3000	1	Частота вращения																																									
Jump	1	Обнаружен «скачок» параметра																																									
	1	Неисправность датчика (неисправности нет)																																									
<p>Рисунок 10. Пример вывода информации в режиме «гистограммы», модуль МК21</p>	<p>Рисунок 11. Пример вывода информации в режиме «полная информация», модуль МК21</p>																																										

Работа аппаратуры

В данном разделе будут рассмотрены основные принципы измерения сигналов, представлена методика вычислений параметров вибрации и других технологических параметров, а также даны рекомендации по определению расчетных коэффициентов.

Модуль МК20 – измерение переменных сигналов (виброперемещение)

Измерения параметров вибрации выполняются для всех 4-х каналов синхронно, с периодичностью обновления результатов 0.5 с по одинаковому алгоритму. Поэтому в описании будет всегда рассматриваться только один канал измерений. Большинство вычислений основываются на спектральном анализе методом БПФ.

Для измерения параметров вибрации в различных режимах работы агрегата предусмотрено два вида БПФ:

- 2048 выборок за 1 секунду – основное БПФ с разрешением спектра 1 Гц до 1024 Гц для вычисления общего виброперемещения в диапазоне частот (5 – 500) Гц, НЧ виброперемещения (5 – F/2) Гц, ВЧ виброперемещения (2F – 500) Гц;
- 512 выборок за 1 оборот агрегата – дополнительное БПФ с разрешением, равным частоте вращения агрегата. Результаты дополнительного БПФ используются для вычисления оборотных составляющих амплитуды и фазы виброперемещения.

Измерение частоты вращения

На основе полученной частоты вращения агрегата:

- Детектируется режим стационарной работы агрегата (частота вращения агрегата не изменяется);
- Корректируется периодичность выборок АЦП БПФ за один оборот (512 выборок) для определения фазы и амплитуды оборотных составляющих.

Измерение частоты вращения агрегата осуществляется по переднему фронту сигнала синхроимпульсов, поступающих на входы синхронизации. Периодом измерения является основной цикл работы модуля 0.5 с. В течение 0.5 с усредняется период импульсов, зафиксированных за 0.5 с. Если в течение 0.5 с было получено два или менее импульсов синхронизации, то вычисление частоты вращения агрегата осуществляется по одному периоду синхросигнала. С ростом частоты вращения агрегата пропорционально увеличивается и число периодов синхросигнала, участвующих в вычислениях частоты.

Основным каналом синхронизации является вход синхроимпульсов №1. Если обнаружено отсутствие импульсов по входу синхронизации №1, то синхронизация вычислений автоматически переключается на вход №2.

При отсутствии импульсов на обоих каналах синхронизации, низкой или слишком высокой частоты импульсов синхронизации:

- блокируются вычисления, в которых задействована частота вращения агрегата, значение соответствующих величин становятся равными нулю;
- выборка АЦП за один оборот агрегата не выполняется;
- принимается, что в данном состоянии не стационарный режим работы;
- вычисленное значение частоты в нуль не сбрасывается, кроме случая, когда импульсы синхронизации отсутствуют;
- базовая частота вращения агрегата принимается `freq_basic_no_sync`.

Для детектирования отсутствия или недостоверных импульсов синхронизации в настройках МК20 предусмотрены следующие параметры:

`freq_min` – минимально допустимая частота вращения агрегата

`freq_max` – максимально допустимая частота вращения агрегата

Если в течение 20 с не было получено ни одного импульса синхронизации, то считается, что импульсов синхронизации нет, устанавливается в '1' флаг `NOT_SYNC_PULSE_1` и `NOT_SYNC_PULSE_2` соответственно. Таким образом, минимальная измеряемая частота вращения агрегата 3 Об/мин.

Когда измеренная частота вращения агрегата больше или равна 3 Об/мин и меньше или равна `freq_max`, происходит запуск выборок АЦП за один оборот агрегата.

При сброшенных в '0' флагах ошибки `ERR_SYNC_PULSE_MIN`, `ERR_SYNC_PULSE_MAX` работает алгоритм детектирования стабилизации частоты вращения.

Если обнаружен не нормальный уровень частоты вращения агрегата относительно установленных параметров, то в регистре статуса каждого канала будет установлен в '1' флаг предупреждения `ERR_FREQUENCY`.

Детектирование стабилизации частоты вращения

Для работы алгоритма детектирования частоты вращения настраиваются следующие параметры:

`freq_delta` – максимально допустимый уровень девиации частоты

`freq_delta_time` – минимальное время стабилизации/дестабилизации частоты

Алгоритм детектирования стабилизации частоты работает только, если флаги `ERR_SYNC_PULSE_MIN`, `ERR_SYNC_PULSE_MAX` сброшены в '0'. По сбросу модуля МК20 принимается, что частота вращения не стабилизирована (флаг `WORK_STAB_MODE = 0`).

Если в течение времени `freq_delta_time` частота вращения не изменилась больше чем на `freq_delta`, то принимается, что частота вращения стабилизировалась, флаг `WORK_STAB_MODE` устанавливается в '1'.

При обнаружении стабилизации частоты вращения выполняются следующие действия:

- Запоминается текущая частота вращения;
- Вычисляются номера спектральных составляющих, соответствующих частотам: 5 Гц, F/2, 2F, 500 Гц;
- Допускается работа алгоритмов скачка параметров и контроль уставки НЧ составляющей виброперемещения.

В стабилизированном режиме работы все время идет сравнение текущей частотой вращения с запомненной в момент перехода на стабилизированный режим работы. Если в течение времени `freq_delta_time` частота была больше или меньше на `freq_delta`, то происходит выход из стабилизированного режима работы с ожиданием стабилизации частоты.

По сбросу модуля МК20 принимается, что частота вращения равна `freq_basic_no_sync`.

Ток (напряжение) датчика

Ток датчика вычисляется по постоянной составляющей, полученной в результате усреднения выборок АЦП. Для перевода полученного значения постоянной составляющей из размерности АЦП в ток датчика предусмотрены коэффициенты `curr_coff_A`, `curr_coff_B`.

Постоянный ток (напряжение) датчика вычисляется по формуле:

$$I = \text{curr_coff_A} + \text{curr_coff_B} \times \text{АЦП}$$

$$U = \text{curr_coff_A} + \text{curr_coff_B} \times \text{АЦП}$$

Вычисленное значение тока датчика проходит через алгоритм усреднения «скользящее среднее» (только N последних выборок участвуют в усреднении), глубина которого определяется параметром:

`sense_curr_aver_size` – размер таблицы усреднения, максимум 10

После усреднения вычисленное значение тока датчика используется для проверки исправности датчика и вывода на ЖКИ.

Таблица 10. Рекомендованные испытательные уровни постоянного тока (напряжения) для модуля МК20

Режим работы канала измерения	Уровень входного сигнала		Позиция переключки на плате модуля
Ток (1- 5) мА	1 мА	5 мА	2 - 3
Ток (4 – 20) мА	4 мА	20 мА	1 - 2
Напряжение (0 – 3.0) В	0,56 В	2,80 В	Снята

Примечание. Номера переключек для соответствующих каналов измерения их размещение на плате модуля смотрите в приложении Б.

Примечание. Методика определения расчетных коэффициентов `curr_coff_A`, `curr_coff_B` аналогична расчету коэффициентов параметра для модуля МК10.

Тест датчика

Тест датчика необходим для блокирования вычислений по данному каналу и сигнализации, если датчик не исправен.

В состав настраиваемых параметров теста датчика входят:

- curr_point_min – минимальный уровень тока датчика;
- curr_point_max – максимальный уровень тока датчика;
- curr_point_hist – уровень гистерезиса теста датчика для предотвращения триггерного эффекта;
- curr_point_time – время детектирования неисправности/нормализации датчика.

Для сигнализации о ненормальной работе датчика в регистре статуса каналов измерения предусмотрено два флага:

- SENSE_ERROR_MIN – ток датчика слишком мал;
- SENSE_ERROR_MAX – ток датчика слишком высок.

По сбросу модуля считается, что датчик в нормальном состоянии, флаги SENSE_ERROR_MIN, SENSE_ERROR_MAX равны нулю. Если в течение времени curr_point_time_reaction ток датчика больше curr_point_max или меньше curr_point_min, то считается, что датчик неисправен и соответствующий флаг устанавливается в '1'.

При обнаружении неисправности датчика все измерения по данному каналу блокируются, а значения параметров принимаются равными нулю, все флаги событий (выходы за уставки, детектирование «скачков» и т.д.) сбрасываются в нуль.

Для восстановления работы канала измерения необходимо чтобы в течение времени curr_point_time ток датчика был больше curr_point_min + curr_point_hist, если был установлен флаг SENSE_ERROR_MIN, или меньше curr_point_max - curr_point_hist если был установлен флаг SENSE_ERROR_MAX.

Неработоспособность датчика одного канала не влияет на работу остальных каналов измерения.

Постоянное смещение (Зазор)

Вычисление смещения аналогично току датчика. Отличием является наличие собственной пары коэффициентов gap_coff_A, gap_coff_B для вычисления значения смещения. Смещение вычисляется по формуле:

$$S_c = \text{gap_coff_A} + \text{gap_coff_B} \times \text{АЦП};$$

Глубина усреднения sense_curr_aver_size по току (напряжению) датчика распространяется и на вычисление смещения.

Методика определения коэффициентов gap_coff_A, gap_coff_B аналогична вычислению коэффициентов для тока датчика.

Общее, НЧ, ВЧ виброперемещение

Для вычисления двойной амплитуды общего (5 — 500) Гц, НЧ (5 – F/2) Гц и ВЧ (2F – 500) Гц виброперемещения применяется одна пара коэффициентов линейного уравнения s_var_coff_A, s_var_coff_B. Значение виброперемещения вычисляется по формуле (для всех диапазонов частот), предварительно выполнив обратное БПФ (для каждого диапазона частот отдельно):

$$S = s_var_coff_A + s_var_coff_B \times \text{АЦП};$$

Проверка уставок для общего и НЧ виброперемещения

Для общего виброперемещения предусмотрено возможность настройки 3-х уставок, а для НЧ виброперемещения - 1-й уставки. Для детектирования превышения уставок необходимо настроить следующие параметры:

- s_5_500_point_1 – Первая уставка общего виброперемещения;
- s_5_500_point_2 – Вторая уставка общего виброперемещения;
- s_5_500_point_3 – Третья уставка общего виброперемещения;
- s_5_500_point_hist – Гистерезис по уставкам общего виброперемещения;
- s_5_F2_point – Уставка НЧ виброперемещения;
- s_5_F2_point_hist – Гистерезис по уставке НЧ виброперемещения;
- s_5_500_point_time – Время детект. перехода общего виброперемещения через уставки;
- s_5_F2_point_time – Время детект. перехода НЧ виброперемещения через уставку.

О превышении уставок информируют соответствующие флаги в системном регистре канала измерения:

- S_POINT_1 – Значение общего виброперемещения стало выше уставки 1;
- S_POINT_2 – Значение общего виброперемещения стало выше уставки 2;
- S_POINT_3 – Значение общего виброперемещения стало выше уставки 3;
- S_LP_POINT – Значение НЧ виброперемещения стало выше уставки.

Если значение общего виброперемещения (НЧ виброперемещения) было выше уставки в течение времени s_5_500_point_time (s_5_F2_point_time), то устанавливается в '1' соответствующий флаг сигнализации.

В случае установленного флага превышения уставки, значение измеряемого параметра должно быть меньше соответствующей уставки минус гистерезис в течение установленного времени, чтобы сбросить в '0' флаг превышения данной уставки. Такой подход позволяет предупредить возможный триггерный эффект при величине измеряемого параметра близкого к значению уставки.

Проверка НЧ виброперемещения на превышение уставки производится только в стационарном режиме работы.

Рекомендации по определению коэффициентов

Коэффициенты $s_var_coeff_A$, $s_var_coeff_B$ необходимо определить экспериментальным путем по значению общего виброперемещения на базовой частоте синусоидального сигнала. Испытания рекомендуется провести переменным напряжением (уровень постоянной составляющей 1.7 В).

При работе модуля с переменным током (датчики с токовым выходом) необходимо вычислить испытательное переменное напряжение, учитывая сопротивление резистора на входе канала измерения, преобразующего ток в напряжение.

Таблица 11. Рекомендованные испытательные уровни переменного напряжения (тока) 2 А для модуля МК20

Режим работы канала измерения	Уровень входного сигнала		Позиция перемычки на плате модуля
Ток (1- 5) мА	0,5 мА	4 мА	2 - 3
Ток (4 – 20) мА	2 мА	16 мА	1 - 2
Напряжение (0 – 3,0) В	280 мВ	2240 мВ	Снята

Примечание. Номера перемычек для соответствующих каналов измерения их размещение на плате модуля смотрите в приложении Б.

Уровни испытательных сигналов соответствуют определенному уровню измеряемого параметра вибрации. Записав значение АЦП, соответствующее установленному уровню испытательного сигнала можно определить значения расчетных коэффициентов для получения при работе модуля истинного уровня измеряемого технологического параметра.

Для определения коэффициентов $s_var_coeff_A$, $s_var_coeff_B$ необходимо провести как минимум два испытания (рекомендуется в начале и конце диапазона измерения), записать значения АЦП и решить систему уравнений:

$$\begin{cases} P_1 = s_var_coeff_A + s_var_coeff_B \times \text{АЦП}_1; \\ P_2 = s_var_coeff_A + s_var_coeff_B \times \text{АЦП}_2; \end{cases}$$

Где: P_1, P_2 – значение параметра вибрации, соответствующие уровню испытательного сигнала
 $\text{АЦП}_1, \text{АЦП}_2$ – значения АЦП, соответствующие уровню испытательного сигнала

Виброперемещение на оборотных составляющих

Амплитуда виброперемещения $\frac{1}{2}$ и 1-10 оборотных составляющих вычисляется только при наличии импульсов синхронизации и допустимой частоте вращения агрегата. Если импульсов синхронизации нет (или их частота слишком высокая/ низкая), то оборотные составляющие виброперемещения не вычисляются и принимаются равными нулю.

Для вычисления двойной амплитуды оборотных составляющих виброперемещения применяется пара коэффициентов линейного уравнения $s_circul_coeff_A$, $s_circul_coeff_B$. Значение виброперемещения вычисляется по формуле:

$$S_0 = s_circul_coeff_A + s_circul_coeff_B \times \text{АЦП};$$

Полученные мгновенные значения виброперемещения $\frac{1}{2}$ -й, 1-й и 2-й оборотных составляющих проходят через алгоритм усреднения «скользящего среднего» глубиной соответственно $s_mag_F2_aver_size$, $s_mag_1F_aver_size$ и $s_mag_2F_aver_size$.

Усреднения значения оборотных составляющих доступны для вывода на ЖКИ, а значение 1-й оборотной составляющей виброперемещения участвует в детектировании скачка.

Методика вычисления расчетных коэффициентов для оборотных составляющих виброперемещения аналогична определению коэффициентов для общего, НЧ и ВЧ виброперемещения.

Оборотные составляющие виброперемещения вычисляются при частоте вращения 0.05 Гц. $\frac{1}{2}$ оборотной составляющей виброперемещения вычисляется при частоте вращения от 5 Гц.

Фазы оборотных составляющих виброперемещения

Под фазой понимается временной интервал в градусах (0-360) от нулевого значения амплитуды синусоидального сигнала при переходе от отрицательного значения к положительному, до активного фронта импульса синхронизации.

Фазы оборотных составляющих вычисляются только при наличии импульсов синхронизации. Если частота импульсов синхронизации не удовлетворяет заданным условиям, то значения фаз принимаются равными нулю.

$$\text{Фаза вычисляется по формуле } P = \text{ATAN2} \frac{\text{Im}}{\text{Re}}$$

При очень маленьком уровне оборотных составляющих значения вычисленных фаз могут колебаться в больших пределах (это связано с шумом квантования АЦП и вычислений). Для предотвращения возможных колебаний предусмотрен параметр:

`s_min_phase_detect` – минимальный уровень виброперемещения оборотной составляющей для вычисления фазы оборотной составляющей.

Если значение оборотной составляющей меньше `s_min_phase_detect`, то значение фазы не вычисляется и принимается равной нулю.

Мгновенное вычисленное значение фазы проходит через алгоритм усреднения «скользящее среднее» глубиной:

`s_phase_1F_aver_size` – глубина усреднения фазы 1-й оборотной составляющей;

`s_phase_2F_aver_size` – глубина усреднения фазы 2-й оборотной составляющей.

Коррекция фазы

Применение НЧ фильтра вносит значительное вращение фазы исходного сигнала. Для компенсации вращения фазы во входном фильтре, а также в тракте измерения предусмотрена возможность линейной коррекции фазы оборотных составляющих в зависимости от частоты.

Коррекция фазы выполняется по формулам:

$$P = P_c - N * \text{frequency} * \text{corr_phase_coff};$$

Где:

`P` – скорректированное значение фазы оборотной составляющей;

`Pc` – вычисленное значение фазы оборотной составляющей;

`frequency` – оборотная частота в Гц;

`N` – номер оборотной составляющей;

`corr_phase_coff` – коэффициент коррекции, °/Гц

Расчет коэффициента коррекции фазы выполняется по формуле:

$$\text{corr_phase_coff} = P/F;$$

Где:

`P` – измеренное значение фазы модулем, когда `corr_phase_coff = 0`;

`F` – частота синусоидального сигнала, Гц (рекомендуется базовая частота измерений);

Детектирования «скачка» параметра

Для обнаружения мгновенного и необратимого изменения значения параметра реализован алгоритм детектирования «скачка» параметра.

Параметры, для которых работает алгоритм детектирования «скачка»:

- Виброперемещение (5 — 500) Гц;
- 1-я оборотная виброперемещения;
- Фаза 1-й оборотной виброперемещения.

Детектирование «скачка» параметра для оборотных составляющих выполняется только при наличии импульсов синхронизации в стационарном режиме работы.

Алгоритм детектирования «скачка» одинаков для всех измеряемых параметров вибрации, но для каждого параметра могут быть свои настройки детектирования «скачка».

Список параметров, участвующих в настройках детектирования «скачка»:

`time_start` – время ожидания стабилизации параметра после нормализации работы датчика или стабилизации частоты вращения для оборотных составляющих;

`time_stabil` – время ожидания стабилизации параметра начала детектирования «скачка»;

`variation_dt` – минимальное приращение значение параметра за 0.5 с. для старта детектирования скачка или ожидания стабилизации;

`variation_max` – минимальный уровень изменения параметра относительно стартового значения детектирования «скачка» и значения параметра после стабилизации.

Алгоритм детектирования скачка имеет несколько состояний:

1. Пауза после инициализации;
2. Ожидание изменения параметра более чем на `variation_dt` для начала детектирования «скачка»;
3. Ожидание стабилизации «скачка»;
4. Обнаружен «скачок» параметра.

При детектировании «скачка» параметра, даже если «скачок» не был зафиксирован, по интерфейсам внешнего управления доступно для считывания отчет о работе алгоритма детектирования «скачка» в виде параметров:

`time_count` – счетчик времени по 0.5 с;

`status` – состояние алгоритма детектирования скачка;

`values_new` – текущее значение параметра;

`values_old` – предыдущее значение параметра;

`values_start` – начальное значение параметра при старте ожидания стабилизации значения параметра;

`values_jump` – уровень изменения параметра (знаковое значение).

Сброс флагов и алгоритма детектирования скачка выполняется по:

- Сбросу устройства;
- Неисправности датчика;
- Команде с внешних интерфейсов управления;
- Нажатием кнопок на лицевой панели модуля.

Для сигнализации о детектировании «скачка» в системном регистре каналов измерения предусмотрены следующие флаги:

`JAMP_S` – «скачок» уровня виброперемещения (5 — 500) Гц;

`JAMP_S_1F` – «скачок» уровня 1-й оборотной виброперемещения;

`JAMP_PHASE_1F` – «скачок» фазы 1-й оборотной виброперемещения.

Общие рекомендации по определению расчетных коэффициентов

После «Холодного старта» модуля все измеряемые параметры вибрации имеют размерность АЦП. При работе модуля в формулах расчета параметров применяется значение АЦП, умноженное на 4, что должно учитываться при вычислении расчетных коэффициентов.

Значение АЦП для тока датчика представлено в формате `##.##` с десятичной точкой посередине.

Значения коэффициентов также могут быть получены расчетным путем (диапазон измерения 12-разрядного АЦП (0 – 3) В), однако, наилучшая точность измерений может быть получена путем калибровки модуля испытательными сигналами.

В программе настройки модуля МК20 предусмотрены средства, упрощающие вычисления коэффициентов (дополнительную информацию смотрите в описании на соответствующее программное обеспечение).

Модуль МК30 – измерение переменных сигналов (виброскорость)

Принципы измерения модуля МК30 практически аналогичны модулю МК20 за исключением некоторых особенностей, которые будут описаны ниже.

Измерение частоты вращения и тока датчика аналогичны модулю МК20.

Смещение (зазор) в модуле МК30 не вычисляются.

Диапазоны частот

- Диапазон частот общего уровня СКЗ виброскорости (10 – 1000) Гц;
- Диапазон частот НЧ СКЗ виброскорости (10 – F/2) Гц;
- Диапазон частот ВЧ СКЗ виброскорости (2F – 1000) Гц;
- Измерение оборотных составляющих от 10 Гц частоты вращения агрегата.

Измерение общего, НЧ, ВЧ СКЗ виброскорости

Вычисления СКЗ виброскорости во всех диапазонах вычисляется на основе результатов БПФ в 4096 выборок.

В общем случае СКЗ виброскорости в нужном диапазоне частот вычисляется как корень квадратный из суммы квадратов гармонических составляющих СКЗ виброскорости.

$$V_{\text{АЦП}} = \sqrt{\sum_{f_{\text{min}}}^{f_{\text{max}}} V_n^2}$$

Предварительно подготавливаются номера спектральных составляющих, соответствующие частотам 10 Гц, F/2, F, 2F, 1000 Гц. По частотным границам вычисляется СКЗ виброскорости в размерности АЦП:

- Общее СКЗ виброскорости (10 – 1000) Гц;
- НЧ СКЗ виброскорости (10 – F/2) Гц;
- ВЧ СКЗ виброскорости (2F – 1000) Гц.

Полученное значение СКЗ виброскорости в размерности АЦП пересчитывается в мм/с по формуле:

$$V = V_{\text{rms_fixed_coeff_A}} + V_{\text{rms_fixed_coeff_B}} \times V_{\text{АЦП}};$$

Общее, НЧ и ВЧ СКЗ виброскорости усредняется по алгоритму «скользящее среднее» с индивидуально настраиваемой глубиной усреднения.

Методика вычисления коэффициентов виброскорости аналогична виброперемещению для модуля МК20.

Для вычисления оборотных составляющих в модуле МК30 применяются коэффициенты $V_{\text{rms_var_coeff_A}}$, $V_{\text{rms_var_coeff_B}}$. Измерение оборотных составляющих выполняется при частоте вращения агрегата от 10 Гц. Методика получения оборотных составляющих и их фаз аналогична модулю МК20.

В модуле МК30, как и в модуле МК20, предусмотрено 3 уставки по общему уровню СКЗ виброскорости и одна уставка по НЧ СКЗ виброскорости.

Алгоритмы детектирования скачка для модуля МК30 аналогичны модулю МК20 (общий уровень СКЗ виброскорости, СКЗ и фаза 1-й оборотной виброскорости).

Фильтрация шума квантования в БПФ при вычислениях СКЗ

Для ускорения вычислений БПФ применяется математика с фиксированной запятой, что в свою очередь вносит дополнительный шум в результирующий спектр преобразования 4096 выборок.

Шум квантования АЦП и вычислений с фиксированной запятой проявляется в виде малого уровня энергий по всем гармоническим составляющим результирующего спектра, хотя в исходном сигнале этих гармонических составляющих нет.

При суммировании энергии гармонических составляющих для вычисления СКЗ в нужном диапазоне частот шум может сильно исказить реальное значение параметра.

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

$\text{fft_fixed_mag_error}$ – минимально допустимый уровень квадрата амплитуды гармонической составляющей в размерности АЦП, умноженного на 4.

Размах «пик-пик» и коэффициент формы сигнала

Подготовленные для БПФ 4096 выборки АЦП предварительно поступают в алгоритм вычисления амплитуды размаха «пик-пик».

Полученное значение размаха «пик-пик» переводится из размерности АЦП в мм/с по формуле:

$$V = \text{peak_peak_coff_A} + \text{peak_peak_coff_B} \times V_{\text{АЦП}};$$

Вычисленное мгновенное значение размаха «пик-пик» проходит алгоритм усреднения «скользящее среднее» глубиной `vrms_peak_peak_aver_size`. Только после усреднения значение размаха «пик-пик» участвует в расчете коэффициента формы сигнала и доступно для вывода на ЖКИ.

Расчет коэффициента формы сигнала производится по формуле: $K = \frac{Va}{Vrms}$

Где: K – коэффициент формы;
Va – размах виброскорости «пик-пик»;
Vrms – Общее СКЗ виброскорости (10 – 1000) Гц;

Из формулы видно, что если значение общего СКЗ будет равно нулю (что теоретически вероятно), то коэффициент формы должен быть равен бесконечности. Для предотвращения подобных ситуаций введен параметр:

`vrms_min_peak_peak` – минимальный допустимый уровень общего СКЗ для вычисления коэффициента формы сигнала.

Если уровень общего СКЗ виброскорости меньше `vrms_min_peak_peak`, то значение коэффициента формы сигнала принимается равным нулю и устанавливается в '1' флаг `VRMS_ABSENT` – слишком малый уровень общего СКЗ, который может также использоваться для детектирования работоспособности канала измерения и датчика.

Амплитуда и фаза виброперемещения 1-й оборотной составляющей

Амплитуда и фаза виброперемещения 1-й оборотной составляющей вычисляется на основе полученных значений СКЗ и фазы 1-й оборотной составляющей виброскорости.

Вычисления параметров виброперемещения выполняются только при наличии импульсов синхронизации, в противном случае значения принимаются равными нулю.

Т.к. фаза и СКЗ 1-й составляющей виброскорости уже усреднены, то алгоритм вычисления виброперемещения не имеет буфера усреднения.

Амплитуда виброперемещения вычисляется по формуле: $S_1 = \frac{Vrms_1 \cdot 0.450158}{f}$

СКЗ виброскорости (мм/с) пересчитывается в двойную амплитуду виброперемещения (мм).

Для получения фазы 1-й оборотной виброперемещения к фазе 1-й оборотной виброскорости прибавляется 90°. Вычисленное значение фазы виброперемещения приводится к формату 0° до 360°.

После «Холодного старта» модуля все измеряемые параметры вибрации имеют размерность АЦП. При работе модуля в формулах расчета параметров применяется значение АЦП, умноженное на 4, что должно учитываться при вычислении расчетных коэффициентов.

Значение АЦП после «Холодного старта» представлено в формате ##.## с десятичной точкой посередине.

В программе настройки модуля МК30 предусмотрены средства, упрощающие вычисления коэффициентов (дополнительную информацию смотрите в описании на соответствующее программное обеспечение).

Модуль МК21 – измерение абсолютной вибрации ротора

Принципы измерения модуля МК21 аналогичны модулям МК20 и МК30.

К каналу 1 модуля МК21 должен быть подключен вихретоковый датчик относительного виброперемещения ротора (типа ДВТ10 - ИП34). Настройка и работа канала измерения 1 (относительное виброперемещение ротора) аналогична каналам измерения модуля МК20.

К каналу 2 модуля МК21 должен быть подключен инерционный датчик виброскорости (типа ДПЭ22МВ). Настройка и работа канала измерения 2 (абсолютное СКЗ виброскорости вкладыша) аналогична каналам измерения модуля МК30. Датчики канала 1 и канала 2 должны быть расположены максимально близко к друг другу (оптимальное размещение – на одной оси).

Третий канал модуля МК21, абсолютное виброперемещение вкладыша, является расчетным (интегрирование сигнала виброскорости). При интегрировании выравнивается АФЧХ канала измерения виброскорости по сравнению с каналом относительного виброперемещения ротора. Третий канал МК21 содержит тот же набор измеряемых параметров, что и канал измерения относительного виброперемещения ротора, за исключением: вычисления зазора и тока датчика.

Четвертый канал модуля МК21, абсолютное виброперемещение ротора, является расчетным – векторное сложение сигналов относительного виброперемещение ротора (канал 1) и абсолютного виброперемещения вкладыша (канал 3). Четвертый канал МК21 содержит тот же набор измеряемых параметров, что и канал измерения относительного виброперемещения ротора, за исключением: вычисления зазора и тока датчика.

Физические каналы измерения 3, 4 модуля МК21 не используются, тест датчика по данным каналам измерения не проводится.

Хотя, модуль МК21 имеет большое количество математических расчетов, время обновление результатов составляет 1 с. Основное назначение модуля МК21 – диагностические исследования вибрационного состояния агрегата, однако в МК21 предусмотрены силовые логические выходы для реализации защитных функций.

В модуле МК21 расчет оборотных составляющих аналогичен модулям МК20, МК30. При отсутствии импульсов синхронизации оборотные составляющие не вычисляются и принимаются равными нулю, остальные параметры вибрации продолжают вычисляться.

При обнаружении неисправности канала измерения 2 (абсолютное СКЗ виброскорости вкладыша) вычисление параметров вибрации абсолютного виброперемещения опоры (канал 3) не производится и они принимаются равными нулю.

При обнаружении неисправности каналов измерения 1 (относительное виброперемещение ротора) или 2 (абсолютное СКЗ виброскорости вкладыша) вычисление параметров вибрации абсолютного виброперемещения ротора (канал 4) не производится и они принимаются равными нулю.

Калибровку согласования АФЧХ рекомендуется выполнять на вибростенде, на котором возможно одновременное закрепление вихретокового датчика относительного виброперемещения и инерционного датчика СКЗ виброскорости.

При выполнении калибровки согласования АФЧХ каналов измерения относительного виброперемещения ротора (канал 1) и абсолютного виброперемещения вкладыша (канал 3) необходимо наличие импульсов синхронизации от испытательного стенда. Калибровка проводится на нескольких частотах (10 Гц, 20 Гц, 30 Гц, 40 Гц, 50 Гц, 60 Гц, 70 Гц, 80 Гц, 90 Гц, 100 Гц, 150 Гц, 200 Гц, 250 Гц) для каждой пары датчиков разного типа. Точность установки частоты должна быть не хуже 0.05 Гц.

Для каждой контрольной точки частоты калибровки регистрируется разность по амплитуде и фазе основной гармоники вибрации. При работе модуля таблица калибровки АФЧХ используется для выравнивания АФЧХ между каналами измерения по правилам кусочно-линейной аппроксимации.

Для учета конструкции датчиков и способа их закрепления на вкладыше подшипника в модуле МК21 предусмотрена возможность настройки постоянного корректирующего коэффициента амплитуды сигнала и постоянного значения изменения фазы сигнала абсолютного виброперемещения вкладыша (канал 3).

Т.к. АФЧХ канала абсолютного виброперемещения вкладыша (канал 3) согласуется с каналом относительного виброперемещения ротора (канал 1), то расчетные коэффициенты параметров вибрации каналов 3 и 4 могут быть взяты из вычисленных значений коэффициентов для канала 1. Однако, рекомендуется выполнять определение расчетных коэффициентов по каналам 3,4 также с помощью вибростенда.

Вычисление коэффициентов и выполнение калибровки согласования АФЧХ производится с помощью специализированного программного обеспечения, поставляемого вместе с модулем МК21.

БИ24 – модуль удаленной индикации

Измерение частоты

В модуле БИ24 предусмотрена функция измерения частоты (Об/мин) с детектированием останова. Измеренное значение частоты может быть считано по интерфейсам RS485 или I2C.

Для измерения частоты необходимо настроить следующие параметры:

- Разрешить измерение частоты;
- Выбрать активный фронт импульсов на входе микроконтроллера (передний/задний);
- Установить период измерения частоты с дискретностью в 0.5 с (от 0.5 до 99.5 с);
- Установить тайм-аут для детектирования останова в периодах измерения частоты (от 1 до 255);
- Выбрать формат вывода частоты на индикатор (Об/мин или тысОб/мин);
- Настроить сообщение, выводимое на индикатор при детектировании останова.

Измерение частоты основывается на измерении времени между активными фронтами импульсов синхронизации. Фактически измеряется период импульсов синхронизации, а затем полученное значение периода пересчитывается в частоту (Об/мин). Значение периода синхроимпульсов (число счетных импульсов) усредняется за установленный период измерения. Если за период измерения был зафиксирован один или менее периодов синхросигнала, то в вычислении частоты участвует один период синхросигнала без усреднения.

Если за установленное число периодов измерения не было зафиксировано ни одного периода синхросигнала, то считается, что синхроимпульсов нет – режим останова. В режиме останова на индикаторе отображается заранее подготовленная информация (Например, *STOP*).

Минимально измеряемая частота может быть рассчитана исходя из значения параметров: период измерения частоты $T_{изм}$; Тайм-аут детектирования останова $T_{стоп}$.

$$F_{min} = \frac{60}{T_{изм} \cdot T_{стоп}}$$

Например, в настройках по умолчанию период измерения равен 2 с, а тайм-аут равен 10. Следовательно минимально измеряемая частота $F_{min} = 3$ Об/мин.

Для выхода из режима останова необходимо, чтобы частота синхроимпульсов стала больше, чем расчетная минимально измеряемая частота.

Вне зависимости от того какой режим вывода частоты на индикатор установлен частота всегда измеряется в Об/мин. Максимально допустимое значение частоты (математическое ограничение алгоритма вычислений) 65535 Об/мин.

После каждого периода измерений новое вычисленное значение частоты передается на индикатор (период обновления данных на индикаторе равен периоду измерения частоты).

Если измерение частоты выключено, то значение частоты принимается равным нулю, а само измерение частоты (включая работу 16-разрядно счетчика) заблокировано.

При включении функции измерения частоты вывод информации на индикаторы по командам с внешних интерфейсов связи (RS485, CAN2.0B) заблокирован.

Входная цепь измерения частоты

Входная цепь измерения частоты разработана таким образом, что возможна подача импульсного сигнала от различных источников:

- Активный положительный импульс тока
- Выход с открытым коллектором, активный уровень – нуль
- Импульсы напряжения

Дополнительно, программно можно выбрать активный фронт импульса на входе микроконтроллера RC2/CCP1. Вывод микроконтроллера, на который подаются импульсы синхронизации, имеет входной буфер Шмитта.

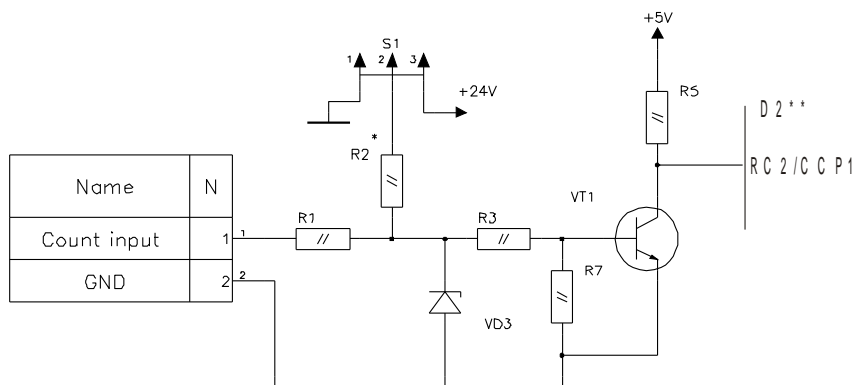


Рисунок 12. Схема импульсного входа БИ24

Положением переключки на S1 определяется режим работы импульсного входа.

Режим работы – импульсы напряжения

В режиме работы, когда синхроимпульсы представляют собой импульсы напряжения, переключатель S1 должна быть снята, резистор R2 отключен. В этом режиме транзистор VT1 надежно откроется уже при напряжении на входе (1 — 1.5) В. Транзистор VT1 закроется при напряжении на входе менее 0.6 В.

Защитный стабилитрон VD3 ограничивает максимальный уровень входного сигнала до 27 В.

При выборе активного фронта сигнала необходимо учитывать, что на транзисторе VT1 происходит инверсия сигнала, а активный фронт в настройках устанавливается по отношению к входу микроконтроллера.

Режим работы – положительный импульс тока

В этом режиме резистор R2 должен быть подключен к земле (переключатель S1 в положении 1-2).

На резисторе R2 происходит преобразование токового сигнала в импульсы напряжения. Как и для режима с импульсами по напряжению необходимо учитывать уровни напряжения открытия и закрытия транзистора VT1.

Например. Пусть постоянная составляющая импульсов тока равна 1мА, а активные импульсы тока 5 мА. При сопротивлении резистора R2 равным 300 Ом постоянная составляющая по напряжению 0.3 В, что достаточно для закрытия VT1. При импульсе тока 5 мА напряжение на резисторе R2 равно 1.5 В, что достаточно для открытия VT1.

Режим работы – активный уровень нуля

Если источник синхроимпульсов имеет выход с открытым коллектором и активным низким логическим уровнем, то резистор R2 должен быть подключен к +24 В (переключатель S1 в положении 2-3).

Сопротивление R2 не должно быть слишком малым, чтобы не нагружать выход источника синхроимпульсов большим током при активном сигнале, а также, чтобы линия связи оказывала минимальное влияние на преобразование тока в напряжение.

При активном сигнале (для этого режима работы) желательно, чтобы уровень напряжения на базе VT1 не превышал 0.3В для надежного закрытия VT1.

Сопротивление резистора R2 не должно быть слишком высоким, чтобы случайный шум в линии связи не привел к самопроизвольному открытию VT1 и неправильному вычислению частоты. Рекомендованное значение R2 для данного режима работы от 1 кОм до 10 кОм.

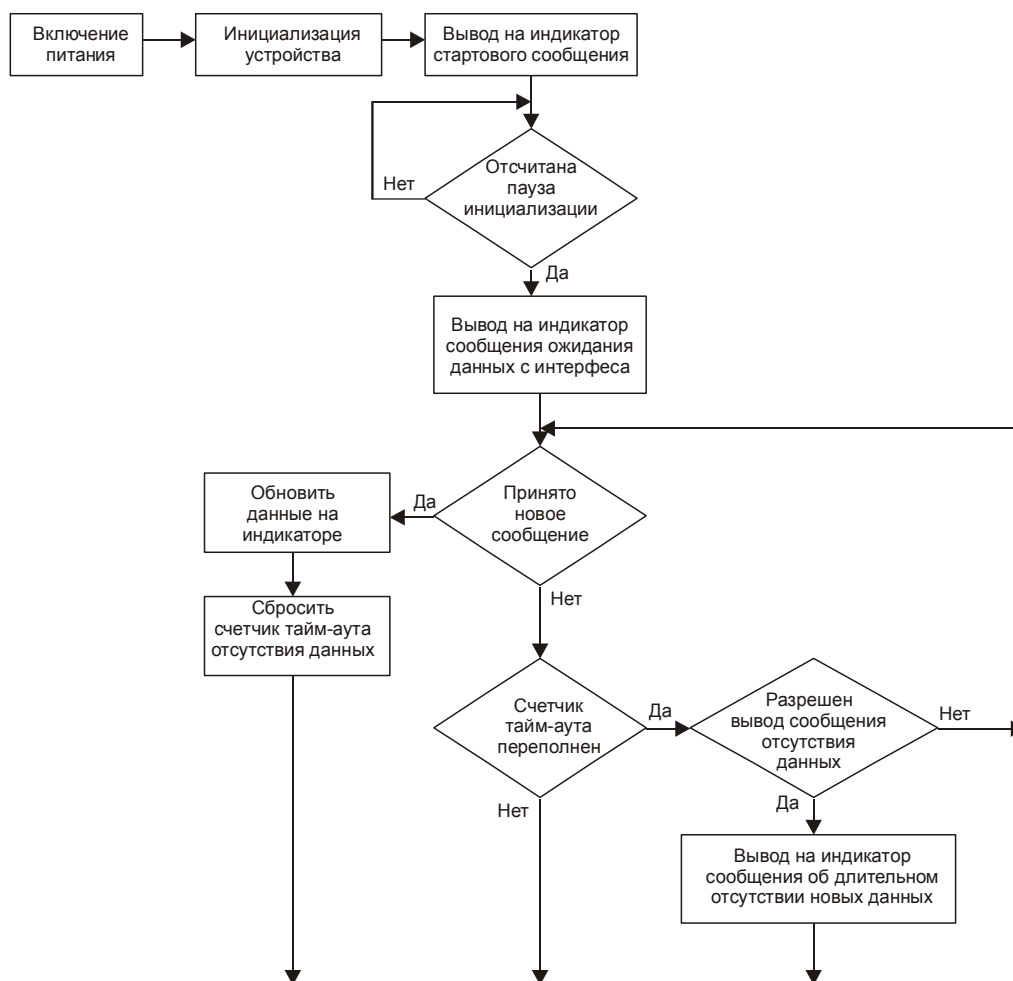


Рисунок 13. Алгоритм работы платы BI24 в режиме вывода данных на индикатор внешними командами

Выходы внешней сигнализации

В модулях аппаратуры «Вибробит 300» предусмотрены логические выходы ОК с высокой нагрузочной способностью и унифицированные токовые выходы (4-20) мА.

Большинство параметров работы выходов внешней сигнализации устанавливаются при настройке модулей, что позволяет оптимально построить систему защиты оборудования.

Силовые логические выходы с ОК

Модули МК20, МК21, МК30

В модулях МК20, МК21, МК30 предусмотрено 80 источников сигнализации (16 по каждому каналу (64) + 16 общесистемных). Каждый из 80 источников сигнализации представляется в виде логического сигнала, подаваемого на вход программно реализованной логической матрицы. Выходом логической матрицы является 11 независимых силовых ключей ОК.

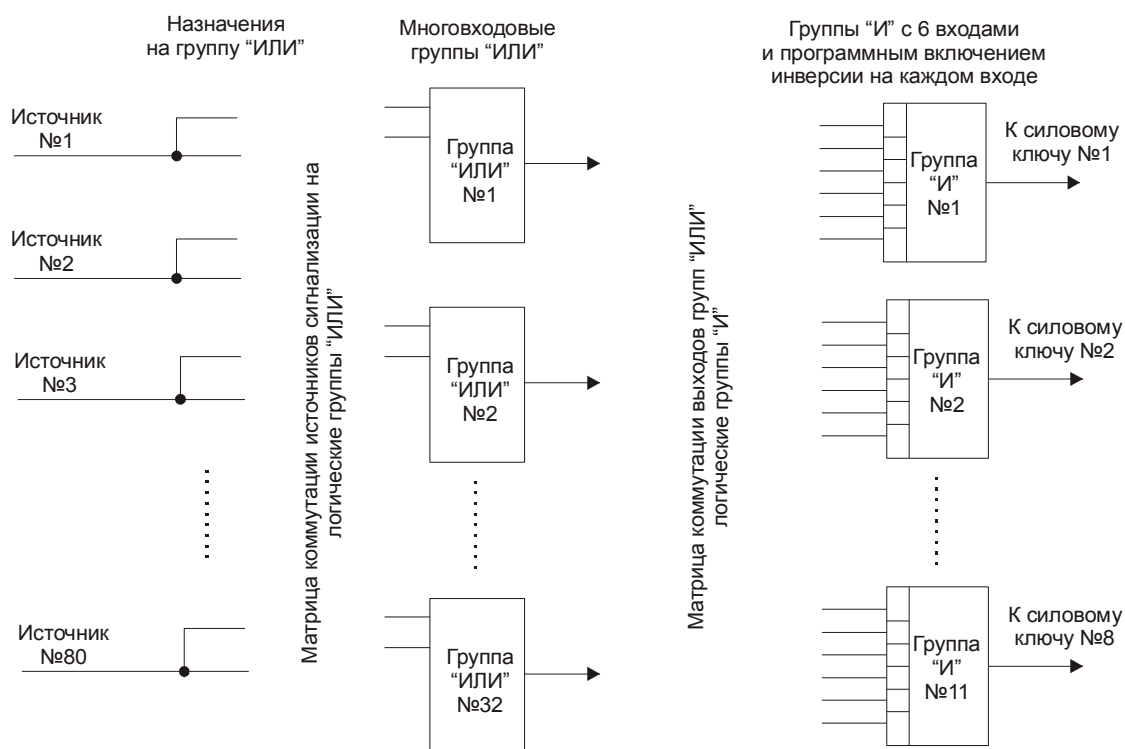


Рисунок 14. Структурная схема программной матрицы логической сигнализации

Каждый из источников сигнализации может быть назначен на 2 любые из 32 возможных группы «ИЛИ» (Также допускается не назначать источник сигнализации на ни одну из групп). Логические группы «ИЛИ» сделаны таким образом, что могут иметь неограниченное число источников сигнализации.

Если на входы группы «ИЛИ» не назначен ни один из источников, то на выходе этой группы всегда будет присутствовать лог. 0. Если один из назначенных сигналов на входе имеет лог. 1, то на выходе данной группы будет установлен лог. 1.

Силовые ключи управляются с выхода соответствующих групп «И» с шестью входами и программным включением инверсии по каждому из входов. Настройка заключается в назначении подключения каждого входа группы «И» к выходу логической группы «ИЛИ» и включению/выключению инверсии сигнала на входе группы «И».

Если на входы группы «И» не назначена ни одна группа «ИЛИ», то данный вход группы «И» не влияет на управление силовым ключом. Если на группу «И» не назначена ни одна группа «ИЛИ», то на выходе соответствующей группы «И» всегда будет присутствовать лог. 0 (силовой ключ закрыт).

Условием включения силового ключа является наличие активных уровней сигнала на всех назначенных входах соответствующей группы «И» (1 для прямых входов, 0 для инверсных входов).

Двенадцатый логический выход зарезервирован для сигнализации неисправности модулей МК20, МК30. Если при тесте после сброса модуля обнаружена фатальная ошибка, то:

- Работа модуля блокируется;
- На 12 логическом выходе присутствует активный уровень сигнала;
- Работа остальных логических выходов заблокирована.

Для настройки логической сигнализации предусмотрены следующие параметры:

- buff_or_dest_matrix_1 – матрица 1 назначения источников сигнализации на группы «ИЛИ»;
- buff_or_dest_matrix_2 – матрица 2 назначения источников сигнализации на группы «ИЛИ»;
- buff_and_source_matrix – матрица назначения входов групп «И» на выходы групп «ИЛИ».

Матрицы buff_or_dest_matrix_1, buff_or_dest_matrix_2 имеют по 80 элементов, размерность соответствует числу источников сигнализации. Если значение элемента матрицы равно 0 или больше 32, то данная сигнализация не назначена ни на одну из групп «ИЛИ».

Матрица buff_and_source_matrix имеет размерность 11x6, что соответствует 11 групп «И» по 6 входов. Если элемент матрицы равен 0 или больше 32, считается, что соответствующий вход группы «И» никуда не подключен и не участвует в управлении силовым ключом. Бит 15 матрицы buff_and_source_matrix указывает на инверсию входа. Если бит 15 равен 1, то соответствующий вход буфера «И» инверсный.

Таблица 12. Список и номера сигнализации по работе каналов измерений модуля МК20

Канал №1	Канал №2	Канал №3	Канал №4	Обозначение	Наименование сигнализации
0	16	32	48	ERR_CRC_BASIC_BANK	Ошибка чтения параметров работы канала из основной секции энергонезависимой памяти
1	17	33	49	ERR_CRC_TWO_BANK	Ошибка чтения параметров работы канала из основной и резервной секции энергонезависимой памяти
2	18	34	50	SENSE_ERROR_MIN	Ток датчика меньше нижней уставки
3	19	35	51	SENSE_ERROR_MAX	Ток датчика больше верхней уставки
4	20	36	52	S_POINT_1	Виброперемещение (5-500) Гц больше 1-й уставки
5	21	37	53	S_POINT_2	Виброперемещение (5-500) Гц больше 2-й уставки
6	22	38	54	S_POINT_3	Виброперемещение (5-500) Гц больше 3-й уставки
7	23	39	55	S_LP_POINT	НЧ виброперемещения больше уставки
8	24	40	56	JUMP_S	Обнаружен «скачок» виброперемещения (5-500) Гц
9	25	41	57	JUMP_S_1F	Обнаружен «скачок» виброперемещения 1-й оборотной составляющей
10	26	42	58	JUMP_PHASE_1F	Обнаружен «скачок» фазы 1-й оборотной составляющей виброперемещения
11	27	43	59	WRITE_PARAM	Флаг выполнения записи параметров канала измерения в энергонезависимую память
12	28	44	60	-	Резерв
13	29	45	61	-	Резерв
14	30	46	62	-	Резерв
15	31	47	63	ERR_FREQUENCY	Ошибка импульсов синхронизации

Таблица 13. Список и номера сигнализации по работе каналов измерений модуля МК21

Канал №1	Канал №2	Канал №3	Канал №4	Обозначение	Наименование сигнализации
0	16	32	48	ERR_CRC_BASIC_BANK	Ошибка чтения параметров работы канала из основной секции энергонезависимой памяти
1	17	33	49	ERR_CRC_TWO_BANK	Ошибка чтения параметров работы канала из основной и резервной секции энергонезависимой памяти
2	18	34	50	SENSE_ERROR_MIN	Ток датчика меньше нижней уставки (только для каналов 1, 2)
3	19	35	51	SENSE_ERROR_MAX	Ток датчика больше верхней уставки (только для каналов 1, 2)
4	20	36	52	DATA_POINT_1	Общий уровень вибрации выше 1-й уставки
5	21	37	53	DATA_POINT_2	Общий уровень вибрации выше 1-й уставки
6	22	38	54	DATA_POINT_3	Общий уровень вибрации выше 1-й уставки
7	23	39	55	DATA_LP_POINT	НЧ вибрация выше уставки
8	24	40	56	JUMP_DATA	Обнаружен «скачок» общего уровня вибрации
9	25	41	57	JUMP_DATA_1F	Обнаружен «скачок» вибрации 1-й оборотной составляющей
10	26	42	58	JUMP_PHASE_1F	Обнаружен «скачок» фазы 1-й оборотной составляющей вибрации
11	27	43	59	WRITE_PARAM	Флаг выполнения записи параметров канала измерения в энергонезависимую память
12	28	44	60	FLAG_ERROR	Вычисления параметров по данному каналу измерения не производятся
13	29	45	61	-	Резерв
14	30	46	62	DATA_ABSENT	Малый уровень вибрации
15	31	47	63	ERR_FREQUENCY	Ошибка импульсов синхронизации

Таблица 14. Список и номера сигнализации по работе каналов измерений модуля МК30

Канал №1	Канал №2	Канал №3	Канал №4	Обозначение	Наименование сигнализации
0	16	32	48	ERR_CRC_BASIC_BANK	Ошибка чтения параметров работы канала из основной секции энергонезависимой памяти
1	17	33	49	ERR_CRC_TWO_BANK	Ошибка чтения параметров работы канала из основной и резервной секции энергонезависимой памяти
2	18	34	50	SENSE_ERROR_MIN	Ток датчика меньше нижней уставки
3	19	35	51	SENSE_ERROR_MAX	Ток датчика больше верхней уставки
4	20	36	52	VRMS_POINT_1	Общее СКЗ виброскорости больше 1-й уставки
5	21	37	53	VRMS_POINT_2	Общее СКЗ виброскорости больше 2-й уставки
6	22	38	54	VRMS_POINT_3	Общее СКЗ виброскорости больше 3-й уставки
7	23	39	55	VRMS_LP_POINT	НЧ СКЗ виброскорости больше уставки
8	24	40	56	JUMP_VRMS	Обнаружен «скачок» общего СКЗ виброскорости
9	25	41	57	JUMP_VRMS_1F	Обнаружен «скачок» СКЗ 1-й оборотной сост. виброскорости
10	26	42	58	JUMP_PHASE_1F	Обнаружен «скачок» фазы 1-й оборотной сост. виброскорости
11	27	43	59	WRITE_PARAM	Флаг выполнения записи параметров канала измерения в энергонезависимую память
12	28	44	60	-	Резерв
13	29	45	61	-	Резерв
14	30	46	62	VRMS_ABSENT	Слишком малый уровень общего СКЗ виброскорости
15	31	47	63	ERR_FREQUENCY	Ошибка импульсов синхронизации

Таблица 15. Список и номера системной сигнализации модулей МК20, МК30

№ сигнализации	Обозначение	Наименование сигнализации
64	ERR_EXT_EEPROM	Ошибка теста энергонезависимой памяти
65	ERR_EXT_SRAM	Ошибка теста внешнего ОЗУ
66	ERR_EXT_ADC_DAC	Ошибка микросхем АЦП, ЦАП
67	ERR_LOAD_SYS_CONF	Ошибка чтения параметров системы из энергонезависимой памяти
68	LOAD_SYS_CONF_RESERV_BANK	Загрузка системных параметров из резервного банка EEPROM
69	NOT_SYNC_PULSE_1	Нет импульсов по каналу синхронизации 1
70	NOT_SYNC_PULSE_2	Нет импульсов по каналу синхронизации 2
71	ERR_SYNC_PULSE_MIN	Слишком низкая частота импульсов синхронизации
72	ERR_SYNC_PULSE_MAX	Слишком высокая частота импульсов синхронизации
73	WORK_STAB_MODE	Режим стабилизированной работы
74	-	Резерв
75	EEPROM_WR_PROTECT	Защита записи в EEPROM
76	ERR_CAN_BUS	Ошибка интерфейса CAN2.0B
77	START_DEVICE	Стартовая инициализация устройства
78	LOGIC_OUT_DISABLE	Команда блокировки выходной сигнализации
79	FLASH_BIT	Переключаемый бит с периодичностью 0.5 с

Унифицированные токовые выходы 4-20мА

Модули МК20, МК30 и МК21 содержат несколько унифицированных токовых выходов с возможностью программной настройки параметров их работы. Унифицированные выходы разных модулей имеют незначительные отличия, но принцип работы остается неизменным для всех модулей.

Таблица 16. Параметры унифицированных выходов модулей контроля

Тип модуля	Число униф. выходов	Макс. значение ЦАП	Примечание
МК20	4	4095	Выходы могут быть назначены для любого канала измерения и типа измеряемого параметра
МК21	6	3000	
МК30	4	4095	

Примечание. Все унифицированные выходы рассчитаны на выходной ток максимум 20 мА.

Модули МК20, МК30

- `mode_work` – режим работы:
 - биты 7-0 – тип параметра;
 - биты 14-8 – номер канала измерения;
 - биты 15 – разрешение работы аналогового выхода.
- `zero_offset` – смещение нуля.
- `coeff_out_a`, `coeff_out_b` – коэффициенты расчета значения ЦАП;

Дополнительные информационные данные, не участвующие в работе выхода:

- `Dmin`, `Dmax` – желаемый диапазон значения параметра.
- `Imin`, `Imax` – желаемый диапазон выходного тока.
- `Imax_out` – максимальный ток выхода при максимальном значении ЦАП, вспомогательное значение.

В силу не идеальности применяемых компонентов начальный ток (при значении ЦАП равном 0) и максимальный ток унифицированного выхода (при максимальном значении ЦАП) могут варьироваться в небольших пределах, поэтому требуется индивидуальная настройка каждого аналогового выхода.

Схемотехника аналогового выхода искусственно смещает начальную точку ниже нуля (Рисунок 15, линия А), предотвращая начальное смещение выше нуля вследствие не идеальности применяемых компонентов.

Предлагается две методики определения коэффициентов унифицированных выходов. Настройку унифицированного выхода необходимо выполнять с помощью специализированной программы, включенной на персональном компьютере, или диагностического прибора, подключенного к модулю контроля по цифровым интерфейсам связи (дополнительную информацию смотрите в описании на соответствующее программное обеспечение).

Метод коррекции нуля унифицированного выхода

Вначале настройки унифицированного выхода требуется скорректировать начальную точку, экспериментально подобрав значение `zero_offset`, и определить максимальный ток выхода при максимальном значении ЦАП, значение `Imax_out`.

Порядок коррекции нуля и определения максимального тока унифицированного выхода (значения коэффициентов `coeff_out_a`, `coeff_out_b` должны равняться нулю):

1. Подключите миллиамперметр к испытуемому токовому выходу, включенный на диапазон, наиболее подходящий для измерения тока 20 мА.
2. Установите значение `zero_offset` равное максимальному значению ЦАП для данного модуля.
3. Ток, показываемый миллиамперметром, и есть максимальный ток аналогового выхода (параметр `Imax_out`).
4. Установите значение `zero_offset` равное 0.
5. Переключите миллиамперметр в диапазон с максимальной чувствительностью.
6. Последовательно увеличивайте значение `zero_offset`, пока миллиамперметр не покажет наличие тока на аналоговом выходе.
7. Текущее значение `zero_offset` минус 1 и есть истинное значение смещения нуля (Рисунок 15, линия В).

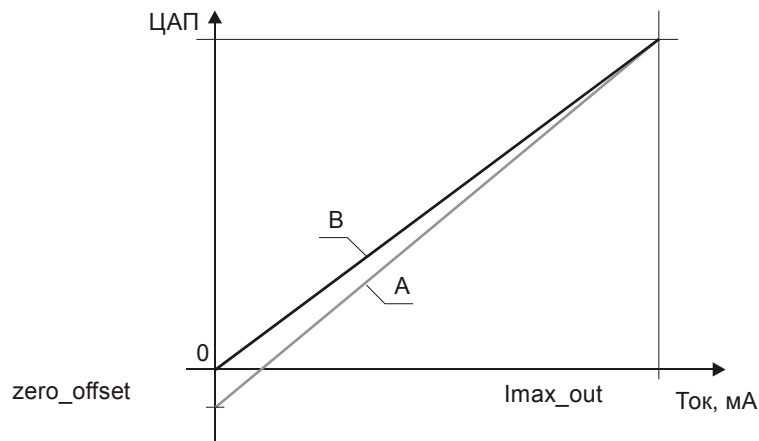


Рисунок 15. Передаточная функция аналогового выхода

Коррекция нуля уменьшает диапазон значений ЦАП унифицированном выходе на значение `zero_offset`.

После определения физических характеристик аналогового выхода можно рассчитать коэффициенты `coeff_out_a`, `coeff_out_b`.

Значение ЦАП, передаваемое на аналоговый выход, рассчитывается программой микроконтроллера по формуле:

$$\text{ЦАП} = \text{zero_offset} + \text{coeff_out_a} + \text{coeff_out_b} \cdot \text{data}$$

Если вычисленное значение ЦАП больше максимальное значение, в ЦАП передается максимально возможное значение (Таблица 16).

Пример расчета коэффициентов

Рассмотрим пример расчета коэффициентов `coeff_out_a`, `coeff_out_b` для модуля МК10.

Предположим, что экспериментальным путем удалось определить, что:

- Максимальный ток аналогового выхода `Imax_out`.....21 мА
- Смещение нуля аналогового выхода `zero_offset`.....20

Ток аналогового выхода должен соответствовать:

- 4 мА – смещению 0 мм;
- 20 мА – смещению 2 мм.

В расчетах необходимо использовать усеченный диапазон ЦАП на значение смещения нуля `zero_offset` ($4095 - 20 = 4075$).

Определим значение ЦАП для токов 4 мА и 20 мА по формуле:

$$\text{ЦАП} = \frac{(4075 - \text{zero_offset}) \cdot I}{I_{\text{max_out}}}$$

- Значение ЦАП для тока 4 мА равно 776;
- Значение ЦАП для тока 20 мА равно 3879.

Запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} 776 = \text{coeff_out_a} + \text{coeff_out_b} \times 0; \\ 3879 = \text{coeff_out_a} + \text{coeff_out_b} \times 2. \end{cases}$$

Решая систему уравнений, получаем значения коэффициентов:

- `coeff_out_a` = 776;
- `coeff_out_b` = 1551.5.

Экспериментальный метод

Суть данной методики заключается в том, что, изменяя значение параметра `zero_offset`, когда коэффициенты `coeff_out_a`, `coeff_out_b` равны нулю, определяются значения ЦАП, соответствующие границам диапазона унифицированного выхода 4 мА и 20 мА (к унифицированному выходу должен быть подключен миллиамперметр).

Затем параметр `zero_offset` устанавливается равным нулю, а по определенным значениям ЦАП границ диапазона измерения и соответствующего диапазона параметра вибрации рассчитываются коэффициенты `coeff_out_a`, `coeff_out_b` унифицированного выхода, как показано в примере для модуля МК10.

Интерфейсы управления

Модуль аппаратуры «Вибробит 300» поддерживает три независимых интерфейса управления:

- Интерфейс RS485 с частичной реализацией протокола ModBus RTU (достаточной для управления модулями);
- Поддержка интерфейса CAN2.0B (только расширенные сообщения);
- Ведомый интерфейс SPI/I2C для настройки параметров работы модуля со специализированного прибора или ПК.

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

Внимание. Источник питания, импульсный вход для измерения частоты, микросхема драйвера RS485 и микросхема драйвера CAN **не имеют гальванической развязки**. Модули с гальванической развязкой интерфейсов связи и питания изготавливаются по дополнительному согласованию.

Интерфейс RS485

Для работы по интерфейсу RS485 на плате модулей предусмотрена микросхема полудуплексного драйвера шины RS485. Обмен данных по интерфейсу RS485 выполняется согласно протоколу ModBus RTU с возможностью настройки скорости обмена (6 стандартных скоростей) и адреса модуля на шине.

Для запрета изменения параметров работы модулей предусмотрен флаг 'Разрешение настройки параметров по интерфейсу RS485'. Если флаг не нуль, то запрещены любые изменения параметров, командами с шины RS485.

Основные параметры данных при обмене по интерфейсу RS485:

Формат данных..... без бита паритета, 2 стоповых бита
 Пауза в обмене для обнаружения завершения сообщения..... 3.5 байта
 Поддерживаемые скорости обмена (бит/с)..... 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200

Примечание. На плате модулей предусмотрен терминатор шины RS485. Если модуль включается последним на шине RS485, а на шине отсутствует штатный терминатор 120Ом, то для нормальной работы интерфейса RS485 перемычка, включающая терминатор шины, на плате модуля должна быть установлена.

Настройка параметров работы модуля по протоколу ModBus

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

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

Управляющие команды для модулей (запись в управляющие регистры) производится командой **Preset Single Registers.**

При приеме неправильной или некорректной команды формируется сообщение об ошибке, если совпал адрес устройства и контрольная сумма правильная:

Формат сообщения об ошибке:

Адрес устройства
 Код функции с установленным в '1' старшим битом
 Код ошибки
 Контрольная сумма CRC мл. байт
 Контрольная сумма CRC ст. байт

Таблица 17. Возможные коды ошибок

Код	Название	Описание	Примечания
0x01	ILLEGAL FUNCTION	Неверный код функции	
0x02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Недопустимый адрес регистра	
0x03	ILLEGAL DATA VALUE	Недопустимое записываемое значение	
0x07	NEGATIVE ACKNOWLEDGE	Команда не может быть выполнена	Возвращается при невозможности выполнения команды
0x09	ILLEGAL SIZE COMMAND	Код функции и длина принятого сообщения не соответствуют	Такого кода нет в стандартном протоколе ModBus. Код взят из не зарезервированных значений

Поддерживаемые команды протокола ModBus

Таблица 19. Реализованные команды протокола ModBus

Код	Название, описание	Запрос	Ответ	Примечания
0x03	Read Holding Registers Чтение регистров настройки	Адрес устройства Функция 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 Счетчик байт Данные ст. байт Данные мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	
0x06	Preset Single Registers Запись в регистр	Адрес устройства Функция Адрес ст. байт Адрес мл. байт Данные ст. байт Данные мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция Адрес ст. байт Адрес мл. байт Данные ст. байт Данные мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	В модулях контроля применяется для записи в управляющие регистры. В модуле БИ24 для применяется для настройки параметров работы
0x10	Preset Multiple Regs Запись в несколько регистров	Адрес устройства Функция 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 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	В модулях контроля для записи параметров. В модуле БИ24 для вывода данных на индикатор
0x11	Report Slave ID Чтение идентификатора и счетчиков событий	Адрес устройства Функция CRC мл. байт CRC ст. байт	Для модуля БИ24 Адрес устройства Функция Счетчик байт Идентиф. Устр-ва Индикатор пуска Тип модуля Сч.правил.ком ст.байт Сч.правил.ком мл.байт Сч.ошиб.ком ст.байт Сч.ошиб.ком мл.байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Идентиф. Устр-ва – 0x11 Индикатор пуска – 0xFF Тип модуля – программируется пользователем (по умолчанию 0x50)
			Для модуля контроля Адрес устройства Функция Счетчик байт Идентиф. Устр-ва Индикатор пуска Версия ПО ст.байт Версия ПО мл.байт Номер модуля ст.байт Номер модуля мл.байт Год выпуска ст.байт Год выпуска мл.байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Идентиф. Устр-ва: 10 – МК10 20 – МК20 30 – МК30 40 – МК40 Индикатор пуска – 0xFF В годе выпуска старший байт всегда равен нулю
0x08	Diagnostics Сброс платы	Адрес устройства Функция Подфункция ст. байт Подфункция мл. байт Данные ст. байт Данные мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция Подфункция ст. байт Подфункция мл. байт Данные ст. байт Данные мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	В модуле БИ24 поддержи- вается только подфункция 0x0001 – выполнить сброс модуля БИ24

Поддерживаемые модулями контроля диагностические команды:

- 0x0000 – эхо ответ;
- 0x0001 – сброс счетчиков протокола ModBus и вывод из режима Listen Only;
- 0x0004 – включить режим Listen Only;
- 0x000A – сброс счетчиков протокола ModBus;
- 0x000B – передать число принятых сообщений;
- 0x000C – передать число сообщений с ошибками контрольной суммы;
- 0x000D – передать число сообщений с ошибками.

Вычисление контрольной суммы в сообщениях

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

Особенности управления модулями МК10, МК40

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

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

Если при чтении запрошено нечетное количество байт, ответ будет содержать четное число байт (на один больше, чем запрошено). При записи нечетного количества байт всегда должно передаваться четное число байт данных (на один больше, чем требуется), но реально в параметры будет записано требуемое число байт.

Максимальный объем записываемых/читаемых данных для модуля МК10 – 64 байта (32 слова); для модуля МК40 – 50 байт (25 слов).

Особенности управления модулями МК20, МК21, МК30

Адресация регистров параметров работы и состояния модулей всегда выравнивается по 16-разрядным словам (в запросе бит 0 начального адреса (младший байт) всегда должен равняться нулю). Параметр «Количество регистров» в командах ModBus указывается в байтах.

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

Максимальный объем записываемых/читаемых данных – 200 байта (100 слов).

Особенности управления модулем БИ24

Адресация регистров параметров работы и состояния модуля не имеет выравнивания по 16-разрядным словам (в запросе бит 0 начального адреса (младший байт) может иметь любое значение).

При записи/чтении параметров работы и состояния модуля данные передаются в соответствии с требованиями стандарта ModBus ст. байт, затем мл. байт, но старший байт всегда равен нулю.

Максимальный объем читаемых данных – 10 управляющих регистров.

Вывод информации на индикатор модуля БИ24 по протоколу ModBus

Вывод информации осуществляется командой **Preset Multiple Regs**. Формат сообщения определяется адресом регистров, передаваемых в команде. При нормальном выполнении команды сбрасывается счетчик тайм-аута отсутствия данных с интерфейсов связи. Платой БИ24 поддерживаются три формата сообщений:

- Прямая запись в сегменты индикатора;
- Символьная последовательность (допустимы символы '0' – '9', '-', '.', ':', ',');
- Число типа unsigned int (не более 9999) и номер сегмента, в котором установить точку.

Таблица 18. Вывод данных на индикатор (адреса и формат сообщений)

Адрес	Тип сообщения	Формат сообщения	Примечание
0x100	Запись числа типа unsigned int до 9999 с указанием номера цифры, в которой установить точку	Адрес устройства Функция (0x10) Адрес ст. байт (0x01) Адрес мл. байт (0x00) Кол-во.рег. ст.байт (любое) Кол-во.рег. мл.байт (любое) Счетчик байт (0x04) Число INT ст.байт Число INT мл.байт Номер точки ст. байт Номер точки мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Если переданное число больше 9999, то выводится значение 9999. Если номер цифры с точкой равен 0 или больше 4, то точка не выводится. Не значащие нули в этом режиме сообщения выводятся на индикатор.
0x110	Прямая запись в сегменты индикатора	Адрес устройства Функция (0x10) Адрес ст. байт (0x01) Адрес мл. байт (0x10) Кол-во.рег. ст.байт (любое) Кол-во.рег. мл.байт (любое) Счетчик байт (0x04) Цифра 1 Цифра 2 Цифра 3 Цифра 4 CRC мл. байт CRC ст. байт	Порядок цифр и соответствие сегментов индикатора битовому полю данных смотрите на рис. 1. Сегмент индикатора светиться, если соответствующий бит данных равен 1.
0x120	Вывод строки	Адрес устройства Функция (0x10) Адрес ст. байт (0x01) Адрес мл. байт (0x20) Кол-во.рег. ст.байт (любое) Кол-во.рег. мл.байт (любое) Счетчик байт (0x0N) Символ 1 Символ 2 Символ N CRC мл. байт CRC ст. байт	Вывод ASCII символов на индикатор. Допустимы символы '0' – '9', '-', '.', ':', ','. Если встречаются символы отличные от указанных, то соответствующая цифра индикатора будет потушена. Если встречается символ '.', то он выводится в предыдущей цифре (при условии, что символ '.' не первый в строке).

Примечание. Нет возможности прочитать текущую выводимую информацию на индикатор. При включении функции измерения частоты вывод информации на индикаторы по командам с внешних интерфейсов связи (RS485, CAN2.0B) заблокирован.

Интерфейс CAN2.0B

Интерфейс CAN2.0B предоставляет возможность передачи данных о состоянии модулей контроля на модули индикации БИ24 и модуль сбора статистики. Модули контроля не принимают никаких данных по интерфейсу CAN2.0B, а также не предусмотрена возможность настройки модулей по интерфейсу CAN2.0B. Модуль индикации БИ24 не передает никаких данных по интерфейсу CAN2.0B, а лишь принимает сообщения от модулей контроля.

Внимание. CAN контроллер модулей работает в активном режиме, т.е. выдает dominant подтверждения принятых сообщений и может генерировать в шину CAN сообщение активного сброса (например, в случае неправильной указанной скорости). Все узлы на шине CAN должны иметь одинаковую скорость обмена.

Для работы CAN интерфейса в модулях контроля необходимо настроить следующие параметры:

- Разрешить работу интерфейса CAN;
- Установить скорость обмена;
- Указать адрес модуля;
- Установить периодичность отправки сообщений;
- Указать каналы измерения, данные которых будут передаваться по шине CAN.

Для работы CAN интерфейса в модуле индикации необходимо настроить следующие параметры:

- Разрешить работу интерфейса CAN;
- Установить скорость обмена;
- Указать код передатчика сообщений (8 бит);
- Указать номер передатчика сообщений (16 бит);
- Указать код данных в сообщении (8 бит);
- Указать смещение начала данных в сообщении;
- Выбрать тип принимаемых данных;
- Выбрать формат вывода данных.

Основные параметры CAN интерфейса:

Режим работы.....прием/передача данных в активном режиме, с генерацией перезагрузки шины
 Формат сообщений.....только расширенные сообщения
 Поддерживаемые скорости обмена (кбит/с)..... 1000, 500, 250, 200, 125, 100, 40

Примечание. 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.

Адрес модуля на шине CAN

Контроллер CAN2.0B модулей работает только с расширенными сообщениями с 29-разрядным адресом, состоящего из:

- 11-разрядного стандартного адреса (SID10 : SID0);
- 18-разрядного адреса расширенного сообщения (EID17 : EID0).

В состав 11-разрядного стандартного адреса входит код модуля передатчика (8 бит):

- SID10:SID8 – всегда равняется 110;
- SID7:SID0 – 8-бит кода модуля (зарезервировано и не может быть изменено)

В состав 18-разрядного расширенного адреса входит номер модуля передатчика (16 бит):

- EID17:EID16 – всегда равняется 10;
- EID15:EID0 – 16-разрядный номер модуля передатчика

Примечание. Меньший бинарный адрес имеет более высокий приоритет на шине CAN в случае арбитража при одновременной передаче сообщений несколькими источниками.

Таблица 19. Коды модулей контроля на шине CAN

Модуль	Код модуля передатчика на шине CAN
МК20	0x40
МК21	0x41
МК30	0x60

Инициализация модуля на шине CAN

Если работа модуля по CAN интерфейсу разрешена и нет ошибки в параметрах настройки интерфейса, то после отображения идентификационной информации инициализируется контроллер CAN интерфейса.

Если в течение 4 секунд после начала инициализации контроллер шины CAN не перешел к нормальной работе по причине неработоспособности драйвера, отсутствии линии связи или по другой причине, работа CAN интерфейса блокируется и устанавливается флаг ошибки CAN интерфейса в системном регистре статуса.

При нормальной инициализации CAN интерфейса, если разрешена передача пакета присутствия, на шину передается сообщение с идентификационной информацией модуля.

№ байта				
0	1	2	3	4
Код сообщения присутствия	Номер модуля Unsigned int 2 байта		Год выпуска модуля Unsigned int 2 байта	
0x10 (16)	board_number		board_year	

Рисунок 16. Формат сообщения присутствия на шине CAN модулей МК20, МК30

Периодическая передача сообщений модулем МК20

Данные по каналам измерения передаются с периодичностью `can_out_data_sys` (биты 7:0). Для каждого из каналов измерения формируется собственно сообщение с уникальным кодом сообщения (Таблица 20).

Таблица 20. Коды передаваемых сообщений модуля МК20

Состав сообщения	Длина (байт)	Код сообщения (Hex)			
		1	2	3	4
Частота вращения, состояние лог.выходов, флаги состояния модуля	8	0x30			
Ток датчика, зазор	4	0x40	0x50	0x60	0x70
Виброперемещение 5-500, флаги состояния канала измерения	6	0x41	0x51	0x61	0x71
НЧ, ВЧ виброперемещение	7	0x42	0x52	0x62	0x72
Амплитуда и фаза 1-й оборотной виброперемещения	7	0x43	0x53	0x63	0x73
Амплитуда и фаза 2-й оборотной виброперемещения	7	0x44	0x54	0x64	0x74
Амплитуда 1/2 -й оборотной виброперемещения	4	0x45	0x55	0x65	0x75

Если ни одно из сообщений не назначено для отправки по шине CAN, то никакие сообщения на шину не передаются.

При отсчете периода отправки сообщений, сообщения передаются последовательно, начиная с сообщения с частотой вращения. Затем передаются все разрешенные сообщения по каналам измерения.

Если в течение 200 мс очередное сообщение для отправки не передано по шине CAN, то отправка всего пакета откладывается до нового отсчета периода отправки, а текущее сообщение удаляется из буфера отправки.

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Частота вращения Float (3 байта)			Сост.лог. выходов Unsigned int (2 байта)		Общие флаги модуля Unsigned int (2 байта)	
0x30	frequency			logic_out_satus (15:0)		sys_status	

Рисунок 17. Формат сообщения: частота, состояние лог. выходов и флаги общего состояния модуля МК20

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Ток датчика Float (3 байта)			Зазор Float (3 байта)			
0x_0	sense_curr			s_const			

Рисунок 18. Формат сообщения: ток датчика, зазор модуля МК20

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Виброперемещение (5 — 500) Гц Float (3 байта)			Флаги канала Unsigned int (2 байта)			
0x_1	s_5_500			status_ch			

Рисунок 19. Формат сообщения: виброперемещение (5 - 500) Гц, флаги состояния канала измерения модуля МК20

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	НЧ виброперемещение Float (3 байта)			ВЧ виброперемещение Float (3 байта)			
0x_2	s 5 F2			s 2F 500			

Рисунок 20. Формат сообщения: НЧ, ВЧ виброперемещения модуля МК20

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Ампл. 1-й об. виброперемещения Float (3 байта)			Фаза 1-й об. виброперемещения Float (3 байта)			
0x_3	s_mag_1F			s_phase_1F			

Рисунок 21. Формат сообщения: амплитуда, фаза 1-й оборотной виброперемещения модуля МК20

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Ампл. 2-й об. виброперемещения Float (3 байта)			Фаза 2-й об. виброперемещения Float (3 байта)			
0x_4	s_mag_2F			s_phase_2F			

Рисунок 22. Формат сообщения: амплитуда, фаза 2-й оборотной виброперемещения модуля МК20

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Амплитуда 1/2 -й об. виброперем. Float (3 байта)						
0x_5	s_mag_F2						

Рисунок 23. Формат сообщения: амплитуда 1/2 -й оборотной виброперемещения модуля МК20

Периодическая передача сообщений модулем МК21

Данные по каналам измерения передаются с периодичностью `can_out_data_sys` (биты 7:0). Для каждого из каналов измерения формируется собственно сообщение с уникальным кодом сообщения (Таблица 22).

Таблица 21. Коды передаваемых сообщений модуля МК21

Состав сообщения	Длина (байт)	Код сообщения (Hex)			
		1	2	3	4
Частота вращения, состояние лог.выходов, флаги состояния модуля	8	0x30			
Ток датчика	4	0x40	0x50	0x60	0x70
Общая вибрация, флаги состояния канала измерения	6	0x41	0x51	0x61	0x71
НЧ, ВЧ вибрация	7	0x42	0x52	0x62	0x72
Амплитуда (СКЗ) и фаза 1-й оборотной вибрации	7	0x43	0x53	0x63	0x73
Амплитуда (СКЗ) и фаза 2-й оборотной вибрации	7	0x44	0x54	0x64	0x74

Если ни одно из сообщений не назначено для отправки по шине CAN, то никакие сообщения на шину не передаются.

При отсчете периода отправки сообщений, сообщения передаются последовательно, начиная с сообщения с частотой вращения. Затем передаются все разрешенные сообщения по каналам измерения.

Если в течение 200 мс очередное сообщение для отправки не передано по шине CAN, то отправка всего пакета откладывается до нового отсчета периода отправки, а текущее сообщение удаляется из буфера отправки.

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Частота вращения Float (3 байта)			Сост.лог. выходов Unsigned int (2 байта)		Общие флаги модуля Unsigned int (2 байта)	
0x30	frequency			logic_out_satus (15:0)		sys_status	

Рисунок 24. Формат сообщения: частота, состояние лог. выходов и флаги общего состояния модуля МК21

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Ток датчика Float (3 байта)						
0x_0	sense_curr						

Рисунок 25. Формат сообщения: ток датчика модуля МК21

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Общая вибрация Float (3 байта)			Флаги канала Unsigned int (2 байта)			
0x_1	DataGeneral			status_ch			

Рисунок 26. Формат сообщения: общая вибрация, флаги состояния канала измерения модуля МК21

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	НЧ вибрация Float (3 байта)			ВЧ вибрация Float (3 байта)			
0x_2	DataLP			DataHP			

Рисунок 27. Формат сообщения: НЧ, ВЧ вибрация модуля МК21

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Амплитуда 1-й об. вибрации Float (3 байта)			Фаза 1-й об. вибрации Float (3 байта)			
0x_3	DataMag1F			DataPhase1F			

Рисунок 28. Формат сообщения: Амплитуда, фаза 1-й оборотной вибрации модуля МК21

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Амплитуда 2-й об. вибрации Float (3 байта)			Фаза 2-й об. вибрации Float (3 байта)			
0x_4	DataMag2F			DataPhase2F			

Рисунок 29. Формат сообщения: СКЗ, фаза 2-й оборотной виброскорости модуля МК21

Периодическая передача сообщений модулем МК30

Данные по каналам измерения передаются с периодичностью `can_out_data_sys` (биты 7:0). Для каждого из каналов измерения формируется собственно сообщение с уникальным кодом сообщения (Таблица 22).

Таблица 22. Коды передаваемых сообщений модуля МК30

Состав сообщения	Длина (байт)	Код сообщения (Hex)			
		1	2	3	4
Частота вращения, состояние лог.выходов, флаги состояния модуля	8	0x30			
Ток датчика	4	0x40	0x50	0x60	0x70
Общее СКЗ, флаги состояния канала измерения	6	0x41	0x51	0x61	0x71
НЧ, ВЧ СКЗ	7	0x42	0x52	0x62	0x72
СКЗ и фаза 1-й оборотной виброскорости	7	0x43	0x53	0x63	0x73
СКЗ и фаза 2-й оборотной виброскорости	7	0x44	0x54	0x64	0x74
Амплитуда и фаза 1-й оборотной виброперемещения	7	0x45	0x55	0x65	0x75
Размах «пик-пик» и коэфф. Формы сигнала виброскорости	7	0x46	0x56	0x66	0x76

Если ни одно из сообщений не назначено для отправки по шине CAN, то никакие сообщения на шину не передаются.

При отсчете периода отправки сообщений, сообщения передаются последовательно, начиная с сообщения с частотой вращения. Затем передаются все разрешенные сообщения по каналам измерения.

Если в течение 200 мс очередное сообщение для отправки не передано по шине CAN, то отправка всего пакета откладывается до нового отсчета периода отправки, а текущее сообщение удаляется из буфера отправки.

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Частота вращения Float (3 байта)			Сост.лог. выходов Unsigned int (2 байта)		Общие флаги модуля Unsigned int (2 байта)	
0x30	frequency			logic_out_satus (15:0)		sys_status	

Рисунок 30. Формат сообщения: частота, состояние лог. выходов и флаги общего состояния модуля МК30

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Ток датчика Float (3 байта)						
0x_0	sense_curr						

Рисунок 31. Формат сообщения: ток датчика модуля МК30

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Общее СКЗ Float (3 байта)			Флаги канала Unsigned int (2 байта)			
0x_1	vrms_10_1000			status_ch			

Рисунок 32. Формат сообщения: общее СКЗ, флаги состояния канала измерения модуля МК30

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	НЧ СКЗ виброскорости Float (3 байта)			ВЧ СКЗ виброскорости Float (3 байта)			
0x_2	vrms_10_F2			vrms_2F_1000			

Рисунок 33. Формат сообщения: НЧ, ВЧ СКЗ виброскорости модуля МК30

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	СКЗ 1-й об. виброскорости Float (3 байта)			Фаза 1-й об. виброскорости Float (3 байта)			
0x_3	vrms_mag_1F			vrms_phase_1F			

Рисунок 34. Формат сообщения: СКЗ, фаза 1-й оборотной виброскорости модуля МК30

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	СКЗ 2-й об. виброскорости Float (3 байта)			Фаза 2-й об. виброскорости Float (3 байта)			
0x_4	vrms_mag_2F			vrms_phase_2F			

Рисунок 35. Формат сообщения: СКЗ, фаза 2-й оборотной виброскорости модуля МК30

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Амплитуда 1-й об. Виброперем. Float (3 байта)			Фаза 1-й об. Виброперем. Float (3 байта)			
0x_5	balan_mag_1F			balan_phase_1F			

Рисунок 36. Формат сообщения: амплитуда, фаза 1-й оборотной виброперемещения модуля МК30

№ байта							
1	2	3	4	5	6	7	8
Код	Размах «пик-пик» виброскорости Float (3 байта)			коэфф. Формы сигнала виброскор. Float (3 байта)			
0x_6	vrms_peak_peak			vrms_peak_factor			

Рисунок 37. Формат сообщения: размах «пик-пик» и коэфф. Формы сигнала виброскорости модуля МК30

Настройка формата принимаемых данных в модуле индикации БИ24

Для того чтобы на индикатор выводилась нужная информация в требуемом виде, необходимо настроить формат принимаемых данных и параметры упаковки данных в сообщении.

В одном сообщении CAN может быть передано до 8 байт информации, что недостаточно, когда требуется передать большое число параметров от одного модуля. Поэтому, первый байт в сообщении всегда отведен под код данных, который может изменять передатчик в зависимости от упакованной в сообщении информации. Например, при передаче от модуля тахометра МК40 информации о текущем состоянии модуля и измеренной частоте код сообщения равен 0x20.

Если код данных в принятом сообщении не равен, указанному в настройках блока БИ24, то сообщение отбрасывается, а счетчик тайм-аута отсутствия данных с линии связи не изменяется.

Принимаемые данные могут быть в одном из 4-х форматов (адрес регистра настройки 0x26):

- Код 0x00 – тип unsigned int, без знаковое целое число (размер 2 байта)
- Код 0x01 – тип signed int, знаковое целое число (размер 2 байта)
- Код 0x02 – тип float усеченный, вещественное число с мантиссой 2 байта (размер 3 байта)
- Код 0x03 – тип float, вещественное число с мантиссой 3 байта (размер 4 байта)

Примечание. Если номер формата данных больше 0x03, то инициализация CAN контроллера не производится. Контроллер находится в выключенном состоянии.

Вывод данных на индикатор выполняется в одном из 4-х форматов (адрес настройки 0x27):

- 0x00 – #### (от -999 до 9999)
- 0x01 – ###.# (от -99.9 до 999.9)
- 0x02 – ##.## (от -9.99 до 99.99)
- 0x03 – #.### (от 0.000 до 9.999)

Если принятое значение больше или меньше допустимого для данного формата, то на индикатор будет выведено соответственно максимально/минимально возможное число.

Примечание. Если номер формата вывода данных на индикатор больше 0x03, то инициализация CAN контроллера не производится. Контроллер находится в выключенном состоянии.

В одном сообщении по CAN интерфейсу может быть упаковано несколько значений параметров. Для настройки на нужный параметр предусмотрена возможность смещения исходных данных в сообщении (параметр 0x25). Допустимый диапазон смещений от 0 до 6, не считая, кода данных в сообщении.

Примечание. Если смещение больше 6, то инициализация CAN контроллера не производится. Контроллер находится в выключенном состоянии. Если в сообщении меньше байт, чем требуется, то сообщение отбрасывается.

Пример

Для вывода данных на индикатор от модуля МК40 должен быть выбран тип данных - unsigned int (0x00), формат данных ##### (0x00). Смещение для вывода информации по 1-му каналу измерения должно быть равно 0, по второму - смещение равно 3.

Примечание. Для вступления в силу скорости обмена на шине CAN, адреса модуля, и включения/выключения CAN интерфейса требуется выполнить сброс модуля.

Примечание. Не предусмотрена возможность настройка модуля командами по шине CAN.

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

Ведомые интерфейсы SPI, I2C

Ведомые интерфейсы SPI, I2C предназначены для контроля работы модулей и настройки параметров работы. Разъем диагностического интерфейса расположен на лицевой панели модуля.

Параметры ведомого интерфейса SPI, I2C жестко определены, поэтому вне зависимости от текущего состояния модуля диагностический интерфейс всегда доступен для управления модулем.

Настройка модулей может производиться с помощью специализированного прибора, либо с помощью персонального компьютера (ПК). Для настройки с помощью ПК на компьютере должна быть запущена соответствующая программа, а модуль подключен к ПК через плату диагностического интерфейса MC01.

Питание MC01 осуществляется от модуля. При настройке модуля на него должно быть подано штатное питание.

Таблица 23. Параметры диагностического интерфейса модулей

Модуль	Интерфейс	Адрес на шине	Адресация параметров в модуле
МК20 МК21 МК30	SPI	0x40 (8-разрядный) 0x36 (8-разрядный) 0x34 (8-разрядный)	16-разрядная
БИ24	I2C	0x80 (7-разрядный)	8-разрядная

Примечание. Модули предусматривают возможность «горячего» подключения/отключения переходника MC01 без отключения питания.

Параметры настройки и текущее состояние модулей

Модули МК20, МК21, МК30

Таблица 24. Список параметров каналов измерения модуля МК20

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Коэффициент пересчета из размерности АЦП в мкм для общего, НЧ и ВЧ виброперемещения	s_var_coff_A	Float (4)	600	700	800	900
	s_var_coff_B	Float (4)	604	704	804	904
Коэффициент пересчета из размерности АЦП в мкм для оборотных сост. виброперемещения	s_circul_coff_A	Float (4)	608	708	808	908
	s_circul_coff_B	Float (4)	60C	70C	80C	90C
Глубина буфера усреднения в вычислениях виброперемещения (5- 500) Гц	s_5_500_aver_size	Uint (2)	610	710	810	910
Глубина буфера усреднения в вычислениях НЧ виброперемещения	s_5_F2_aver_size	Uint (2)	612	712	812	912
Глубина буфера усреднения в вычислениях ВЧ виброперемещения	s_2F_500_aver_size	Uint (2)	614	714	814	914
Глубина буфера усреднения в вычислениях 1-й оборотной виброперемещения	s_mag_1F_aver_size	Uint (2)	616	716	816	916
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 1-й оборотной виброперемещения	s_phase_1F_aver_size	Uint (2)	618	718	818	918
Глубина буфера усреднения в вычислениях 2-й оборотной виброперемещения	s_mag_2F_aver_size	Uint (2)	61A	71A	81A	91A
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 2-й оборотной виброперемещения	s_phase_2F_aver_size	Uint (2)	61C	71C	81C	91C
Глубина буфера усреднения в вычислениях тока датчика	sense_curr_aver_size	Uint (2)	61E	71E	81E	91E
Глубина буфера усреднения в вычислениях ½ -й оборотной виброперемещения	s_mag_F2_aver_size	Uint (2)	620	720	820	920
Резерв	reserv_1 ⁽²⁾	Uint (2)	622	722	822	922
Резерв	reserv ⁽²⁾	Ulong (4)	624	724	824	924
Первая уставка виброперемещения (5 — 500) Гц	s_5_500_point_1	Float (4)	628	728	828	928
Вторая уставка виброперемещения (5 — 500) Гц	s_5_500_point_2	Float (4)	62C	72C	82C	92C
Третья уставка виброперемещения (5 — 500) Гц	s_5_500_point_3	Float (4)	630	730	830	930
Гистерезис по уставкам виброперемещения (5 — 500) Гц	s_5_500_point_hist	Float (4)	634	734	834	934
Уставка НЧ виброперемещения	s_5_F2_point	Float (4)	638	738	838	938
Гистерезис по уставке НЧ виброперемещения	s_5_F2_point_hist	Float (4)	63C	73C	83C	93C
Минимально допустимый ток датчика	curr_point_min	Float (4)	640	740	840	940
Максимально допустимый ток датчика	curr_point_max	Float (4)	644	744	844	944
Гистерезис по уставкам тока датчика	curr_point_hist	Float (4)	648	748	848	948
Миним. уровень оборотной сост. виброперем. для вычисления фазы оборотной составляющей	s_min_phase_detect	Float (4)	64C	74C	84C	94C
Резерв	reserv_2 ⁽²⁾	Float (4)	650	750	850	950
Время реакции на переход значения виброперемещения через уставки по 0.5 с	s_5_500_point_time	Uint (2)	654	754	854	954
Время реакции на переход значения НЧ виброперемещения через уставку по 0.5 с	s_5_F2_point_time	Uint (2)	656	756	856	956
Время реакции на переход значения тока датчика через уставки по 0.5 с	curr_point_time	Uint (2)	658	758	858	958
Резерв	reserv_3 ⁽²⁾	Uint (2)	65A	75A	85A	95A
Коэффициенты вычисления тока (напряжения) датчика	curr_coff_A	Float (4)	65C	75C	85C	95C
	curr_coff_B	Float (4)	660	760	860	960
Коэффициенты вычисления постоянного смещения (зазор)	gap_coff_A	Float (4)	664	764	864	964
	gap_coff_B	Float (4)	668	768	868	968
Коэффициент коррекции фаза	corr_phase_coff	Float (4)	66C	76C	86C	96C
Сопротивление резистора, преобразующего ток в напряжение	data_resist ⁽¹⁾	Float (4)	670	770	870	970
Миним. уровень диапазона тока датчика	data_curr_min ⁽¹⁾	Float (4)	674	774	874	974
Максим. уровень диапазона тока датчика	data_curr_max ⁽¹⁾	Float (4)	678	778	878	978
Миним. уровень диапазона параметра	data_param_min ⁽¹⁾	Float (4)	67C	77C	87C	97C
Максим. уровень диапазона параметра	data_param_max ⁽¹⁾	Float (4)	680	780	880	980

Список параметров каналов измерения модуля МК20 (продолжение)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» виброперемещения по 0.5 с	Jump_S_5_500.time_start	Uint (2)	684	784	884	984
Время ожидания стабилизации значения виброперемещения для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_S_5_500.time_stabil	Uint (2)	686	786	886	986
Уровень изменения значения виброперемещения за 0.5 с	Jump_S_5_500.variation_dt	Float (4)	688	788	888	988
Минимальный уровень «скачка» значения виброперемещения для включения сигнализации	Jump_S_5_500.variation_max	Float (4)	68C	78C	88C	98C
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» 1-й оборотной виброперемещения по 0.5 с	Jump_S_1F.time_start	Uint (2)	690	790	890	990
Время ожидания стабилизации значения 1-й оборотной виброперемещения для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_S_1F.time_stabil	Uint (2)	692	792	892	992
Уровень изменения значения 1-й оборотной виброперемещения за 0.5 с	Jump_S_1F.variation_dt	Float (4)	694	794	894	994
Минимальный уровень «скачка» значения 1-й оборотной виброперемещения для включения сигнализации	Jump_S_1F.variation_max	Float (4)	698	798	898	998
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» фазы 1-й оборотной виброперемещения по 0.5 с	Jump_Phase_1F.time_start	Uint (2)	69C	79C	89C	99C
Время ожидания стабилизации значения фазы 1-й оборотной виброперемещения для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_Phase_1F.time_stabil	Uint (2)	69E	79E	89E	99E
Уровень изменения значения фазы 1-й оборотной виброперемещения за 0.5 с	Jump_Phase_1F.variation_dt	Float (4)	6A0	7A0	8A0	9A0
Минимальный уровень «скачка» значения фазы 1-й оборотной виброперемещения для включения сигнализации	Jump_Phase_1F.variation_max	Float (4)	6A4	7A4	8A4	9A4

Примечания:

1. Информационные данные, в работе модуля не участвуют.
2. Резервный регистр, должен равняться нулю.

Таблица 25. Список регистров результатов измерений модуля МК20

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Ток датчика, мА	sense_curr	Float (4)	000	004	008	00C
Виброперемещение (5- 500) Гц, мкм	s_5_500	Float (4)	010	014	018	01C
НЧ виброперемещение, мкм	s_5_F2	Float (4)	020	024	028	02C
ВЧ виброперемещение, мкм	s_2F_500	Float (4)	030	034	038	03C
1-я оборотная виброперемещения, мкм	s_mag_1F	Float (4)	040	044	048	04C
Фаза 1-й оборотной виброперемещения, гр	s_phase_1F	Float (4)	050	054	058	05C
2-я оборотная виброперемещения, мкм	s_mag_2F	Float (4)	060	064	068	06C
Фаза 2-й оборотной виброперемещения, гр	s_phase_2F	Float (4)	070	074	078	07C
½ -я оборотная виброперемещения, мкм	s_mag_F2	Float (4)	080	084	088	08C
Резерв	reserv_1	Float (4)	090	094	098	09C
Зазор, мкм	S_const	Float (4)	0A0	0A4	0A8	0AC
Резерв	reserv_2	Float (4)	0B0	0B4	0B8	0BC
Частота вращения, об/мин	frequency	Float (4)	0C0			
Флаги состояния логических выходов	logic_out_satus	Ulong (4)	0C4			

Таблица 26. Список регистров состояния каналов измерения модуля МК20

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Счетчик времени перехода через уставку 1 виброперемещения (5 — 500) Гц	s_5_500_count_time_1	Uint (2)	100	200	300	400
Счетчик времени перехода через уставку 2 виброперемещения (5 — 500) Гц	s_5_500_count_time_2	Uint (2)	102	202	302	402
Счетчик времени перехода через уставку 3 виброперемещения (5 — 500) Гц	s_5_500_count_time_3	Uint (2)	104	204	304	404
Счетчик времени перехода через уставку НЧ виброперемещения	s_5_F2_count_time	Uint (2)	106	206	306	406
Счетчик времени перехода через нижнюю уставку теста датчика	curr_point_count_min	Uint (2)	108	208	308	408
Счетчик времени перехода через верхнюю уставку теста датчика	curr_point_count_max	Uint (2)	10A	20A	30A	40A
Резерв, всегда равен нулю	pre_status	Uint (2)	10C	20C	30C	40C
Флаги состояния канала измерения (Таблица 12)	status_ch	Uint (2)	10E	20E	30E	40E
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» виброперемещения (5 — 500) Гц	Jump_S_5_500. time_count	Uint (2)	110	210	310	410
Состояние алгоритма детектирования «скачка» виброперемещения (5 — 500) Гц 0 - стартовая пауза 1 - Ожидание изменение параметра 2 - Ожидание стабилизации параметра 3 - Обнаружен «скачок»	Jump_S_5_500. status	Uint (2)	112	212	312	412
Новое значение виброперемещения (5 — 500) Гц	Jump_S_5_500. values_new	Float (4)	114	214	314	414
Старое значение виброперемещения (5 — 500) Гц	Jump_S_5_500. values_old	Float (4)	108	208	308	408
Начальное значение виброперемещения (5 — 500) Гц	Jump_S_5_500. values_start	Float (4)	10C	20C	30C	40C
Уровень «скачка» виброперемещения (5 — 500) Гц	Jump_S_5_500. values_jamp	Float (4)	120	220	320	420
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» 1-й обор. виброперемещения	Jump_S_1F. time_count	Uint (2)	124	224	324	424
Состояние алгоритма детектирования «скачка» 1-й обор. виброперемещения	Jump_S_1F. status	Uint (2)	126	226	326	426
Новое значение 1-й обор. виброперемещения	Jump_S_1F. values_new	Float (4)	128	228	328	428
Старое значение 1-й обор. виброперемещения	Jump_S_1F. values_old	Float (4)	12C	22C	32C	42C
Начальное значение 1-й обор. виброперемещения	Jump_S_1F. values_start	Float (4)	130	230	330	430
Уровень «скачка» 1-й обор. виброперемещения	Jump_S_1F. values_jamp	Float (4)	134	234	334	434
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» фазы 1-й обор. виброперемещения	Jump_Phase_1F. time_count	Uint (2)	138	238	338	438
Состояние алгоритма детектирования «скачка» фазы 1-й обор. виброперемещения	Jump_Phase_1F. status	Uint (2)	13A	23A	33A	43A
Новое значение фазы 1-й обор. виброперемещения	Jump_Phase_1F. values_new	Float (4)	13C	23C	33C	43C
Старое значение фазы 1-й обор. виброперемещения	Jump_Phase_1F. values_old	Float (4)	140	240	340	440
Начальное значение фазы 1-й обор. виброперемещения	Jump_Phase_1F. values_start	Float (4)	144	244	344	444
Уровень «скачка» фазы 1-й обор. виброперемещения	Jump_Phase_1F. values_jamp	Float (4)	148	248	348	448

Таблица 27. Список параметров каналов измерения модуля МК21

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Коэффициент пересчета из размерности АЦП в мкм (каналы 1, 3, 4) и мм/с (канал 2) для общего, НЧ и ВЧ уровня вибрации	MainCoff_A	Float (4)	600	700	800	900
	MainCoff_B	Float (4)	604	704	804	904
Коэффициент пересчета из размерности АЦП в мкм (каналы 1, 3, 4) и мм/с (канал 2) для оборотных составляющих вибрации	VarCoff_A	Float (4)	608	708	808	908
	VarCoff_B	Float (4)	60C	70C	80C	90C
Глубина буфера усреднения в вычислениях общего уровня вибрации	DataGeneral_AverSize	Uint (2)	610	710	810	910
Глубина буфера усреднения в вычислениях НЧ уровня вибрации	DataLP_AverSize	Uint (2)	612	712	812	912
Глубина буфера усреднения в вычислениях ВЧ уровня вибрации	DataHP_AverSize	Uint (2)	614	714	814	914
Глубина буфера усреднения в вычислениях 1-й оборотной вибрации	DataMag1F_AverSize	Uint (2)	616	716	816	916
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 1-й оборотной вибрации	DataPhase1F_AverSize	Uint (2)	618	718	818	918
Глубина буфера усреднения в вычислениях 2-й оборотной вибрации	DataMag2F_AverSize	Uint (2)	61A	71A	81A	91A
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 2-й оборотной вибрации	DataPhase2F_AverSize	Uint (2)	61C	71C	81C	91C
Глубина буфера усреднения в вычислениях тока датчика (только для канала 1, 2)	sense_curr_aver_size	Uint (2)	61E	71E	81E	91E
Глубина буфера усреднения в вычислениях зазора (только для канала 1)	DataGap_AverSize	Uint (2)	620	720	820	920
Резерв	reserv_1 ⁽²⁾	Uint (2)	622	722	822	922
Минимальный уровень спектральной составляющей в размерности АЦП (только для каналов 1, 2)	SpectrMagError	Ulong (4)	624	724	824	924
Первая уставка общего уровня вибрации	DataGeneralPoint_1	Float (4)	628	728	828	928
Вторая уставка общего уровня вибрации	DataGeneralPoint_2	Float (4)	62C	72C	82C	92C
Третья уставка общего уровня вибрации	DataGeneralPoint_3	Float (4)	630	730	830	930
Гистерезис по уставкам общего уровня вибрации	DataGeneralPointHist	Float (4)	634	734	834	934
Уставка НЧ уровня вибрации	DataLPPoint	Float (4)	638	738	838	938
Гистерезис по уставке НЧ вибрации	DataLPPointHist	Float (4)	63C	73C	83C	93C
Минимально допустимый ток датчика	curr_point_min	Float (4)	640	740	840	940
Максимально допустимый ток датчика	curr_point_max	Float (4)	644	744	844	944
Гистерезис по уставкам тока датчика	curr_point_hist	Float (4)	648	748	848	948
Миним. уровень оборотной сост. для вычисления фазы оборотной составляющей	DataMin_CalcPhase	Float (4)	64C	74C	84C	94C
Уставка малого уровня вибрации	DataGeneralMin	Float (4)	650	750	850	950
Время реакции на переход значения общей вибрации через уставки по 0.5 с	DataGeneralPointTime	Uint (2)	654	754	854	954
Время реакции на переход значения НЧ вибрации через уставку по 0.5 с	DataLPPointTime	Uint (2)	656	756	856	956
Время реакции на переход значения тока датчика через уставки по 0.5 с	curr_point_time	Uint (2)	658	758	858	958
Резерв	reserv_3 ⁽²⁾	Uint (2)	65A	75A	85A	95A
Коэффициенты вычисления тока (напряжения) датчика	curr_coff_A	Float (4)	65C	75C	85C	95C
	curr_coff_B	Float (4)	660	760	860	960
Коэффициенты вычисления постоянного смещения (зазор) (только канал 1)	GapCoff_A	Float (4)	664	764	864	964
	GapCoff_B	Float (4)	668	768	868	968
Коэффициент коррекции фаза	VarCorrPhaseCoff	Float (4)	66C	76C	86C	96C
Сопротивление резистора, преобразующего ток в напряжение	data_resist ⁽¹⁾	Float (4)	670	770	870	970
Миним. уровень диапазона тока датчика	data_curr_min ⁽¹⁾	Float (4)	674	774	874	974
Максим. уровень диапазона тока датчика	data_curr_max ⁽¹⁾	Float (4)	678	778	878	978
Миним. уровень диапазона параметра	data_param_min ⁽¹⁾	Float (4)	67C	77C	87C	97C
Максим. уровень диапазона параметра	data_param_max ⁽¹⁾	Float (4)	680	780	880	980

Список параметров каналов измерения модуля МК21 (продолжение)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» вибрации по 0.5 с	Jump_DataGeneral.time_start	Uint (2)	684	784	884	984
Время ожидания стабилизации значения вибрации для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_DataGeneral.time_stabil	Uint (2)	686	786	886	986
Уровень изменения значения вибрации за 0.5 с	Jump_DataGeneral.variation_dt	Float (4)	688	788	888	988
Минимальный уровень «скачка» значения вибрации для включения сигнализации	Jump_DataGeneral.variation_max	Float (4)	68C	78C	88C	98C
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» 1-й оборотной вибрации по 0.5 с	Jump_Data1F.time_start	Uint (2)	690	790	890	990
Время ожидания стабилизации значения 1-й оборотной вибрации для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_Data1F.time_stabil	Uint (2)	692	792	892	992
Уровень изменения значения 1-й оборотной вибрации за 0.5 с	Jump_Data1F.variation_dt	Float (4)	694	794	894	994
Минимальный уровень «скачка» значения 1-й оборотной вибрации для включения сигнализации	Jump_Data1F.variation_max	Float (4)	698	798	898	998
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» фазы 1-й оборотной вибрации по 0.5 с	Jump_Phase_1F.time_start	Uint (2)	69C	79C	89C	99C
Время ожидания стабилизации значения фазы 1-й оборотной вибрации для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_Phase_1F.time_stabil	Uint (2)	69E	79E	89E	99E
Уровень изменения значения фазы 1-й оборотной вибрации за 0.5 с	Jump_Phase_1F.variation_dt	Float (4)	6A0	7A0	8A0	9A0
Минимальный уровень «скачка» значения фазы 1-й оборотной вибрации для включения сигнализации	Jump_Phase_1F.variation_max	Float (4)	6A4	7A4	8A4	9A4

Примечания:

1. Информационные данные, в работе модуля не участвуют.
2. Резервный регистр, должен равняться нулю.

Таблица 28. Список регистров результатов измерений модуля МК21

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Ток датчика (только для каналов 1, 2), мА	sense_curr	Float (4)	000	004	008	00C
Общая вибрация Каналы 1, 3, 4 – виброперемещение Канал 2 – СКЗ виброскорости	DataGeneral	Float (4)	010	014	018	01C
НЧ вибрация	DataLP	Float (4)	020	024	028	02C
ВЧ вибрация	DataHP	Float (4)	030	034	038	03C
1-я оборотная вибрации	DataMag1F	Float (4)	040	044	048	04C
Фаза 1-й оборотной вибрации, гр	DataPhase1F	Float (4)	050	054	058	05C
2-я оборотная вибрации	DataMag2F	Float (4)	060	064	068	06C
Фаза 2-й оборотной вибрации	DataPhase2F	Float (4)	070	074	078	07C
Резерв	reserv_0	Float (4)	080	084	088	08C
Резерв	reserv_1	Float (4)	090	094	098	09C
Зазор, мкм	DataGap	Float (4)	0A0	0A4	0A8	0AC
Резерв (только для канала 1)	reserv_2	Float (4)	0B0	0B4	0B8	0BC
Частота вращения, об/мин	frequency	Float (4)	0C0			
Флаги состояния логических выходов	logic_out_satus	Ulong (4)	0C4			

Таблица 29. Список регистров состояния каналов измерения модуля МК21

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Счетчик времени перехода через уставку 1 общей вибрации	DataGeneralTimeCount_1	Uint (2)	100	200	300	400
Счетчик времени перехода через уставку 2 общей вибрации	DataGeneralTimeCount_2	Uint (2)	102	202	302	402
Счетчик времени перехода через уставку 3 общей вибрации	DataGeneralTimeCount_3	Uint (2)	104	204	304	404
Счетчик времени перехода через уставку НЧ вибрации	DataGeneralTimeCount_LP	Uint (2)	106	206	306	406
Счетчик времени перехода через нижнюю уставку теста датчика	curr_point_count_min	Uint (2)	108	208	308	408
Счетчик времени перехода через верхнюю уставку теста датчика	curr_point_count_max	Uint (2)	10A	20A	30A	40A
Резерв, всегда равен нулю	pre_status	Uint (2)	10C	20C	30C	40C
Флаги состояния канала измерения (Таблица 12)	status_ch	Uint (2)	10E	20E	30E	40E
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» общей вибрации	Jump_DataGeneral.time_count	Uint (2)	110	210	310	410
Состояние алгоритма детектирования «скачка» общей вибрации 0 - стартовая пауза 1 - Ожидание изменение параметра 2 - Ожидание стабилизации параметра 3 - Обнаружен «скачок»	Jump_DataGeneral.status	Uint (2)	112	212	312	412
Новое значение общей вибрации	Jump_DataGeneral.values_new	Float (4)	114	214	314	414
Старое значение общей вибрации	Jump_DataGeneral.values_old	Float (4)	108	208	308	408
Начальное значение общей вибрации	Jump_DataGeneral.values_start	Float (4)	10C	20C	30C	40C
Уровень «скачка» общей вибрации	Jump_DataGeneral.values_jamp	Float (4)	120	220	320	420
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» 1-й обор. вибрации	Jump_Data1F.time_count	Uint (2)	124	224	324	424
Состояние алгоритма детектирования «скачка» 1-й обор. вибрации	Jump_Data1F.status	Uint (2)	126	226	326	426
Новое значение 1-й обор. вибрации	Jump_Data1F.values_new	Float (4)	128	228	328	428
Старое значение 1-й обор. вибрации	Jump_Data1F.values_old	Float (4)	12C	22C	32C	42C
Начальное значение 1-й обор. вибрации	Jump_Data1F.values_start	Float (4)	130	230	330	430
Уровень «скачка» 1-й обор. вибрации	Jump_Data1F.values_jamp	Float (4)	134	234	334	434
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» фазы 1-й обор. вибрации	Jump_Phase_1F.time_count	Uint (2)	138	238	338	438
Состояние алгоритма детектирования «скачка» фазы 1-й обор. вибрации	Jump_Phase_1F.status	Uint (2)	13A	23A	33A	43A
Новое значение фазы 1-й обор. вибрации	Jump_Phase_1F.values_new	Float (4)	13C	23C	33C	43C
Старое значение фазы 1-й обор. вибрации	Jump_Phase_1F.values_old	Float (4)	140	240	340	440
Начальное значение фазы 1-й обор. вибрации	Jump_Phase_1F.values_start	Float (4)	144	244	344	444
Уровень «скачка» фазы 1-й обор. вибрации	Jump_Phase_1F.values_jamp	Float (4)	148	248	348	448

Таблица 30. Список параметров каналов измерения модуля МК30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Коэффициенты пересчета из размерности АЦП в мм/с общего, НЧ и ВЧ СКЗ виброскорости	Vrms fixed coff A	Float (4)	600	700	800	900
	Vrms fixed coff B	Float (4)	604	704	804	904
Коэффициенты пересчета из размерности АЦП в мм/с оборот. составл. СКЗ виброскорости	Vrms var coff A	Float (4)	608	708	808	908
	Vrms var coff B	Float (4)	60C	70C	80C	90C
Глубина буфера усреднения в вычислениях общего СКЗ виброскорости	vrms_10_1000_aver_size	Uint (2)	610	710	810	910
Глубина буфера усреднения в вычислениях НЧ СКЗ виброскорости	vrms_10_F2_aver_size	Uint (2)	612	712	812	912
Глубина буфера усреднения в вычислениях ВЧ СКЗ виброскорости	vrms_2F_1000_aver_size	Uint (2)	614	714	814	914
Глубина буфера усреднения в вычислениях 1-й оборотной СКЗ виброскорости	vrms_mag_1F_aver_size	Uint (2)	616	716	816	916
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 1-й оборотной виброскорости	vrms_phase_1F_aver_size	Uint (2)	618	718	818	918
Глубина буфера усреднения в вычислениях 2-й оборотной СКЗ виброскорости	vrms_mag_2F_aver_size	Uint (2)	61A	71A	81A	91A
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 2-й оборотной виброскорости	vrms_phase_2F_aver_size	Uint (2)	61C	71C	81C	91C
Глубина буфера усреднения в вычислениях тока датчика	sense_curr_aver_size	Uint (2)	61E	71E	81E	91E
Глубина буфера усреднения в вычислениях амплитуды размаха «пик-пик» виброскорости	vrms_peak_peak_aver_size	Uint (2)	620	720	820	920
Резерв	reserv 1 ⁽²⁾	Uint (2)	622	722	822	922
Минимально допустимый уровень квадрата амплитуды спектральной составляющей в размерности АЦП	fft_fixed_mag_error	Ulong (4)	624	724	824	924
Первая уставка общего СКЗ виброскорости	vrms_10_1000_point_1	Float (4)	628	728	828	928
Вторая уставка общего СКЗ виброскорости	vrms_10_1000_point_2	Float (4)	62C	72C	82C	92C
Третья уставка общего СКЗ виброскорости	vrms_10_1000_point_3	Float (4)	630	730	830	930
Гистерезис по уставкам общего СКЗ виброскорости	vrms_10_1000_point_hist	Float (4)	634	734	834	934
Уставка НЧ СКЗ виброскорости	vrms_10_F2_point	Float (4)	638	738	838	938
Гистерезис по уставке НЧ СКЗ виброскорости	vrms_10_F2_point_hist	Float (4)	63C	73C	83C	93C
Минимально допустимый ток датчика	curr_point_min	Float (4)	640	740	840	940
Максимально допустимый ток датчика	curr_point_max	Float (4)	644	744	844	944
Гистерезис по уставкам тока датчика	curr_point_hist	Float (4)	648	748	848	948
Минимальный уровень СКЗ оборотной составляющей виброскорости для вычисления фазы оборотной составляющей	vrms_min_phase_detect	Float (4)	64C	74C	84C	94C
Минимальный уровень общего СКЗ виброскорости для вычисления коэффициента формы сигнала	vrms_min_peak_peak	Float (4)	650	750	850	950
Время реакции на переход значения общего СКЗ виброскорости через уставки по 0.5 с	vrms_10_1000_point_time	Uint (2)	654	754	854	954
Время реакции на переход значения НЧ СКЗ виброскорости через уставку по 0.5 с	vrms_10_F2_point_time	Uint (2)	656	756	856	956
Время реакции на переход значения тока датчика через уставки по 0.5 с	curr_point_time	Uint (2)	658	758	858	958
Постоянная коррекция фазы оборотных составл.	var_phase_correct	Int (2)	65A	75A	85A	95A
Коэффициенты вычисления тока (напряжения) датчика	curr_coff A	Float (4)	65C	75C	85C	95C
	curr_coff B	Float (4)	660	760	860	960
Коэффициенты вычисления размаха «пик-пик»	peak_peak_coff A	Float (4)	664	764	864	964
	peak_peak_coff B	Float (4)	668	768	868	968
Коэффициент коррекции фаза	corr_phase_coff	Float (4)	66C	76C	86C	96C
Сопrotивление резистора, преобразующего ток в напряжение	data_resist ⁽¹⁾	Float (4)	670	770	870	970
Миним. уровень диапазона тока датчика	data_curr_min ⁽¹⁾	Float (4)	674	774	874	974
Максим. уровень диапазона тока датчика	data_curr_max ⁽¹⁾	Float (4)	678	778	878	978
Миним. уровень диапазона параметра	data_param_min ⁽¹⁾	Float (4)	67C	77C	87C	97C
Максим. уровень диапазона параметра	data_param_max ⁽¹⁾	Float (4)	680	780	880	980

Список параметров каналов измерения модуля МК30 (продолжение)

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» общего СКЗ виброскорости по 0.5 с	Jump_Vrms_10_1000.time_start	Uint (2)	684	784	884	984
Время ожидания стабилизации значения общего СКЗ виброскорости для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_Vrms_10_1000.time_stabil	Uint (2)	686	786	886	986
Уровень изменения значения общего СКЗ виброскорости за 0.5 с	Jump_Vrms_10_1000.variation_dt	Float (4)	688	788	888	98A
Минимальный уровень «скачка» значения общего СКЗ виброскорости для включения сигнализации	Jump_Vrms_10_1000.variation_max	Float (4)	68C	78C	88C	98C
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» 1-й оборотной СКЗ виброскорости по 0.5 с	Jump_Vrms_1F.time_start	Uint (2)	690	790	890	990
Время ожидания стабилизации значения 1-й оборотной СКЗ виброскорости для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_Vrms_1F.time_stabil	Uint (2)	692	792	892	992
Уровень изменения значения 1-й оборотной СКЗ виброскорости за 0.5 с	Jump_Vrms_1F.variation_dt	Float (4)	694	794	894	994
Минимальный уровень «скачка» значения 1-й оборотной СКЗ виброскорости для включения сигнализации	Jump_Vrms_1F.variation_max	Float (4)	698	798	898	998
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» фазы 1-й оборотной виброскорости по 0.5 с	Jump_Phase_1F.time_start	Uint (2)	69C	79C	89C	99C
Время ожидания стабилизации значения фазы 1-й оборотной виброскорости для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	Jump_Phase_1F.time_stabil	Uint (2)	69E	79E	89E	99E
Уровень изменения значения фазы 1-й оборотной виброскорости за 0.5 с	Jump_Phase_1F.variation_dt	Float (4)	6A0	7A0	8A0	9A0
Минимальный уровень «скачка» значения фазы 1-й оборотной виброскорости для включения сигнализации	Jump_Phase_1F.variation_max	Float (4)	6A4	7A4	8A4	9A4

Примечания:

1. Информационные данные, в работе модуля не участвуют.
2. Резервный регистр, должен равняться нулю.

Таблица 31. Список регистров результатов измерений модуля МК30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Ток датчика, мА	sense curr	Float (4)	000	004	008	00C
Общее СКЗ виброскорости, мм/с	vrms_10_1000	Float (4)	010	014	018	01C
НЧ СКЗ виброскорости, мм/с	vrms_10_F2	Float (4)	020	024	028	02C
ВЧ СКЗ виброскорости, мм/с	vrms_2F_1000	Float (4)	030	034	038	03C
1-я оборотная СКЗ виброскорости, мм/с	vrms_mag_1F	Float (4)	040	044	048	04C
Фаза 1-й оборотной виброскорости, гр	vrms_phase_1F	Float (4)	050	054	058	05C
2-я оборотная СКЗ виброскорости, мм/с	vrms_mag_2F	Float (4)	060	064	068	06C
Фаза 2-й оборотной виброскорости, мм/с	vrms_phase_2F	Float (4)	070	074	078	07C
Амплитуда 1-й оборотной виброперемещения, мм	balan_mag_1F	Float (4)	080	084	088	08C
Фаза 1-й оборотной виброперемещения, гр	balan_phase_1F	Float (4)	090	094	098	09C
Размах «пик-пик» виброскорости, мм/с	vrms_peak_peak	Float (4)	0A0	0A4	0A8	0AC
Коэффициент формы сигнала виброскорости	vrms_peak_factor	Float (4)	0B0	0B4	0B8	0BC
Частота вращения, об/мин	frequency	Float (4)	0C0			
Флаги состояния логических выходов	logic_out_satus	Ulong (4)	0C4			

Таблица 32. Список регистров состояния каналов измерения модуля МК30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
			1	2	3	4
Счетчик времени перехода через уставку 1 общего СКЗ	vrms_10_1000_count_time_1	Uint (2)	100	200	300	400
Счетчик времени перехода через уставку 2 общего СКЗ	vrms_10_1000_count_time_2	Uint (2)	102	202	302	402
Счетчик времени перехода через уставку 3 общего СКЗ	vrms_10_1000_count_time_3	Uint (2)	104	204	304	404
Счетчик времени перехода через уставку НЧ СКЗ	vrms_10_F2_count_time	Uint (2)	106	206	306	406
Счетчик времени перехода через нижнюю уставку теста датчика	curr_point_count_min	Uint (2)	108	208	308	408
Счетчик времени перехода через верхнюю уставку теста датчика	curr_point_count_max	Uint (2)	10A	20A	30A	40A
Резерв, всегда равен нулю	pre_status	Uint (2)	10C	20C	30C	40C
Флаги состояния канала измерения (Таблица 14)	status_ch	Uint (2)	10E	20E	30E	40E
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» общего СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_10_1000.time_count	Uint (2)	110	210	310	410
Состояние алгоритма детектирования «скачка» общего СКЗ виброскорости 0 - стартовая пауза 1 - Ожидание изменение параметра 2 - Ожидание стабилизации параметра 3 - Обнаружен «скачок»	Jump_Vrms_10_1000.status	Uint (2)	112	212	312	412
Новое значение общего СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_10_1000.values_new	Float (4)	114	214	314	414
Старое значение общего СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_10_1000.values_old	Float (4)	108	208	308	408
Начальное значение общего СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_10_1000.values_start	Float (4)	10C	20C	30C	40C
Уровень «скачка» общего СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_10_1000.values_jamp	Float (4)	120	220	320	420
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» 1-й обор. СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_1F.time_count	Uint (2)	124	224	324	424
Состояние алгоритма детектирования «скачка» 1-й обор. СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_1F.status	Uint (2)	126	226	326	426
Новое значение 1-й обор. СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_1F.values_new	Float (4)	128	228	328	428
Старое значение 1-й обор. СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_1F.values_old	Float (4)	12C	22C	32C	42C
Начальное значение 1-й обор. СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_1F.values_start	Float (4)	130	230	330	430
Уровень «скачка» 1-й обор. СКЗ виброскорости	Jump_Vrms_1F.values_jamp	Float (4)	134	234	334	434
Счетчик времени алгоритма детектирования «скачка» фазы 1-й обор. виброскорости	Jump_Phase_1F.time_count	Uint (2)	138	238	338	438
Состояние алгоритма детектирования «скачка» фазы 1-й обор. виброскорости	Jump_Phase_1F.status	Uint (2)	13A	23A	33A	43A
Новое значение фазы 1-й обор. виброскорости	Jump_Phase_1F.values_new	Float (4)	13C	23C	33C	43C
Старое значение фазы 1-й обор. виброскорости	Jump_Phase_1F.values_old	Float (4)	140	240	340	440
Начальное значение фазы 1-й обор. виброскорости	Jump_Phase_1F.values_start	Float (4)	144	244	344	444
Уровень «скачка» фазы 1-й обор. виброскорости	Jump_Phase_1F.values_jamp	Float (4)	148	248	348	448

Таблица 33. Список регистров оборотных составляющих и основных параметров модулей МК20, МК21, МК30

Название	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
Размах/СКЗ ½ -й оборотной составляющей	Float (4)	1000	1100	1200	1300
Размах/СКЗ 1 -й оборотной составляющей	Float (4)	1004	1104	1204	1304
Размах/СКЗ 2 -й оборотной составляющей	Float (4)	1008	1108	1208	1308
Размах/СКЗ 3 -й оборотной составляющей	Float (4)	100C	110C	120C	130C
Размах/СКЗ 4 -й оборотной составляющей	Float (4)	1010	1110	1210	1310
Размах/СКЗ 5 -й оборотной составляющей	Float (4)	1014	1114	1214	1314
Размах/СКЗ 6 -й оборотной составляющей	Float (4)	1018	1118	1218	1318
Размах/СКЗ 7 -й оборотной составляющей	Float (4)	101C	111C	121C	131C
Размах/СКЗ 8 -й оборотной составляющей	Float (4)	1020	1120	1220	1320
Размах/СКЗ 9 -й оборотной составляющей	Float (4)	1024	1124	1224	1324
Размах/СКЗ 10 -й оборотной составляющей	Float (4)	1028	1128	1228	1328
Фаза ½ -й оборотной составляющей	Float (4)	102C	112C	122C	132C
Фаза 1 -й оборотной составляющей	Float (4)	1030	1130	1230	1330
Фаза 2 -й оборотной составляющей	Float (4)	1034	1134	1234	1334
Фаза 3 -й оборотной составляющей	Float (4)	1038	1138	1238	1338
Фаза 4 -й оборотной составляющей	Float (4)	103C	113C	123C	133C
Фаза 5 -й оборотной составляющей	Float (4)	1040	1140	1240	1340
Резерв, всегда равен нулю	Float (4)	1044	1144	1244	1344
	Float (4)	1048	1148	1248	1348
	Float (4)	104C	114C	124C	134C
	Float (4)	1050	1150	1250	1350
Ток датчика, мА	Float (4)	1054	1154	1254	1354
Резерв, всегда равен нулю	Float (4)	1058	1158	1258	1358
Резерв, всегда равен нулю	Uint (2)	105C	115C	125C	135C
Флаги состояния канала измерения МК20 - Таблица 12, МК21 - Таблица 13, МК30 - Таблица 14	Uint (2)	105E	115E	125E	135E
Виброперемещение (5 — 500) Гц, мкм (МК20; 1,3,4 канал МК21) Общее СКЗ виброскорости, мм/с (МК30; 2 канал МК21)	Float (4)	1060	1160	1260	1360
НЧ виброперемещение, мкм (МК20; 1,3,4 канал МК21) НЧ СКЗ виброскорости, мм/с (МК30; 2 канал МК21)	Float (4)	1064	1164	1264	1364
ВЧ виброперемещение, мкм (МК20; 1,3,4 канал МК21) ВЧ СКЗ виброскорости, мм/с (МК30; 2 канал МК21)	Float (4)	1068	1168	1268	1368
Зазор, мкм (МК20, МК21 - резерв) Амплитуда 1-й оборотной виброперемещения, мм (МК30)	Float (4)	106C	116C	126C	136C
Резерв, всегда равен нулю (МК20, МК21) Фаза 1-й оборотной виброперемещения, гр (МК30)	Float (4)	1070	1170	1270	1370
Резерв, всегда равен нулю (МК20, МК21 – Зазор, канал 1) Размах «пик-пик» виброскорости, мм/с (МК30)	Float (4)	1074	1174	1274	1374
Резерв, всегда равен нулю (МК20, МК21) Коэффициент формы сигнала виброскорости (МК30)	Float (4)	1078	1178	1278	1378

Таблица 34. Список параметров логической сигнализации модулей МК20, МК21, МК30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра (Hex)
1-я логическая матрица буферов «ИЛИ» (80 элементов)	buff_or_dest_matrix_1 ⁽¹⁾	Uint (2)	A00 (160 байт)
2-я логическая матрица буферов «ИЛИ» (80 элементов)	buff_or_dest_matrix_2	Uint (2)	B00 (160 байт)
Логическая матрица выходных буферов «И»	buff_and_source_matrix	Uint (2)	C00 (132 байта)

Примечание 1. Бит 15 – условия включения светодиода 'War'. Бит 14 – условия включения светодиода 'Alarm'

Таблица 35. Список параметров унифицированных выходов модулей МК20, МК21, МК30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)					
			1	2	3	4	5	6
Режим работы: Биты 7:0 – параметр Биты 14:8 – номер канала измерения Бит 15 – разрешение работы выхода	mode_work	Uint (2)	D00	D20	D40	D60	D80	DA0
Смещение нуля выхода в разрядности ШИМ	zero_offset ⁽¹⁾	Uint (2)	D02	D22	D42	D62	D82	DA2
Максимальный ток выхода	Imax_out ⁽²⁾	Float (4)	D04	D24	D44	D64	D84	DA4
Диапазон выходного тока, нижняя граница	Imin ⁽²⁾	Float (4)	D08	D28	D48	D68	D88	DA8
Диапазон выходного тока, верхняя граница	Imax ⁽²⁾	Float (4)	D0C	D2C	D4C	D6C	D8C	DAC
Диапазон параметра, нижняя граница	Dmin ⁽²⁾	Float (4)	D10	D30	D50	D70	D90	DB0
Диапазон параметра, верхняя граница	Dmax ⁽²⁾	Float (4)	D14	D34	D54	D74	D94	DB4
Коэффициент А расчета значения ШИМ	coeff_out_a	Float (4)	D18	D38	D58	D78	D98	DB8
Коэффициент В расчета значения ШИМ	coeff_out_b	Float (4)	D1C	D3C	D5C	D7C	D9C	DBC

Примечания:

1. Передается в ШИМ аналогового выхода даже, если выход выключен (бит 15 mode_work равен 0).
2. Информационные данные, в работе модуля не участвуют.

Таблица 36. Список регистров выборки исходного сигнала и его спектра (для МК30/МК20 с версией ПО 1.15) МК21

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)
Регистр управления (только запись) биты 1:0 – Номер канала измерения бит 2 – вид запроса (0 – сигнал; 1 - спектр) бит 3 – период запроса сигнала ((0 – 1000) мс (МК20), 500 мс (МК30); (1 – 50) мс), при запросе спектра не имеет значения бит 4 – выполнить запрос данных бит 5 – отменить текущее задание (имеет более высокий приоритет чем запрос данных) биты 15:6 – резерв (должны равняться 0)	SampleTask	Uint (2)	FF3F
Регистр статуса (только чтение): биты 1:0 – Номер канала измерения бит 2 – вид запроса (0 – сигнал; 1 - спектр) бит 3 – период запроса сигнала ((0 – 1000) мс (МК20), 500 мс (МК30); (1 – 50) мс), при запросе спектра не имеет значения бит 4 – выполняется задание, по готовности данных сбрасывается в 0 бит 5 – ожидание захвата данных бит 6 – ожидание вычисления данных бит 7 – задание выполнено, можно считывать данные (при новом запросе данных автоматически сбрасывается в нуль) бит 8 – Отмена текущего задания бит 9 – Новое задание отклонено т.к. не выполнено предыдущее (выполнение текущего задания не прерывается) бит 10 – статус вычисления данных (служебный бит) биты 15:11 – резерв, всегда равны 0	SampleStatus	Uint (2)	3F00
Результат запроса данных (только чтение) <u>Исходный сигнал представляется в мА:</u> Модуль МК20 – 2048 выборок за 1 с или 50 мс Модуль МК21 – не выполняется Модуль МК30 – 2048 выборок за 0.5 с или 50 мс <u>Спектр сигнала:</u> Модуль МК20 – 512 составл. спектра, разреш. 1 Гц, размах в мкВ Модуль МК21, МК30 – 1024 составл. спектра, разреш. 1 Гц, СКЗ в мм/с	SampleData	float(4)	4000 – 5F00

Примечания:

1. Запись в регистр управления производится по правилам управляющей команды (бит 7 SampleStatus автоматически сбрасывается).
2. Нулевую и первую гармонику запрашиваемого спектра рекомендуется обнулить перед построением графика и не учитывать в анализе.
3. При запросе спектра постоянная составляющая размещается по адресу 0x4000 и далее. Не используемая область буфера захвата данных обнуляется и может не считываться управляющей системой.
4. Данные в буфере захвата данных сохраняются до следующего запроса.

Таблица 37. Список системных параметров и интерфейсов связи модулей МК20, МК21, МК30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра (Hex)
Номер модуля от 0 до 9999	board_number	Uint (2)	E00
Год выпуска модуля 0 до 99	board_year	Uint (2)	E02
Резерв	reserv_1 ⁽¹⁾	Uint (2)	E04
Задержка включения логической сигнализации после сброса (включения) модуля	start_ready_wait	Uint (2)	E06
Минимально допустимая частота вращения агрегата, об/мин	freq_min	Float (4)	E08
Максимально допустимая частота вращения агрегата, об/мин	freq_max	Float (4)	E0C
Допустимое отклонение частота вращения в режиме стабилизации, об/мин	freq_delta	Float (4)	E10
Резерв	reserv_2 ⁽¹⁾	Uint (2)	E14
Время определения стабилизации/дестабилизации частоты вращения по 0.5 с	freq_delta_time	Uint (2)	E16
Базовая частота при отсутствии импульсов синхрон., об/мин	freq_basic_no_sync	Uint (2)	E18
Резерв	reserv_3 ⁽¹⁾	Uint (2)	E1A
Разрешить работу RS485 интерфейса: 0 – работа интерфейса запрещена не ноль – интерфейс включен	rs485_enable ⁽²⁾	Uint (2)	E1C
Разрешение изменения параметров по RS485 интерфейсу: 0 – изменения разрешены; не ноль – изменения запрещены	rs485_change	Uint (2)	E1E
Скорость обмена по RS485 интерфейсу: 0 – 4800 бит/с 1 – 9600 бит/с 2 – 19200 бит/с 3 – 38400 бит/с 4 – 57600 бит/с 5 – 115200 бит/с	rs485_speed ⁽²⁾	Uint (2)	E20
Адрес модуля на RS485 интерфейсе (от 1 до 247)	rs485_adres ⁽²⁾	Uint (2)	E22
Разрешение работы CAN интерфейса: 0 – работа интерфейса запрещена не ноль – интерфейс включен	can_enable ⁽²⁾	Uint (2)	E24
Скорость обмена по интерфейсу CAN: 0x00 – 1000 кбит/с 0x01 – 500 кбит/с 0x02 – 250 кбит/с 0x03 – 200 кбит/с 0x04 – 125 кбит/с 0x05 – 100 кбит/с 0x06 – 40 кбит/с	can_speed ⁽²⁾	Uint (2)	E26
Адрес модуля на CAN интерфейсе (от 0 до 65535)	can_adres ⁽²⁾	Uint (2)	E28
Период отправки данных по CAN интерфейсу (биты 8:0), по 0.5 с; Передача сообщения присутствия (бит 12) Передача сообщения: Частота, лог. Сигнализация, флаги системы (бит 13)	can_out_data_sys	Uint (2)	E2A
Флаги разрешения периодической передачи данных по каналам измерения для модуля МК20: Бит 0 – Ток датчика, зазор Бит 1 – виброперем., флаги состояния канала измерения Бит 2 – НЧ, ВЧ виброперемещение Бит 3 – Амплитуда и фаза 1-й оборотной виброперемещения Бит 4 – Амплитуда и фаза 2-й оборотной виброперемещения Бит 5 – Амплитуда 1/2-й оборотной виброперемещения			
Флаги разрешения периодической передачи данных по каналам измерения для модуля МК30: Бит 0 – Ток датчика Бит 1 – Общее СКЗ, флаги состояния канала измерения Бит 2 – НЧ, ВЧ СКЗ Бит 3 – СКЗ и фаза 1-й оборотной виброскорости Бит 4 – СКЗ и фаза 2-й оборотной виброскорости Бит 5 – Амплитуда и фаза 1-й оборотной виброперемещения Бит 6 – Размах«пик-пик» и коэфф.Формы сигнала виброскор.	can_out_channel_1	Uint (2)	E2C
	can_out_channel_2	Uint (2)	E2E
	can_out_channel_3	Uint (2)	E30
	can_out_channel_4	Uint (2)	E32

Примечания:

1. Резервный регистр, должен равняться нулю.
2. Вступают в силу только после сброса модуля.

Таблица 38. Список регистров общего состояния модулей МК20, МК21, МК30

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра (Hex)
Версия программного обеспечения модуля	version	Uint (2)	500
Флаги состояния модуля (Таблица 15)	sys_status	Uint (2)	502
Разрешение спектра, Гц	fixed spectr resolution	Float (4)	504

Таблица 39. Список регистров коррекции АФЧХ модуля МК21

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес параметра (Hex)
Число записей в таблице коррекции (максимум 30)	CalibrPoint	Uint (2)	1800
Постоянное вращение фазы, по 0.1 гр (от 0 до 3600)	PhaseConstCorrect	Uint (2)	1802
Постоянный множитель коррекции амплитуды	MagConstCorrect	Float (4)	1804
Записи таблицы коррекции (адреса указаны для первой записи)			
Частота калибровки, Гц	SpLine	Uint (2)	1808
Разность фазы основных гармоник, по 0.1 гр (от 0 до 3600)	Phase	Uint (2)	180A
Отношение амплитуды основных гармоник	Mag	Float (4)	180C

Таблица 40. Список регистров текущих результатов измерений модуля МК21 в размерности АЦП

Название	Тип (байт)	Адрес параметра по каналам (Hex)			
		1	2	3	4
Постоянная составляющая сигнала (канал 1, 2)	long (4)	1900	1904	1908	190C
Общий уровень вибрации (каналы 1,3,4 – размах; канал 2 - СКЗ)	long (4)	1910	1914	1918	191C
НЧ вибрация (каналы 1,3,4 – размах; канал 2 - СКЗ)	long (4)	1920	1924	1928	192C
ВЧ вибрация (каналы 1,3,4 – размах; канал 2 - СКЗ)	long (4)	1930	1934	1938	193C
1-я обратная вибрация (каналы 1,3,4 – размах; канал 2 - СКЗ)	long (4)	1940	1944	1948	194C
Отношение основных гармоник каналов 1, 3 до коррекции	Float (4)	RationMag		1950	
Разность фазы основных гармоник каналов 1, 3 до коррекции	Float (4)	DifferPhase		1954	
Отношение основных гармоник каналов 1, 3 после коррекции	Float (4)	RationMagCorr		1958	
Разность фазы основных гармоник каналов 1, 3 после коррекции	Float (4)	DifferPhaseCorr		195C	
Флаг удовлетворения требований к частоте синхронизации	Uint (2)	FreqDeviationOk		1960	

Управляющие регистры

Для выполнения управляющих команд в модулях МК20, МК21, МК30 предусмотрено несколько зарезервированных регистров. Чтение из регистров управления возвращает результат нуль. Команда управления выполняется только, если запись в регистры управления производится побайтно, а не потоком.

Таблица 41. Список регистров управления модулей МК20, МК21, МК30

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие
0xFF10	0x33	Заблокировать работу логической сигнализации
	0xCC	Разрешить работу логической сигнализации
	0x47	Выполнить пересчет коэффициентов согласования АФЧХ (только для МК21)
0xFF44	0x55	Сброс модуля
0xFF68	0x00	Сброс «скачка» параметров по каналу измерения:
	0x01	Канал 1
	0x02	Канал 2
	0x03	Канал 4
0xFFD0	0x00	Запись параметров канала измерения в энергонезависимую память:
	0x01	Канал 1
	0x02	Канал 2
	0x03	Канал 3
		Запись параметров в EEPROM возможна только, если:
		1. Заблокирована работа логических выходов;
		2. Разрешена запись в EEPROM.
При сохранении параметров в EEPROM измерения сигнала от датчиков по всем каналам модуля приостанавливаются (200 мс). По завершению записи параметров измерения автоматически восстанавливаются.		
0xFFE0	0x21	Сохранение текущей настройки модуля в энергонезависимой памяти. Запись параметров в EEPROM возможна только, если:
		3. Заблокирована работа логических выходов;
		4. Разрешена запись в EEPROM.
		При сохранении параметров в EEPROM работа модуля приостанавливается, процесс записи отображается на ЖКИ (для варианта 'Full'). По завершению записи происходит принудительный сброс модуля.

Модуль индикации БИ24

Таблица 42. Параметры работы модуля БИ24

Адрес	Назначение		Допустимый диапазон	Значение по умолчанию	Примечания
0x00	Разрешение настройки параметров по интерфейсу RS-485: 0x00 – запись запрещена не ноль – запись разрешена		-	0x01	По интерф. RS485 доступен только для чтения
0x01	Цифра 1	Состояние индикатора после включения питания (пауза инициализации – тест индикатора).	0x00 - 0xFF	0xFF	Соответствует коду "8.8.8.8."
0x02	Цифра 2		0x00 - 0xFF	0xFF	
0x03	Цифра 3		0x00 - 0xFF	0xFF	
0x04	Цифра 4		0x00 - 0xFF	0xFF	
0x05	Цифра 1	Состояние индикатора при ожидании первого приема данных с интерфейса связи после включения питания	0x00 - 0xFF	0x40	Соответствует коду "----"
0x06	Цифра 2		0x00 - 0xFF	0x40	
0x07	Цифра 3		0x00 - 0xFF	0x40	
0x08	Цифра 4		0x00 - 0xFF	0x40	
0x09	Цифра 1	Состояние индикатора при слишком длительном отсутствии данных с интерфейсов связи	0x00 - 0xFF	0x00	Соответствует коду " Err"
0x0A	Цифра 2		0x00 - 0xFF	0x79	
0x0B	Цифра 3		0x00 - 0xFF	0x50	
0x0C	Цифра 4		0x00 - 0xFF	0x50	
0x0D	Тайм-аут отсутствия данных с интерфейсов связи для вывода информации на индикаторы (по 0.5 с)		4 - 255	10	Тайм-аут по умолчанию 5.5 с
0x0E	Длительность паузы инициализации (по 30. мс)		0 - 255	10	Пауза по умолчанию 0.30 с
0x0F	Разрешение вывода сообщения об отсутствии данных с интерфейсов связи: 0x00 – вывод запрещен, на индикаторах отображается последняя полученная информация не ноль – вывод сообщения разрешен		0x00 – 0xFF	0x01	
0x10	Яркость свечения индикаторов 0 – наименьшая яркость		0 - 8	5	
0x11	Адрес устройства		1 - 247	0x40	
0x12	Код скорости обмена по интерфейсу RS-485: 0x00 = 4800, 0x01 = 9600, 0x02 = 19200, 0x03 = 38400		0 - 3	1	Для принятия изменений требуется сброс платы
0x13	Номер модуля (тип модуля)		0x00 – 0xFF	0x50	
0x14	Включение функции измерения частоты импульсов: 0x00 – измерение частоты выключено не ноль – измерение частоты включено, на индикаторе обновляется значение измеренной частоты с установленным периодом измерений. Вывод данных на ЖКИ внешними командами заблокирован		0x00 – 0xFF	1	Для принятия изменений требуется сброс платы
0x15	Активный фронт импульсов 0x00 – передний фронт не ноль – задний фронт		0x00 – 0xFF	0	Для принятия изменений требуется сброс платы
0x16	Период измерения частоты по 0.5 с (0 соответствует 0.5 с)		0x00 – 0xFF	3	Период измерений по умолчанию 2 с
0x17	Интервал времени для детектирования останова в периодах измерений (0 соответствует одному периоду измерений)		0x00 – 0xFF	9	20 секунд Минимальная частота измерений – 3 Об/мин
0x18	Формат вывод частоты 0x00 – Об/мин (XXXX) не ноль – тыс. Об/мин (XX.XX)		0x00 – 0xFF	0	Об/мин (XXXX)
0x19	Цифра 1	Состояние индикатора при детектировании останова	0x00 - 0xFF	0x6D	Соответствует коду "Stop"
0x1A	Цифра 2		0x00 - 0xFF	0x78	
0x1B	Цифра 3		0x00 - 0xFF	0x3F	
0x1C	Цифра 4		0x00 - 0xFF	0x73	
0x1D	Младший байт измеренной частоты		-	0x00	Доступны только для чтения
0x1E	Старший байт измеренной частоты		-	0x00	

Параметры работы модуля БИ24 (продолжение)

Адрес	Назначение	Допустимый диапазон	Значение по умолчанию	Примечания
0x1F	Разрешение прием данных по CAN2.0B интерфейсу: 0x00 – прием запрещен не ноль – прием разрешен	-	0x00	Для принятия изменений требуется сброс платы
0x20	Скорость передачи данных по шине CAN: 0x00 – 1000 кбит/с 0x01 – 500 кбит/с 0x02 – 250 кбит/с 0x03 – 200 кбит/с 0x04 – 125 кбит/с 0x05 – 100 кбит/с 0x06 – 40 кбит/с	0x00 – 0x06	0x00	
0x21	Код модуля передатчика	0x00 – 0xFF	0x00	
0x22	Младший байт номера модуля передатчика	0x00 – 0xFF	0x00	
0x23	Старший байт номера модуля передатчика	0x00 – 0xFF	0x00	
0x24	Код данных в посылке	0x00 – 0xFF	0x00	
0x25	Смещение данных в посылке	0x00 – 0x06	0x00	
0x26	Тип данных 0x00 – unsigned int (без знаковое целое 2б) 0x01 – signed int (знаковое целое 2 байта) 0x02 – float 3 (вещественное 3 байта) 0x03 – float 4 (вещественное 4 байта)	0x00 – 0x03	0x00	
0x27	Формат вывода данных на индикатор 0x00 – #### (от -999 до 9999) 0x01 – ##.# (от -99.9 до 999.9) 0x02 – ##.## (от -9.99 до 99.99) 0x03 – #.### (от 0.000 до 9.999)	0x00 – 0x03	0x00	
0x28	Младший байт версии ПО БИ24	0x00 – 0xFF	Зависит от версии БИ24	Доступны только для чтения
0x29	Старший байт версии ПО БИ24	0x00 – 0xFF		

Примечания:

- Чтение несуществующих регистров дает результат 0.
- Запись в несуществующие регистры или регистры, доступные только на чтение, не вызывает никаких действий.
- Расположение цифр индикатора и соответствие бит данных с сегментами индикатора смотрите на рисунке 1. Сегмент индикатора светиться, если соответствующий бит данных равен 1.

Внимание. В модулях контроля изменение параметров возможно только, если заблокирована работа логических выходов, иначе передаваемые данные игнорируются.

Примечание. Запись данных по несуществующим адреса не вызывает никаких действий, кроме случаев, когда запись по специальным адресам воспринимаются как команды управления (смотрите описание интерфейсов управления).

Примечание. Чтение данных с несуществующих адресов дает результат нуль.

Программное обеспечение для настройки модулей с помощью ПК

Специализированная программа для настройки модулей имеет удобный интерфейс и возможность доступа ко всем параметрам модуля. Для работы программы настройки необходимо подключить модуль к компьютеру через модуль диагностического интерфейса MC01.

С помощью программы на ПК можно:

- Выполнять настройку всех параметров работы модуля;
- Сохранять шаблоны настроек в виде файлов;
- Сохранять текущие параметры настройки в энергонезависимой памяти модуля;
- Производить сброс модуля;
- Читать текущую настройку параметров модуля;
- Читать текущее значение измеряемых параметров и состояние каналов измерения.

Подключите модуль к компьютеру через плату диагностического интерфейса MC01.

Для модуля МК20 – mk20_setup.exe

Для модуля МК21 – mk21_setup.exe

Для модуля МК30 – mk30_setup.exe

Для модуля БИ24 – bi24_setup.exe

В меню «Соединение» выберете COM порт, к которому подключен переходник MC01 и дайте команду «Соединить».

При подключении тестируется наличие переходника MC01 и модуля. При ошибке будет выдано сообщение, соответствующее возникшей ошибке.

Если соединение прошло нормально, то индикатор обновления данных начнет мигать, синхронно с выполняемыми запросами данных из модуля.

Модули МК20, МК21, МК30

Большинство окон программ настройки для модулей МК20, МК21, МК30 очень похожи, поэтому в данном разделе будут рассмотрены окна программы для одного из модулей МК20 или МК30. Отдельно будут показаны отличия программы настройки для МК21.

В основном окне программы настройки (Рисунок 38) отображаются текущие значения измеренных параметров, состояние сигнализации и логических выходов. Состояние сигнализации по каналам измерения и общее состояние модуля показано в виде круглых индикаторов. Назначение конкретных индикаторов можно узнать, подведя курсор к соответствующему индикатору, появится всплывающая подсказка.

Если работа логических выходов не заблокирована, то активный уровень сигнала на логических выходах сигнализируется красным светом. При блокировке логических выходов пользователь может видеть предварительное состояние логической сигнализации. Логические выходы, которые должны быть активны при включении логических выходов, светятся желтым цветом.

Обновление информации о состоянии модуля пользователь может контролировать по мигающему зеленому индикатору в верхнем левом углу окна программы.

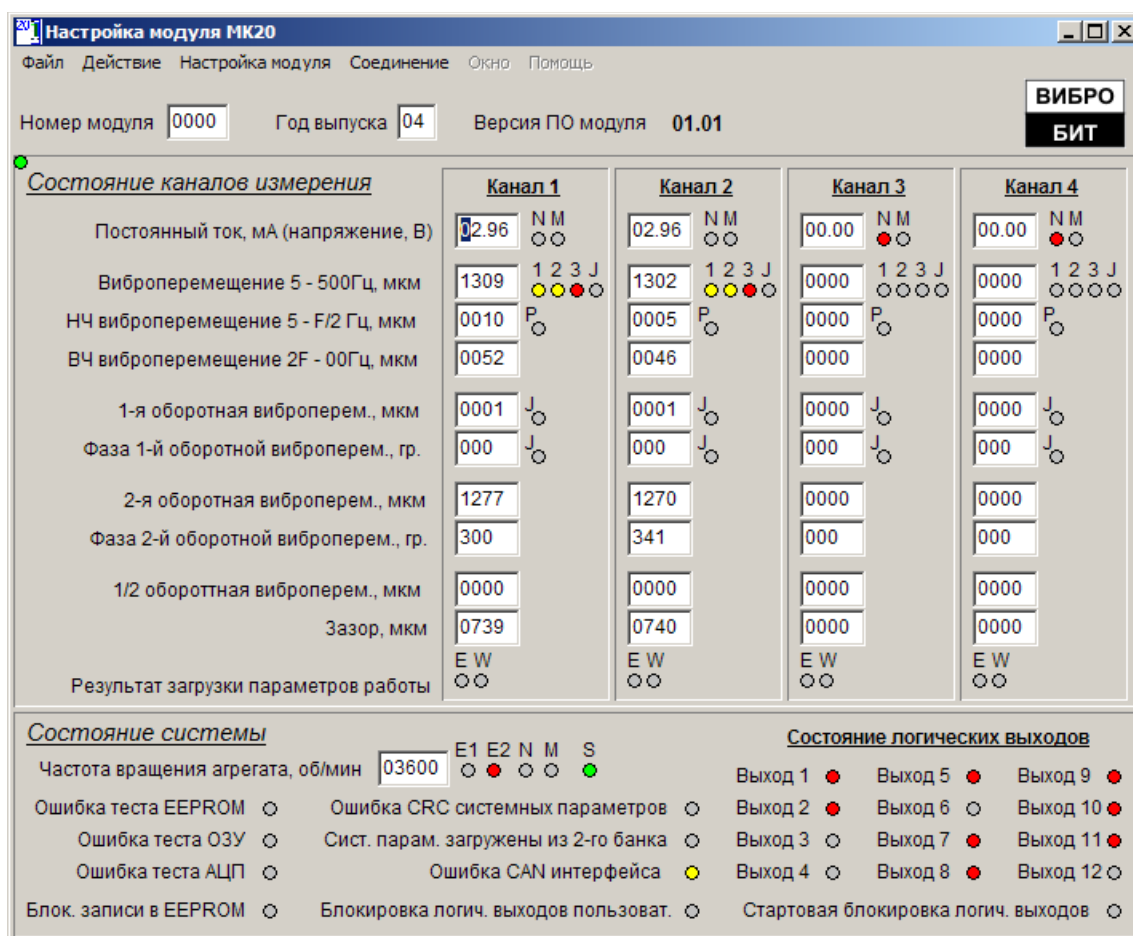


Рисунок 38. Основное окно программы настройки модуля

Для настройки режимов работы модуля МК20 необходимо активизировать соответствующее окно в меню «Настройка модуля» состоящее из следующих пунктов:

- Каналы измерения, настройка параметров каналов измерения;
- Логические выходы, настройка логической сигнализации;
- Аналоговые выходы, настройка унифицированных аналоговых выходов;
- Сист. настройки и интерфейсы связи.

В каждом окне настройки возможно локальная загрузка параметров по каждой группе настроек.

В меню «Файл» предусмотрена возможность сохранения и восстановления параметров работы модуля на диске компьютера:

- Загрузить настройки из файла;
- Сохранить настройки в файле;
- Текстовый отчет настройки модуля, автоматическая генерация формуляра модуля;
- Сброс формы – окна программы сбрасываются в состояние, соответствующее первоначальному запуску программы.

Для управления модулем в меню «Действие» предусмотрены следующие пункты:

- Блокировка логической сигнализации. Если установлен флаг выбора над данным пунктом меню, то логическая сигнализация заблокирована. При блокировке логической сигнализации активируются пункты меню, позволяющие выполнять загрузку настроек в модуль МК20.
- Сброс модуля. При сбросе модуля соединение с модулем не теряется.
- Прочитать все настройки из модуля.
- Загрузить все настройки в модуль.
- Сохранить текущие настройки в EEPROM. Действие возможно только при блокировке логических выходов и разрешенной записи в EEPROM.

Основные параметры работы модуля настраиваются в окне – Параметры каналов измерения модуля (Рисунок 39).

Выбор канала измерения, для которого выполняется настройка параметров, осуществляется кнопками в верхнем левом углу окна программы.

При изменении значений параметров, изменения требуется подтвердить нажатием на кнопку «Принять изменения».

В пункте меню «Вычисления» по исходным данным предусмотрен автоматический расчет коэффициентов:

- Виброперемещения;
- Ток датчика;
- Коррекции фазы;
- Унифицированного выхода.

Командами меню «Действие» можно прочитать/передать параметры настройки для выбранного канала измерения.

Параметры каналов измерения модуля МК20

Вычисления Действия

Канал 1 Канал 2 Канал 3 Канал 4

Контрольные значения

Уставка 1 общего СКЗ, мм/с 04.50

Уставка 2 общего СКЗ, мм/с 07.10

Уставка 3 общего СКЗ, мм/с 11.20

Гист. по уст. общего СКЗ, мм/с 0.20

Время детект. перехода через уставку общего СКЗ, с 03.0

Уставка НЧ СКЗ, мм/с 00.50

Гист. по уст. НЧ СКЗ, мм/с 0.20

Время детект. перехода через уставку НЧ СКЗ, с 03.0

Исходные данные

Сопротивление входного резистора, Ом 0140.0

Ток датчика, мА от 04.00 до 20.00

Диапазон виброскорости по диапазону тока датчика, мм/с от 02.00 до 15.00

Детектирование скачка параметров

	Общее СКЗ	1-й оборотной СКЗ	Фаза
Пауза старта алгоритма, с	10.5	10.5	10.5
Мин. время стабилизации, с	05.5	05.5	05.5
Крутизна изменения, мм/с (гр.)	0.05	0.05	002
Миним. уров. скачка, мм/с (гр.)	1.00	1.00	030

Глубина усредн. результатов

Общее СКЗ 5

НЧ СКЗ 10 - F/2 Гц 5

ВЧ СКЗ 2F - 1000 Гц 5

СКЗ 1-й оборотной 5

Фаза 1-й оборотной 5

СКЗ 2-й оборотной 5

Фаза 2-й оборотной 5

Размах "пик-пик" 10

Ток датчика 5

Расчетные коэффициенты

	Козфф. А	Козфф. В
Общее, НЧ, ВЧ СКЗ виброск.	0.0454127	0.00993406
Оборот. составл. СКЗ виброскор.	0.0357658	0.0125181
Ток датчика	-0.222027	0.00176211
Размах "пик-пик"	-3.2548	0.0177997
Мин.уровень СКЗ для вычисл. коэфф. формы	0.20	Мин. уров. СКЗ для вычисл. фазы 0.20
Мин.уровень спектр. составл.	00400	Козфф. коррекции фазы, гр/Гц 0.2375
		Пост. корр. фазы обор. сост., гр 0000

$Y = A + B * \Delta ЦП$

Тест датчика

Миним. ток датчика, мА 00.00

Максим. ток датчика, мА 50.00

Гист. теста датчика, мА 0.50

Время детект. перехода через уставки теста датч., с 03.0

Принять изменения Отменить

Рисунок 39. Окно параметров каналов измерения модуля

В окне вычислений представлена форма (Рисунок 40), заполнив которую автоматически могут быть определены расчетные коэффициенты. По «Холодному старту» модуля на ЖКИ выводятся значения параметров в размерности АЦП. Подавая на входы модуля испытательные сигналы, необходимо заполнить поля данного окна. Нажав на кнопку «Вычислить» вычисляются расчетные коэффициенты для соответствующего канала измерения.

	Диапазон для отобр. на ЖКИ		Значения АЦП								
			Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		
Расчет постоянной составляющей (тока, напряжения датчика)	5.60	28.00	826	4004	828	4005	827	4004	828	4005	
Расчет общего, НЧ, ВЧ уровня виброскорости	9.90	79.20	248	1992	248	1992	248	1992	248	1992	
Расчет оборотных составл. виброскорости			197	1581	197	1581	197	1581	197	1581	
Расчет 2A виброскорости	28.00	224.01	439	3192	436	3192	446	3200	446	0	
	Диапазон для отобр. на ЖКИ		Значения ЦАП								
			Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		
Расчет коэфф. аналоговых выходов	0.00	79.20	509	2367	400	2257	487	2337	400	2249	
Текущее измеренное значение фазы											
Расчет коррекции фазы	Частота генератора, Гц		80	Канал 1	19	Канал 2	19	Канал 3	19	Канал 4	18

Рисунок 40. Окно расчета коэффициентов для модуля

Поля формы, выделенные красным цветом, указывают на то, что данное значение неправильное и оно не участвует в расчетах.

При расчете коэффициентов аналоговых (унифицированных выходов) считается, что данные с канала 1 поступят на 1-й аналоговый выход и т.д., хотя в настройках аналоговых выходов предусмотрено свободное назначение источника данных.

В окне настройки аналоговых выходов (Рисунок 41) предусмотрены все необходимые средства для определения параметров и настройки режима работы унифицированных выходов.

Действие	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	Канал 5	Канал 6
Разрешить работу выхода	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Тип данных (исх.данные)	Ток датчика	Ток датчика	Ток датчика	Ток датчика	Ток датчика	Ток датчика
Канал измерения	Канал 1	Канал 1	Канал 1	Канал 1	Канал 1	Канал 1
Диапазон параметра (D)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Диапазон выходного тока, мА	00.00 00.00	00.00 00.00	00.00 00.00	00.00 00.00	00.00 00.00	00.00 00.00
Максимальный ток выхода, мА	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
Смещ. нуля вых. (Zoffset), ЦАП	0000	0000	0000	0000	0000	0000
Коефф. расчета значения ЦАП ЦАП = Zoffset + Ka + D * Kb	Вычислить	Вычислить	Вычислить	Вычислить	Вычислить	Вычислить
Коефф. Ka	0	0	0	0	0	0
Коефф. Kb	0	0	0	0	0	0

Рисунок 41. Окно настройки аналоговых выходов модулей

Рядом с параметром значения «Смещение нуля» предусмотрены кнопки для передачи текущего значения смещения в модуль (операция доступна только при заблокированной логической сигнализации).

По нажатию на кнопку «вычислить» автоматически рассчитываются коэффициенты ШИМ для данного аналогового выхода по предварительно введенным данным методом коррекции нуля унифицированного выхода (смотрите описание работы унифицированных выходов).

Изменения, сделанные в окне настройки логических выходов (Рисунок 42), сразу вступают в силу и не требуют подтверждения (в модуль изменения передаются только по команде пользователя).

В данном окне возможна настройка логической сигнализации и условий включения светодиодов 'War', 'Alarm' на лицевой панели модуля.

Рисунок 42. Окно настройки логических выходов модуля

Для удобства пользователя назначения на одинаковые логические группы выделяются одинаковым цветом.

Возможна генерация текстового отчета настройки логической сигнализации. Для этого в меню «Дополнительно» необходимо выбрать пункт «Текстовая форма записи сигнализации». На экране появится новое окно с отчетом настройке логических выходов (Рисунок 50).

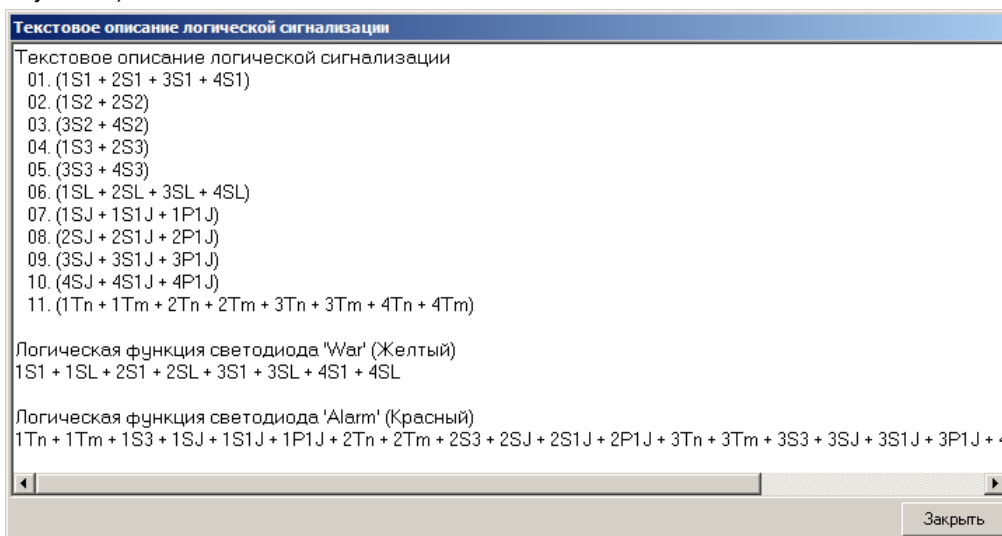


Рисунок 43. Текстовое окно настройки логических выходов модуля МК20

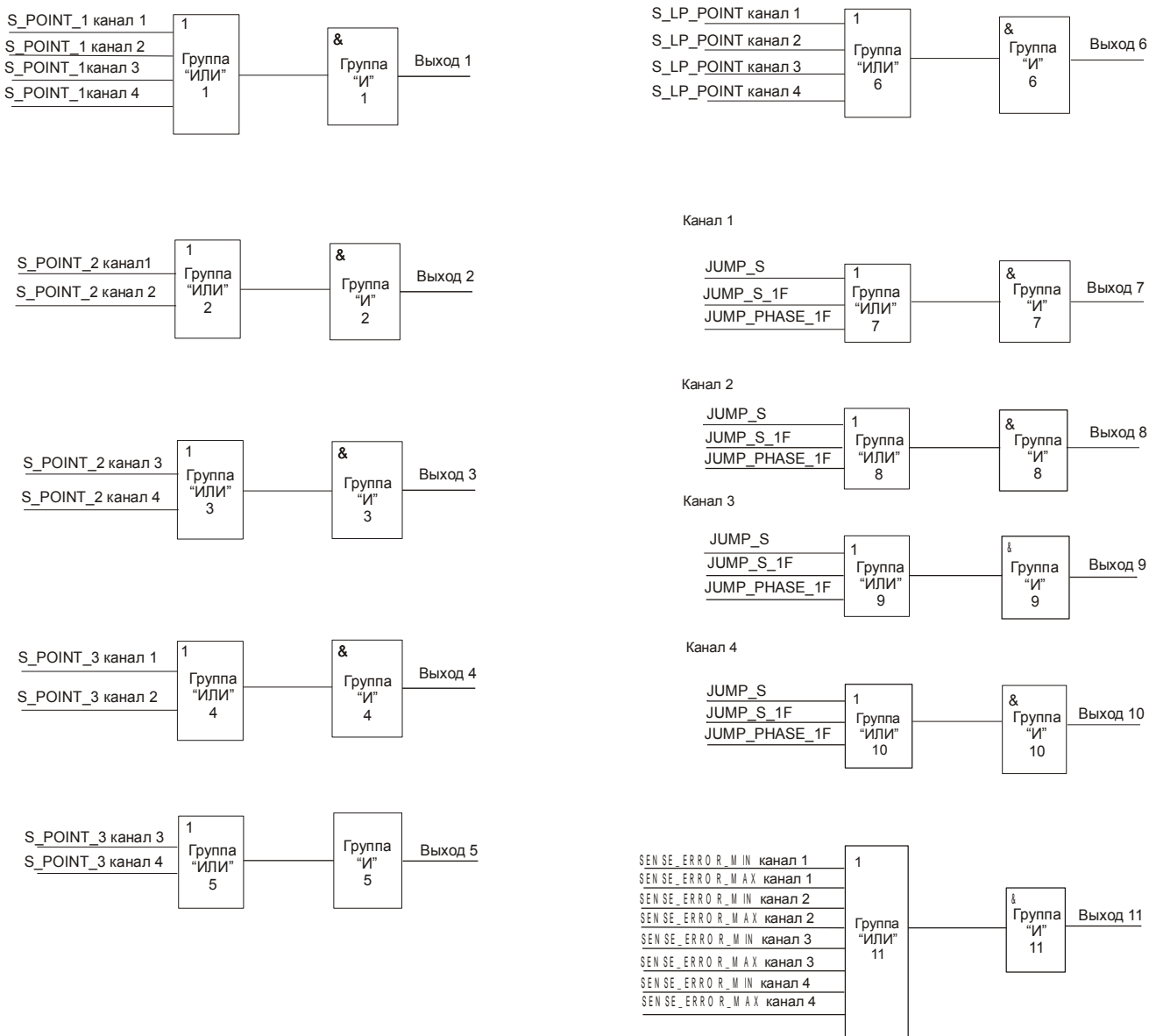


Рисунок 44. Схема логической сигнализации по настройке, представленной на рисунке 51.

В окне настройки параметров системы и интерфейсов связи устанавливаются параметры (Рисунок 45):

- Синхронизации;
- Интерфейсов RS485, CAN2.0B;
- Идентификационные данные (Номер модуля, год выпуска модуля).

Рисунок 45. Окно настройки системных параметров и интерфейсов связи модулей МК20, МК30

Для формирования текстового документа о параметрах работы модулей предусмотрена функция генерации тестового отчета (Рисунок 46). В состав текстового отчета входят абсолютно все параметры модуля. Данный текстовый отчет может использоваться как дополнительный лист к паспорту модуля. Текст отчета может быть сохранен на диске.

Рисунок 46. Окно текстового отчета настройки модуля МК20

Дополнительно предоставляется возможность просмотра осциллограммы и спектрограммы входного сигнала для версии ПО МК20/МК30 1.15 и выше. Пример вида окна с осциллограммой сигнала по каналу 2 показан на рисунке 64, а спектр того же сигнала на рисунке 65.

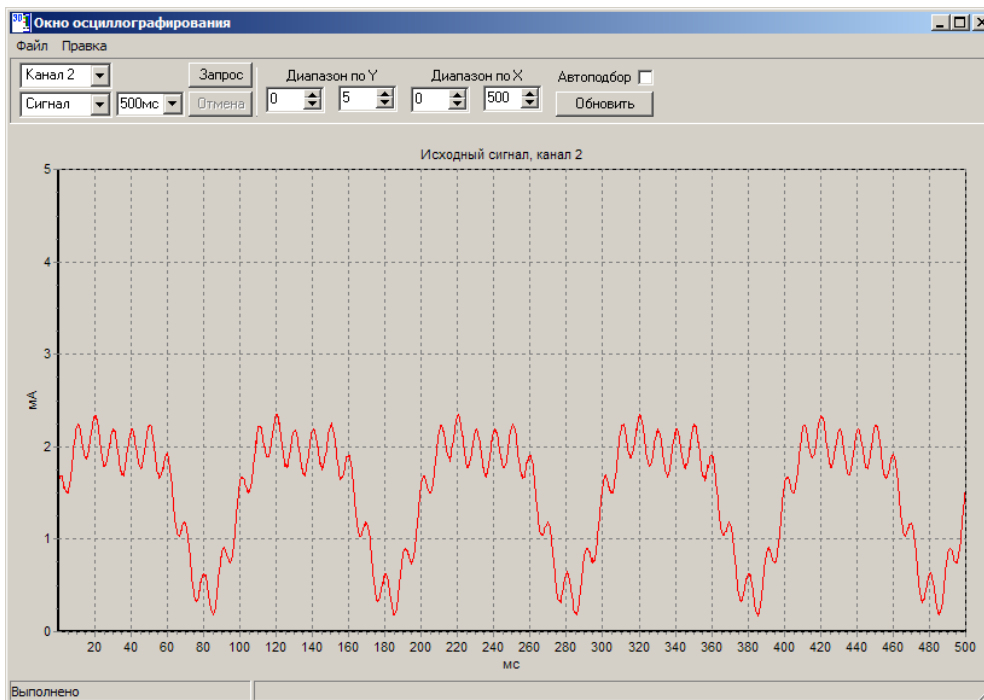


Рисунок 47. Окно осциллограммы, осциллограмма сигнала канала 2

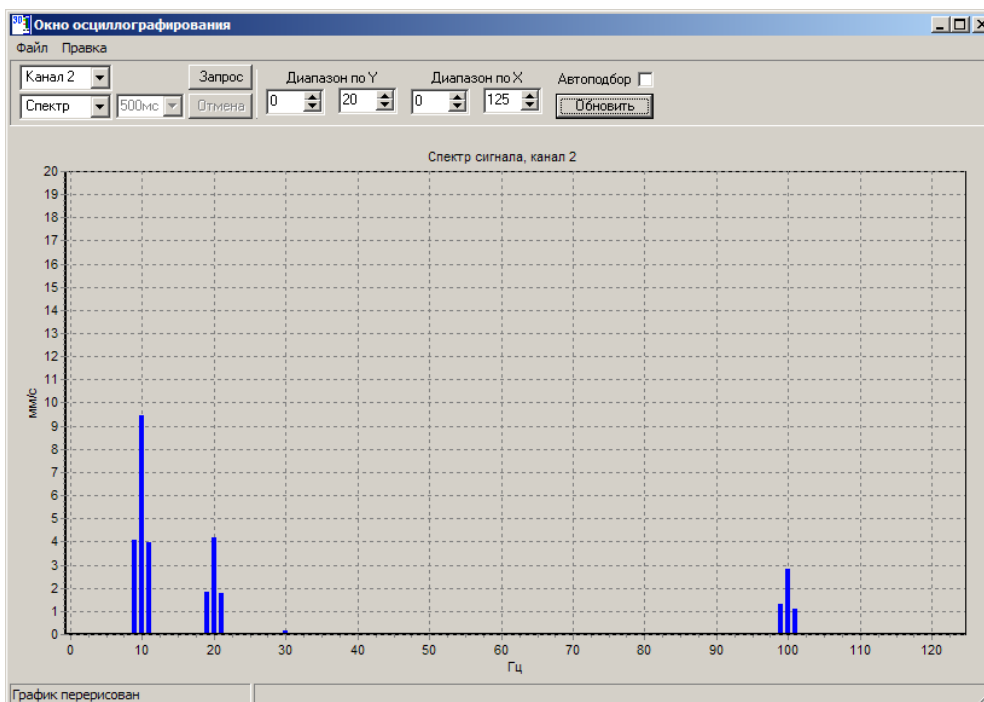


Рисунок 48. Окно осциллограммы, спектрограмма сигнала канала 2 (установлен диапазон (0 – 125) Гц)

В программе настройки МК21 предусмотрено окно согласования АФЧХ каналов относительного виброперемещения ротора и абсолютного виброперемещения опоры.

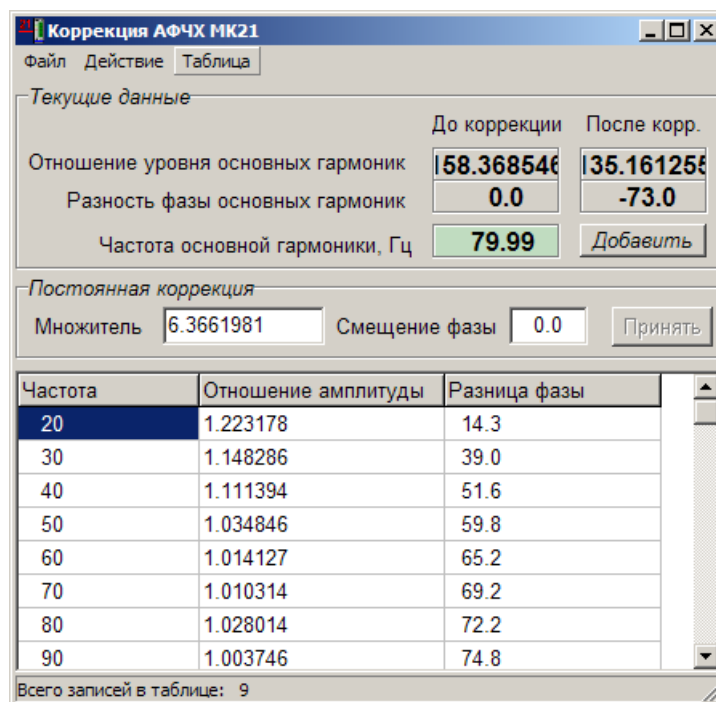


Рисунок 49. Окно коррекции АФЧХ модуля МК21

В окне предусмотрены все необходимые средства для удобного выполнения согласования АФЧХ. С помощью основного меню окна можно произвести следующие действия:

Меню «**Файл**»

- Открыть из файла параметры коррекции АФЧХ для модуля МК21;
- Сохранить в виде файла текущие данные коррекции АФЧХ.

Меню «**Действие**» - активно только при соединении с модулем МК21:

- Прочитать текущие данные коррекции из модуля;
- Загрузить данные коррекции в модуль (доступно только при блокировке логических выходов модуля);
- Выполнить пересчет коэффициентов коррекции (доступно только при блокировке логических выходов модуля).

Меню «**Таблица**»

- Добавить новые данные в таблицу коррекции;
- Удалить строку из таблицы коррекции, на которой расположен курсор.

При подключении к модулю в разделе «*Текущие данные*» отображаются текущее отношение уровня основных гармоник и разности фазы до и после выполнения коррекции, а также текущая частота синхронизации в Гц. Если коррекция ранее не проводилась, то значения в полях «*До коррекции*» и «*После коррекции*» будут одинаковыми.

Разности фаз и отношения основных гармоник отображаются только при кратности частоты синхронизации 1 Гц с точностью до 0.05 Гц. При выполнении условий к частоте синхронизации значение частоты имеет зеленый фон, а кнопка «*Добавить*» становится активной.

При добавлении в таблицу корректировки записи с частотой, по которой уже есть запись, старые данные заменяются на новые. Записи в таблице автоматически сортируются по возрастанию значения частоты коррекции.

Раздел «*Постоянная коррекция*» позволяет ввести коэффициенты, учитывающих параметры датчиков и их установки. Параметр «*Множитель*» влияет на значения отношения амплитуды основной гармоники до выполнения коррекции. Он должен быть установлен и передан в модуль до выполнения калибровки коррекции. Параметр «*Смещение фазы*» - позволяет учесть конструктивное исполнение и взаимное расположение датчиков при их установке. Данный параметр не влияет на значения рассогласования «*До коррекции*».

После выполнения калибровки данные коррекции должны быть загружены в модуль и должна быть выполнена команда «*Пересчет коэффициентов*». При правильной калибровке отношение между амплитудами основной гармоники должно быть близким к единицы, а разность фазы – к нулю.

Для сохранения параметров калибровки в энергонезависимой памяти модуля необходимо дать соответствующую команду из меню «*Действие*» основного окна программы настройки.

При включении питания модуль МК21 самостоятельно рассчитывает необходимые коэффициенты коррекции, по данным, сохраненным в энергонезависимой памяти модуля.

Модуль БИ24

Специализированная программа для настройки БИ24 имеет удобный интерфейс и возможность доступа ко всем параметрам БИ24 (Рисунок 50).

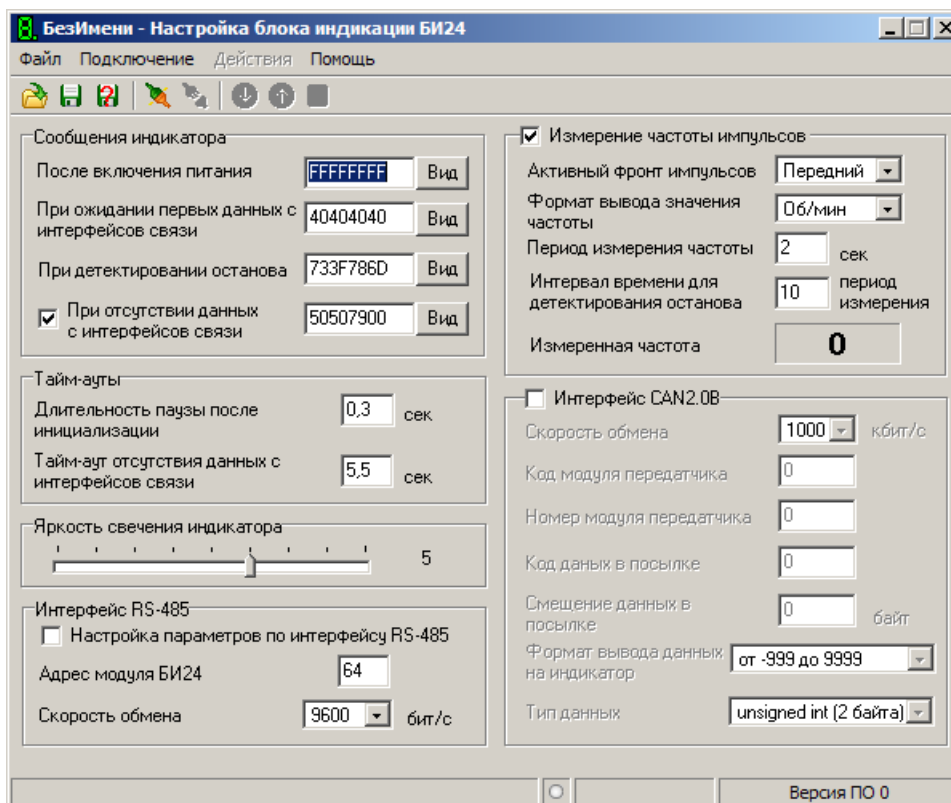


Рисунок 50. Окно программы настройки БИ24

После успешного соединения активируется меню «Действие». Состав команд меню «Действие»:

- «Прочитать настройки из модуля» - выполняется считывание всех настроек из БИ24. При этом текущие настройки в форме заменяются прочитанными из БИ24
- «Загрузить настройки в модуль» - настройки из формы передаются в модуль БИ24. Перед загрузкой производится проверка параметров на допустимые значения. При ошибке выдается соответствующее сообщение, а в место ошибки устанавливается курсор.
- «Сброс модуля» - передается команда сброса БИ24. При сбросе связь с БИ24 не теряется.
- «Сохранить текущую настройку в памяти» - Настройка, загруженная в БИ24, сохраняется в энергонезависимой памяти БИ24. При записи связь с БИ24 не теряется, а после записи сброс БИ24 автоматически не производится.

Текущее состояние формы может быть сохранено в виде файла на диске ПК. В дальнейшем эти файлы могут использоваться как шаблоны, и при новом включении программы настройки загружены в форму.

Для работы с формой предусмотрены следующие команды в меню «Файл»:

- «Открыть» - загружает параметры настройки из файла в форму. При открытии появляется диалоговое окно выбора файла, а при загрузке проверяется корректность открытого файла. В случае ошибки выдается соответствующее предупреждение.
- «Сохранить» - сохраняет текущее состояние формы на диске. При сохранении открывается окно выбора файла. Если указанный файл существует на диске, то он автоматически заменяется новыми данными без предупреждения. Перед сохранением производится проверка параметров на допустимые значения. В случае ошибки выдается соответствующее сообщение, а в место ошибки устанавливается курсор.
- «Новый» - форма настроек сбрасывается в исходное состояние.

Числовые параметры, которые требуют ввода числа, имеют всплывающие подсказки с допустимыми границами значений. Подведите курсор к окну ввода требуемого параметра, и через некоторое время появится сообщение о допустимых значениях.

Настройка состояния индикатора при сбросе, ожидании сигнала с интерфейсов связи, длительном отсутствии данных с интерфейсов связи и режиме останова при измерении частоты настраиваются через дополнительное окно (Рисунок 51).

В основной форме (Рисунок 50) выдается только шестнадцатеричный код сообщения без возможности изменения. Изменить выводимое сообщение можно, нажав на кнопку «Вид» возле соответствующего параметра.

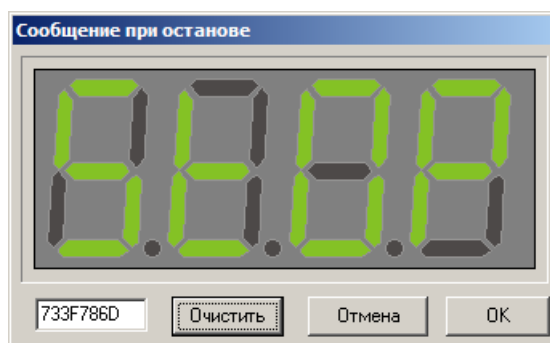


Рисунок 51. Окно настройки состояния индикатора модуля БИ24

На экране отображаются четыре 7-сегментных индикатора в состоянии, соответствующему текущему коду.

Нажав левой кнопкой мышки на сегменте индикатора, соответствующий сегмент переключится с автоматическим изменением кода состояния индикатора. Цифровой код можно ввести вручную. Для подтверждения изменений нажмите кнопку «ОК». Для отмены изменений – кнопку «Отмена»

Подробное описание работы с программой настройки БИ24 можно посмотреть выбрав пункт меню «Помощь->Инструкция по работе...» или нажав на кнопку «F1».

Приложение А. Назначение контактов разъемов

В данном приложении указано назначения контактов основного разъема модулей.

Таблица 43. Модуль МК20, МК21, МК30

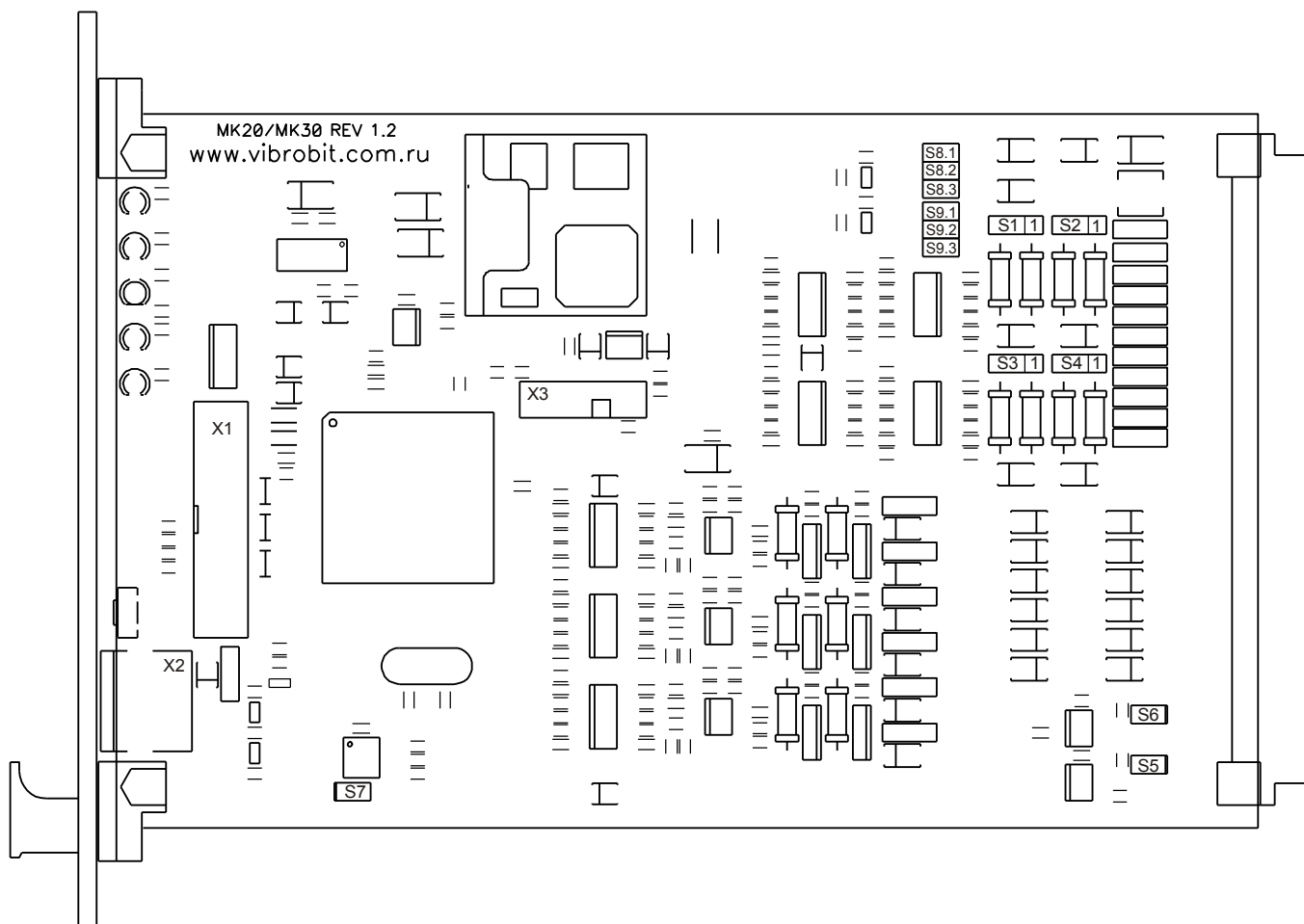
Номер контакта	Обозначение	Назначение
A2	GND	Общий
A4	GND	Общий
A6	+24V	Напряжение питания модуля
A16	Aout 5	Аналоговый выход 5
A18	Aout 6	Аналоговый выход 6
A20	Lout 1	Логический выход 1
A22	Lout 2	Логический выход 2
A24	Lout 3	Логический выход 3
A26	Lout 4	Логический выход 4
A28	CAN GND	Общий CAN интерфейса
A30	RS485 GND	Общий RS485 интерфейса
A32	GND	Общий
B1	GND	Общий
B3	Fin 1	Основной импульсный вход
B5	+24V	Напряжение питания модуля
B7	Spw 1 +24 V	Напряжение питания датчика канала 1
B9	Spw 2 +24 V	Напряжение питания датчика канала 2
B11	Spw 3 +24 V	Напряжение питания датчика канала 3
B13	Spw 4 +24 V	Напряжение питания датчика канала 4
B15	Aout 1	Аналоговый выход 1
B17	Aout 3	Аналоговый выход 3
B19	Lout 5	Логический выход 5
B21	Lout 6	Логический выход 6
B23	Lout 7	Логический выход 7
B25	Lout 8	Логический выход 8
B27	CAN H	Провод H CAN интерфейса
B29	RS485 B(-)	Провод B(-) RS485 интерфейса
B31	GND	Общий
C2	GND	Общий
C4	Fin 2	Резервный импульсный вход
C6	+24 V	Напряжение питания модуля
C8	Sin 1	Вход канала 1
C10	Sin 2	Вход канала 2
C12	Sin 3	Вход канала 3 (в модуле МК21 не используется)
C14	Sin 4	Вход канала 4 (в модуле МК21 не используется)
C16	Aout 2	Аналоговый выход 2
C18	Aout 4	Аналоговый выход 4
C20	Lout 9	Логический выход 9
C22	Lout 10	Логический выход 10
C24	Lout 11	Логический выход 11
C26	Lout 12	Логический выход 12
C28	CAN L	Провод L CAN интерфейса
C30	RS485 A(+)	Провод A(+) RS485 интерфейса
C32	GND	Общий

Таблица 44. Блок БИ24

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	RS485-B/CAN-H	Провод В(-) RS485 / H CAN
2	RS485-A/CAN-L	Провод А(+) RS485 / L CAN
3	COUNT	Импульсный вход
4	GND	Общий
5	+24 В	Напряжение питания +24 В
6	GND	Общий питания
7	RS485/CAN-GND	Общий RS485/CAN интерфейса

Приложение Б. Расположение органов регулировки

Б.1 Модули контроля МК20, МК21, МК30 (на базе платы МК20/МК30)



Перемычки S1, S2, S3, S4 – выбор режима каналов измерения 1, 2, 3, 4 соответственно

Снята	Режим работы по напряжению
1-2	Режим работы по току (4...20) мА
2-3	Режим работы по току (1...5) мА

Перемычка S5 – терминатор 120 Ом шины RS485

Снята	Терминатор отключен от шины
Одета	Терминатор подключен к шине

Перемычка S6 – терминатор 120 Ом шины CAN

Снята	Терминатор отключен от шины
Одета	Терминатор подключен к шине

Перемычка S7 – защита записи в EEPROM

Снята	Запись в EEPROM запрещена
Одета	Запись в EEPROM разрешена

Перемычки S8, S9 – режим работы импульсных входов 1 (основной), 2 (резервный) соответственно

Снята	Режим работы по напряжению
1	Источник сигнала ОК, например, выходы синхронизации МК40
2	Режим работы по току (4...20) мА
3	Режим работы по току (1...5) мА

Б.2 Модули контроля МК20, МК30 (на базе платы МК32)

Перемычки X1, X2, X3, X4 – выбор режима каналов измерения 1, 2, 3, 4 соответственно

Снята	Режим работы по напряжению
1-2	Режим работы по току (4...20) мА
2-3	Режим работы по току (1...5) мА

Перемычка X8 – терминатор 120 Ом шины RS485

Снята	Терминатор отключен от шины
Одета	Терминатор подключен к шине

Перемычка X9 – терминатор 120 Ом шины CAN

Снята	Терминатор отключен от шины
Одета	Терминатор подключен к шине

Перемычка X10 – защита записи в EEPROM

Снята	Запись в EEPROM запрещена
Одета	Запись в EEPROM разрешена

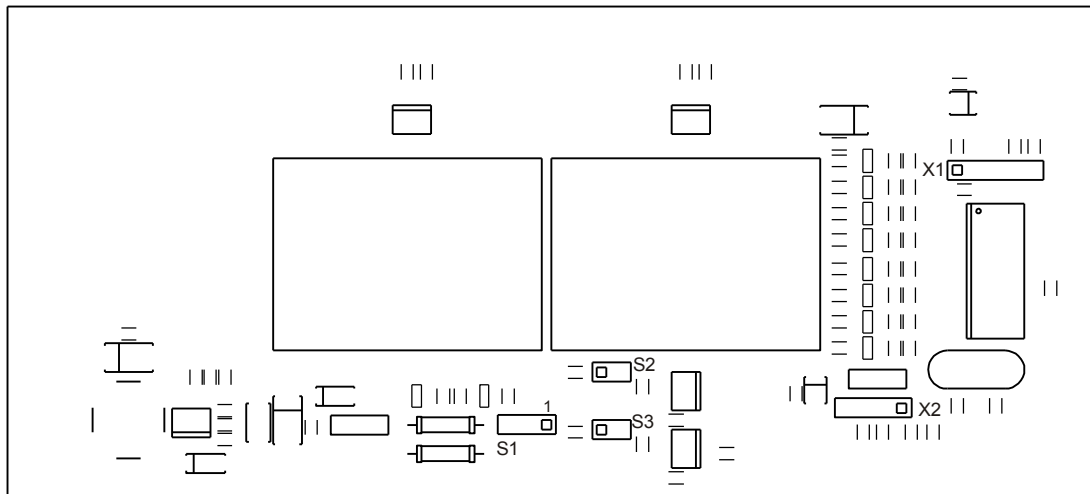
Перемычки X11, X12 – источник сигналов синхронизации 1, 2 соответственно

Снята	Источник синхронизации не выбран
1-2	Подключение к каналу измерения 1 (2)
2-3	Подключение к разъему X17 (обычный режим)

Перемычка X13, X14, X15 – подключение подтягивающего резистора к дополнительному логическому входу, каналам синхронизации 1, 2 соответственно

Снята	Подтягивающий резистор не подключен
Одета	Подтягивающий резистор подключен

Б.3 Блок индикации БИ24



Переключатель S1 – выбор режима работы импульсного входа

Снята	Вход по напряжению
1-2	Положительный импульс тока
2-3	Активный уровень нуля

Переключатель S2 – терминатор 120 Ом шины RS485

Снята	Терминатор отключен от шины
Одета	Терминатор подключен к шине

Переключатель S3 – терминатор 120 Ом шины CAN

Снята	Терминатор отключен от шины
Одета	Терминатор подключен к шине

Приложение В. Параметры интерфейсов связи

Модули МК20, МК21, МК30

Интерфейс RS485

Протокол обмена.....	ModBus RTU (частичная реализация)
Формат данных.....	без бита паритета, 2 стоповых бита
Пауза между сообщениями.....	не менее 3.5 байта
Скорость обмена	4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с ⁽¹⁾
Режим работы драйвера RS485.....	полудуплекс ⁽²⁾
Максимальное число узлов на шине.....	256 ⁽²⁾
Входное сопротивление драйвера, не менее.....	12 кОм ⁽²⁾
Электростатическая стойкость.....	±16 кВ ⁽²⁾
Гальваническая развязка.....	нет ⁽²⁾

Примечание:

1. Может быть выбрана одна из фиксированных скоростей.
2. При условии применения драйвера SN65HVD11

Интерфейс CAN2.0B

Протокол обмена.....	унифицированный, для работы в составе аппаратуры ВиброБит
Формат сообщений.....	только расширенные сообщения
Поддерживаемые скорости обмена (кбит/с).....	1000, 500, 250, 200, 125, 100, 40 ⁽¹⁾
Максимальное число подключаемых узлов.....	120 ⁽²⁾
Соответствие стандарту шины CAN.....	ISO-11898 ⁽²⁾
Входное сопротивление драйвера, не менее.....	5 кОм ⁽²⁾
Электростатическая стойкость.....	±16 кВ ⁽²⁾
Гальваническая развязка.....	нет ⁽²⁾

Примечание:

1. Может быть выбрана одна из фиксированных скоростей.
2. При условии применения драйвера SN65HVD235

Интерфейс SPI

Формат адресации	8-разрядный
Максимально допустимая скорость обмена на шине.....	400 кбит/с
Формат адресации к регистрам настройки шины	16-разрядный
Напряжение питания на разъеме X2.....	5 В ± 0.2 В
Максимально допустимый ток потребления по цепи питания на разъеме X2.....	50 мА
Гальваническая развязка.....	нет

Протокол обмена с модулями МК20, МК21, МК30 по интерфейсу SPI

Интерфейс SPI поддерживают три управляющие команды (Рисунок 52):

- Тест присутствия модуля на шине SPI;
- Чтение данных из модуля;
- Запись данных в модуль.

Команда	Устройство управления	Модуль
Тест присутствия	Адрес модуля (1 байт) 0x34	
	Команда – тест присутствия (1байт) 0x80	
		Подтверждение присутствия (1 байт) 0xD5
Чтение данных из модуля	Адрес модуля (1 байт) 0x34	
	Команда – чтение данных (1байт) 0x10	
		Подтверждение присутствия (1 байт) 0xD5
	Младший байт адреса	
	Старший байт адреса	
	Число запрашиваемых байт данных	
	Данные из модуля МК30	
Запись данных в модуль	Адрес модуля (1 байт) 0x34	
	Команда – запись данных (1байт) 0x40	
		Подтверждение присутствия (1 байт) 0xD5
	Младший байт адреса	
	Старший байт адреса	
	Число записываемых байт данных	
	Записываемые в модуль данные	

Рисунок 52. Протокол работы модуля на шине SPI

При потоковой записи/чтении внутренний счетчик адреса автоматически увеличивается на 1.

Запись в несуществующие регистры не вызывает никаких действий. Чтение несуществующих регистров возвращает значение 0xFF.

Приложение Г. Рекомендации по настройке модулей

Модуль МК20

Для выполнения настройки модуль МК20 должен быть подключен к ПК через плату диагностического интерфейса MC01 или MC01 USB (см. описание MC01 и MC01 USB соответственно). На ПК должна быть загружена программа mk20_setup.exe. Предполагается, что модуль МК20 исправен, а его настройка соответствует «Холодному старту» (все параметры, отображаемые на ЖКИ и в окнах программы настройки, измеряются в разрядности АЦП модуля).

Выполните подключение к модулю МК20. Для этого в меню **«Соединение»** выберите COM порт, к которому подключен MC01 (при применении MC01 USB в операционной системе Windows создается виртуальный COM порт), и дайте команду **«Подключить»**. В случае ошибки соединения будет выдано соответствующее сообщение. При нормальном соединении начнет мигать индикатор запроса данных из модуля МК20.

Перед настройкой модуля необходимо прочитать все настройки из МК20, для этого выполните команду **«Действие->Прочитать все настройки из модуля»**.

В объем настройки модуля МК20 входит:

- Калибровка каналов измерения и унифицированного выхода;
- Настройка параметров каналов измерения;
- Настройка выходной логической сигнализации;
- Настройка параметров интерфейсов связи и заводского номера;
- Сохранение параметров работы в модуле.

Калибровка каналов измерения и унифицированного выхода

Калибровка каналов измерения заключается в расчете пяти пар коэффициентов линейного уравнения:

- Коэффициенты тока датчика;
- Коэффициенты зазора;
- Коэффициенты общего, НЧ, ВЧ уровня 2А виброперемещения;
- Коэффициенты оборотных составляющих 2А виброперемещения;
- Коэффициенты унифицированного выхода.

Дополнительно определяется коэффициент коррекции измерения фазы оборотных составляющих.

Пример калибровки каналов измерения сигнала производится для датчика ДВТ10 с преобразователем ИП34:

Диапазон выходного сигнала датчика, мА.....1-5
 Диапазон измерения вибросмещения, мм.....0-2
 Коэффициент пересчета виброперемещения в выходной ток, мА/мм.....0,707

Откройте окно настройки параметров канала измерения **«Настройка->Каналы измерения»**. Затем, откройте окно проведения калибровки, для этого в окне настройки параметров канала измерения выполните команду **«Вычисления->Вычислить коэфф. параметров»**. С левой стороны окна **«Расчет коэффициентов»** необходимо ввести желаемый диапазон параметра, а с правой – значения АЦП при подаче испытательных сигналов.

Значения АЦП		Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		
Расчет постоянной составляющей (тока, напряжения датчика)	1.00	5.00	768	3922	768	3921	773	3927	768	3923
Расчет общего, НЧ, ВЧ уровня 2А виброперем.	100.00	500.00	381	3091	382	3094	382	3095	382	3097
Расчет оборотных составл. 2А виброперем.	390	3117	390	3120	390	3119	390	3121		
Расчет пост. смещения (зазора)	0.00	2000.00	768	3922	768	3921	773	3927	768	3923
Расчет коэфф. аналоговых выходов	0.00	500.00	529	2374	497	2356	512	2375	568	2412
Расчет коррекции фазы	Частота генератора, Гц: 80		Канал 1: 39		Канал 2: 39		Канал 3: 38		Канал 4: 38	

Текущее измеренное значение фазы

Сброс Принять Отменить Вычислить Вычислить Вычислить Вычислить

Пример окна расчета коэффициентов модуля МК20

Последовательность калибровки первого канала измерения по постоянному току (калибровка остальных каналов измерения аналогична):

1. Собрать схему, представленную на рисунке 22 «Руководство по эксплуатации» ВШПА.421412.300 РЭ.
2. Снять перемычки S1, S8, X1 (Приложение Б1, Б2).
3. Генератор Г выключить.
4. Записать в окне **«Расчет коэффициентов»** диапазон датчика (1 - 5) мА (область 1).
5. Записать в окне **«Расчет коэффициентов»** диапазон зазора (0 - 2000) мкм (область 9).
6. Установить по вольтметру P2 с помощью резистора R2 постоянное напряжение на входе канала измерения 0,56 В ($U = R \cdot I = 560 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ мА} = 0,56 \text{ В}$). Записать значение АЦП ток датчика в область 2 и область 10 (левая часть области, нижнее значение).
7. Установить по вольтметру P2 с помощью резистора R2 постоянное напряжение на входе канала измерения 2,80 В ($U = R \cdot I = 560 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ мА} = 2,80 \text{ В}$). Записать значение АЦП ток датчика в область 2 и область 10 (правая часть области, верхнее значение).
8. Нажать кнопку **«Принять»**.

Последовательность калибровки первого канала измерения по переменному току (калибровка остальных каналов измерения аналогична):

1. Собрать схему, представленную на рисунке 23 «Руководство по эксплуатации» ВШПА.421412.300 РЭ.
2. Снять перемычки S1, S8, X1 (Приложение Б1, Б2).
3. Записать в окне **«Расчет коэффициентов»** значения виброперемещения 100 и 500 мкм, которым будут соответствовать подаваемые испытательные сигналы (область 3).
4. По вольтметру P3 с помощью резистора R3 установить уровень постоянной составляющей 1,7 В.
5. Установить частоту генератора 80 Гц.
6. Установить СКЗ гармонического сигнала 39,6 мВ, соответствующий виброперемещению 100 мкм ($U = R \cdot S \cdot K = 560 \text{ Ом} \cdot 0,1 \text{ мм} \cdot 0,707 \text{ мА/мм} = 39,6 \text{ мВ}$).
7. Записать значения АЦП следующих параметров (область 4, нижнее значение):
 - a. общий уровень 2А виброперемещения;
 - b. 2А 1-й оборотной виброперемещения.
8. Записать в окне **«Расчет коэффициентов»** значение частоты гармонического сигнала 80 Гц (область 5).
9. Записать текущее значение фазы 1-й оборотной составляющей виброскорости (область 6).
10. Установить СКЗ гармонического сигнала 197,96 мВ, соответствующий виброперемещению 500 мкм ($U = R \cdot S \cdot K = 560 \text{ Ом} \cdot 0,5 \text{ мм} \cdot 0,707 \text{ мА/мм} = 197,96 \text{ мВ}$).
11. Записать значения АЦП следующих параметров (область 4, верхнее значение):
 - a. общий уровень 2А виброперемещения;
 - b. 2А 1-й оборотной виброперемещения.
12. Нажать кнопку **«Принять»**.

Примечание. Если в форме расчета коэффициентов некоторые пункты выделены красным цветом, то значения этих пунктов не соответствуют определенным требованиям, коэффициенты по этим параметрам не вычисляются и в окне настройки канала измерения не изменяются.

Для калибровки унифицированных токовых выходов из основного окна программы выполните **«Настройка->Аналоговые выходы»**.

Окно настройки аналоговых выходов модуля МК20

Порядок калибровки первого унифицированного выхода (калибровка остальных унифицированных выходов аналогична):

1. Собрать схему, представленную на рисунке 23 «Руководство по эксплуатации» ВШПА.421412.300 РЭ.
2. Заблокировать работу логических выходов модуля (**«Действие->Блокировка логических выходов»**).
3. Коэффициенты расчета значения ЦАП (область 3) должны равняться нулю.
4. Изменяя смещения нуля выхода (область 2) добиться показаний миллиамперметра Р4 4 мА.
5. Записать полученное значение ЦАП в окно **«Расчет коэффициентов»** (область 8, нижнее значение).
6. Изменяя смещения нуля выхода (область 2) добиться показаний миллиамперметра Р4 20 мА.
7. Записать полученное значение ЦАП в окно **«Расчет коэффициентов»** (область 8, верхнее значение).
8. Разрешить работу унифицированного выхода, выбрать тип параметра «Общее СКЗ», «Канал 1».
9. В окне **«Расчет коэффициентов»** указать диапазон виброперемещения для унифицированного выхода (0 – 500) мкм (область 7).
10. Нажать кнопку **«Принять»**.

Нажать на кнопку **«Вычислить»** для автоматического определения расчетных коэффициентов.

Окно результатов вычисления расчетных коэффициентов модуля МК20

Вычисленные коэффициенты автоматически переписываются в соответствующие позиции окна **«Параметры каналов измерения»**.

Настройка параметров каналов измерений

После калибровки каналов измерений необходимо проверить настройки каждого из каналов. В окно настройки каналов измерений переносятся данные из бланка настройки модуля. Если данные в бланке настройки отсутствуют, то необходимо установить рекомендованные параметры по умолчанию (см. ниже по тексту).

Параметры каналов измерения модуля МК20

Вычисления Действия

Канал 1 Канал 2 Канал 3 Канал 4

Контрольные значения

Уставка 1 виброперем., мкм 0120

Уставка 2 виброперем., мкм 0210

Уставка 3 виброперем., мкм 0260

Гист. по уст. вибропер., мкм 010

Время детект. перехода через уставки виброперем., с 03.0

Уставка НЧ виброперем., мкм 0080

Гист. по уст. НЧ вибропер., мкм 010

Время детект. перехода через уставку НЧ виброперем., с 03.0

Исходные данные

Сопротивление входного резистора, Ом 0560.0

Ток датчика, мА от 01.00 до 05.00

Диапазон виброперем. по диапазону тока датчика, мкм от 0000 до 2000

Детектирование скачка параметров

	Вибропер.		
	5-500	1-й оборотной	Ампл.
Пауза старта алгоритма, с	10.5	10.5	10.5
Мин. время стабилизации, с	05.5	05.5	05.5
Крутизна изменения, мкм (гр.)	002	002	002
Миним. уров. скачка, мкм (гр.)	100	050	030

Глубина усредн. результатов

Виброперем. 5

НЧ виброперем. 5

ВЧ виброперем. 5

Виброперем. 1-й об. 5

Фаза 1-й оборотной 5

Виброперем. 2-й об. 5

Фаза 2-й оборотной 5

Виброперем. 1/2-й об. 5

Ток датчика (зазор) 5

Расчетные коэффициенты

	Козфф. А	Козфф. В	Y = A + B * АЦП
Общее, НЧ, ВЧ виброперем.	175.055	0.147601	
Оборотные виброперем.	171.177	0.146681	
Смещение (зазор)	-487.001	0.158529	
Ток датчика	0.0259987	0.000317058	
Козфф. коррекции фазы, гр/Гц	0.48750		
Мин. уровень виброперем., мкм			0100

Тест датчика

Миним. ток датчика, мА 00.00

Максим. ток датчика, мА 80.00

Гист. теста датчика, мА 0.50

Время детект. перехода через уставки теста датчика, с 05.5

Принять изменения Отменить

Окно настройки параметров канала измерения 1 модуля МК20

В данном окне необходимо настроить:

- Значения уставок и режим работы модуля по контролю за переходом измеряемого параметра через уставки;
- Параметра детектирования «скачка» общего уровня 2А виброперемещения, 2А 1-й оборотной и фазы 1-й оборотной виброперемещения;
- Параметры теста датчика;
- Глубина буфера усреднения для каждого из параметров;
- Информационные данные по каналу измерения.

После выполнения настройки всех параметров канала измерения передать данные в модуль **«Действие->Загрузить настройки в модуль»**.

Настройка логической сигнализации, интерфейсов связи и заводского номера

Если параметры логической сигнализации не указаны в бланке настройки модуля, то настройку провести в соответствии с рекомендованными по умолчанию.

Если параметры интерфейсов связи не указаны в бланке настройки модуля, то соответствующие интерфейсы связи должны быть выключены.

Откройте окно настройки системных параметров и интерфейсов связи (**«Настройка->Сист. настройки и интерф. связи»**). Введите заводской порядковый номер модуля и год выпуска модуля (две последние цифры года), нажмите кнопку **«Принять»**.

Сохранение параметров работы в модуле

Перед сохранением параметров в модуль работы необходимо передать все настройки в модуль. Последовательно откройте и передайте настройки в модуль из следующих окон программы (**«Действие->Загрузить настройки в модуль»**), проверяя правильность введенных данных:

- Параметры каналов измерений:
 - 1-й канал измерений;
 - 2-й канал измерений;
 - 3-й канал измерений;
 - 4-й канал измерений.
- Параметры аналоговых выходов.
- Параметры логической сигнализации.
- Системные параметры и параметры интерфейсов связи. В окне системных параметров указать уникальный номер модуля и год выпуска модуля.

Выполнить команду сохранения загруженных параметров в модуль из основного окна программы **«Действие->Сохранить текущие настройки в EEPROM»**.

Сохранить параметры настройки модуля на диске ПК в виде файла **«Файл->Сохранить настройки в файле»**.

Сформировать текстовый отчет настройки модуля **«Файл->Текстовый отчет»**.

Рекомендованные значения параметров

Список системных параметров и интерфейсов связи

Название	Значение
Задержка включения логической сигнализации после сброса (включения) модуля, с	5
Минимально допустимая частота вращения агрегата, об/мин	600
Максимально допустимая частота вращения агрегата, об/мин	10000
Допустимое отклонение частота вращения в режиме стабилизации, об/мин	10
Время определения стабилизации/дестабилизации частоты вращения по 0.5 с	2
Базовая частота при отсутствии импульсов синхрон., об/мин	3000
Разрешить работу RS485 интерфейса:	Запр.
Разрешение работы CAN интерфейса:	Запр

Параметры каналов измерения

Название	Значение
Глубина буфера усреднения в вычислениях виброперемещения (5 - 500) Гц	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях НЧ виброперемещения	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях ВЧ виброперемещения	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях 1-й оборотной виброперемещения	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 1-й оборотной виброперемещения	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях 2-й оборотной виброперемещения	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 2-й оборотной виброперемещения	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях тока датчика	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях ½ -й оборотной виброперемещения	4
Первая уставка виброперемещения (5 - 500) Гц, мкм	120
Вторая уставка виброперемещения (5 - 500) Гц, мкм	165
Третья уставка виброперемещения (5 - 500) Гц, мкм	260
Гистерезис по уставкам виброперемещения (5 - 500) Гц, мкм	10
Время реакции на переход значения виброперемещения через уставки по 0.5, с	1
Уставка НЧ виброперемещения, мкм	100
Гистерезис по уставке НЧ виброперемещения, мкм	10
Время реакции на переход значения НЧ виброперемещения через уставку по 0.5, с	1
Минимально допустимый ток датчика, мА	1,25
Максимально допустимый ток датчика, мА	4,75
Гистерезис по уставкам тока датчика, мА	0,1
Время реакции на переход значения тока датчика через уставки по 0.5, с	1
Миним. уровень оборотной сост. виброперем. для вычисления фазы оборотной составляющей, мкм	10
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» виброперемещения по 0.5 с	10
Время ожидания стабилизации значения виброперемещения для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	10
Уровень изменения значения виброперемещения за 0.5 с	4
Минимальный уровень «скачка» значения виброперемещения для включения сигнализации	40
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» 1-й оборотной виброперемещения по 0.5 с	10
Время ожидания стабилизации значения 1-й оборотной виброперемещения для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	10
Уровень изменения значения 1-й оборотной виброперемещения за 0.5 с	4
Минимальный уровень «скачка» значения 1-й оборотной виброперемещения для включения сигнализации	40
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» фазы 1-й оборотной виброперемещения по 0.5 с	10
Время ожидания стабилизации значения фазы 1-й оборотной виброперемещения для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	10
Уровень изменения значения фазы 1-й оборотной виброперемещения за 0.5 с	4
Минимальный уровень «скачка» значения фазы 1-й оборотной виброперемещения для включения сигнализации	40
Сопротивление резистора, преобразующего ток в напряжение, Ом	560
Миним. уровень диапазона тока датчика, мА	1
Максим. уровень диапазона тока датчика, мА	5
Миним. уровень диапазона виброперемещения, мкм	0
Максим. уровень диапазона виброперемещения, мкм (варианты)	250 500 1000 2000

Параметры логической сигнализации

№ вых.	Логическая формула
1.	$(1Se1 + 2Se1 + 3Se1 + 4Se1)$
2.	$(1Se2 + 2Se2)$
3.	$(3Se2 + 4Se2)$
4.	$(1Se3 + 2Se3)$
5.	$(3Se3 + 4Se3)$
6.	$(1SeL + 2SeL + 3SeL + 4SeL)$
7.	$(1SeJ + 1S1J + 1P1J)$
8.	$(2SeJ + 2S1J + 2P1J)$
9.	$(3SeJ + 3S1J + 3P1J)$
10.	$(4SeJ + 4S1J + 4P1J)$
11.	$(1Tn + 1Tm + 2Tn + 2Tm + 3Tn + 3Tm + 4Tn + 4Tm)$

Обозначение кодов сигнализации:

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

xRrb – ошибка чтения пар. из основн. сек.

xEch – ошибка чтения параметров

xTn – малый уровень тока датчика

xTm – высокий уровень тока датчика

xSe1 – превышение 1-й уставки

xSe2 – превышение 2-й уставки

xSe3 – превышение 3-й уставки

xSeL – превышение уставки НЧ виброперем.

xSeJ – скачок общего уровня

xS1J – скачок 1-й оборотной СКЗ

xP1J – скачок фазы 1-й оборотной

Системные коды:

Rsr – чтение параметров из резерв. секции

Es1 – ошибка импул.синхрон. вход 1

Es2 – ошибка импул.синхрон. вход 2

Esn – низкая частота импул.синхрон.

Esm – высокая частота импул.синхрон.

Fst – стабилизированный режим работы

Wpr – защита памяти настроек для записи

Ecan – ошибка инициализации CAN интерф.

Ffl – меандр 1 Гц

Операции:

(') – выделение группы «ИЛИ»

'+' – операция логического «ИЛИ»

'&' – операция логического «И» между группами «ИЛИ»

'!' – инверсия группы «ИЛИ»

Пример:

$(1VL + 2VL + 3VL + 4VL) \& (Fst)$

Сигнализация о превышении НЧ уставки по одному из каналов измерения в стабилизированном режиме работы

Режим работы сигнальных светодиодов на лицевой панели

Светодиод	Логическая формула
War	$(1Se1 + 2Se1 + 3Se1 + 4Se1) + (1SeL + 2SeL + 3SeL + 4SeL)$
Alarm	$(1Se3 + 2Se3 + 3Se3 + 4Se3) + (1SeJ + 1S1J + 1P1J) + (2SeJ + 2S1J + 2P1J) + (3SeJ + 3S1J + 3P1J) + (4SeJ + 4S1J + 4P1J)$

Примечание: допускается использовать только операцию логического «ИЛИ» для кодов сигнализации.

Модуль МК30

Для выполнения настройки модуль МК30 должен быть подключен к ПК через плату диагностического интерфейса MC01 или MC01 USB (см. описание MC01 и MC01 USB соответственно). На ПК должна быть загружена программа mk30_setup.exe. Предполагается, что модуль МК30 исправен, а его настройка соответствует «Холодному старту» (все параметры, отображаемые на ЖКИ и в окнах программы настройки, измеряются в разрядности АЦП модуля).

Выполните подключение к модулю МК30. Для этого в меню **«Соединение»** выберете COM порт, к которому подключен MC01 (при применении MC01 USB в операционной системе Windows создается виртуальный COM порт), и дайте команду **«Подключить»**. В случае ошибки соединения будет выдано соответствующее сообщение. При нормальном соединении начнет мигать индикатор запроса данных из модуля МК30.

Перед настройкой модуля необходимо прочитать все настройки из МК30, для этого выполните команду **«Действие->Прочитать все настройки из модуля»**.

В объем настройки модуля МК30 входит:

- Калибровка каналов измерения и унифицированного выхода;
- Настройка параметров каналов измерения;
- Настройка выходной логической сигнализации;
- Настройка параметров интерфейсов связи и заводского номера;
- Сохранение параметров работы в модуле.

Калибровка каналов измерения и унифицированного выхода

Калибровка каналов измерения заключается в расчете четырех пар коэффициентов линейного уравнения:

- Коэффициенты тока датчика;
- Коэффициенты общего, НЧ, ВЧ уровня СКЗ виброскорости;
- Коэффициенты оборотных составляющих СКЗ виброскорости;
- Коэффициенты размаха «пик-пик» сигнала виброскорости.

Дополнительно определяется коэффициент коррекции измерения фазы оборотных составляющих.

Пример калибровки каналов измерения производится для датчика ДПЭ22МВ:

Диапазон выходного сигнала датчика, мА.....1-5
 Диапазон измерения виброскорости, мм/с.....0-15
 Коэффициент пересчета виброскорости в выходной ток, мА·с/мм.....0,05

Откройте окно настройки параметров канала измерения **«Настройка->Каналы измерения»**. Затем, откройте окно проведения калибровки, для этого в окне настройки параметров канала измерения выполните команду **«Вычисления->Вычислить коэфф. параметров»**. С левой стороны окна **«Расчет коэффициентов»** необходимо ввести желаемый диапазон параметра, а справа – значения АЦП при подаче испытательных сигналов.

Примечание. Значения АЦП для всех параметров, измеряемых модулем МК30, представлено в формате ##.## (точка между двумя цифрами). Точку при записи значений АЦП следует не учитывать. Например, значение АЦП 38.22, отображаемое на ЖКИ, следует читать как 3822.

Параметр	Диапазон для отобр. на ЖКИ		Значения АЦП							
	1	2	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4	
Расчет постоянной составляющей (тока, напряжения датчика)	1.00	5.00	826	4004	828	4005	827	4004	828	4005
Расчет общего, НЧ, ВЧ уровня виброскорости	3.00	15.00	248	1992	248	1992	248	1992	248	1992
Расчет оборотных составл. виброскорости			197	1581	197	1581	197	1581	197	1581
Расчет 2А виброскорости	8.49	42.43	439	3192	436	3192	446	3200	446	3200
Расчет коэфф. аналоговых выходов	0.00	15.00	509	2367	400	2257	487	2337	400	2249
Расчет коррекции фазы	Частота генератора, Гц: 80		Канал 1: 19		Канал 2: 19		Канал 3: 19		Канал 4: 18	

Пример окна расчета коэффициентов модуля МК30

Последовательность калибровки первого канала измерения по постоянному току (калибровка остальных каналов измерения аналогична):

1. Собрать схему, представленную на рисунке 22 «Руководство по эксплуатации» ВШПА.421412.300 РЭ.
2. Снять перемычки S1, S8, X1 (Приложение Б1,Б2).
3. Генератор Г выключить.
4. Записать в окне **«Расчет коэффициентов»** диапазон датчика (1 - 5) мА (область 1).
5. Установить по вольтметру P2 с помощью резистора R2 постоянное напряжение на входе канала измерения 0,56 В ($U = R \cdot I = 560 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ мА} = 0,56 \text{ В}$). Записать значение АЦП (ток датчика) в область 2 (левая часть области, нижнее значение).
6. Установить по вольтметру P2 с помощью резистора R2 постоянное напряжение на входе канала измерения 2,80 В ($U = R \cdot I = 560 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ мА} = 2,80 \text{ В}$). Записать значение АЦП (ток датчика) в область 2 (правая часть области, верхнее значение).
7. Нажать кнопку **«Принять»**.

Последовательность калибровки первого канала измерения по переменному току (калибровка остальных каналов измерения аналогична):

1. Собрать схему, представленную на рисунке 23 «Руководство по эксплуатации» ВШПА.421412.300 РЭ.
2. Снять перемычки S1, S8, X1 (Приложение Б1, Б2).
3. Записать в окне **«Расчет коэффициентов»** значения СКЗ виброскорости 3 и 15 мм/с, которым будут соответствовать подаваемые испытательные сигналы (область 3). Диапазон двойной амплитуды виброскорости вычисляется автоматически после нажатия на кнопку **«Принять»**.
4. По вольтметру P3 с помощью резистора R3 установить уровень постоянной составляющей 1,7 В.
5. Установить частоту генератора 80 Гц.
6. Установить СКЗ гармонического сигнала 84 мВ, соответствующий виброскорости 3 мм/с ($U = R \cdot V \cdot K = 560 \text{ Ом} \cdot 3 \text{ мм/с} \cdot 0,05 \text{ мА} \cdot \text{с/мм} = 84 \text{ мВ}$).
7. Записать значения АЦП следующих параметров (область 4, нижние значение):
 - a. общий уровень СКЗ виброскорости;
 - b. СКЗ 1-й оборотной виброскорости;
 - c. двойная амплитуда виброскорости.
8. Записать в окне **«Расчет коэффициентов»** значение частоты гармонического сигнала 80 Гц (область 5).
9. Записать текущее значение фазы 1-й оборотной составляющей виброскорости (область 6).
10. Установить СКЗ гармонического сигнала 420 мВ, соответствующий виброскорости 15 мм/с ($U = R \cdot V \cdot K = 560 \text{ Ом} \cdot 15 \text{ мм/с} \cdot 0,05 \text{ мА} \cdot \text{с/мм} = 420 \text{ мВ}$).
11. Записать значения АЦП следующих параметров (область 4, верхнее значение):
 - a. общий уровень СКЗ виброскорости;
 - b. СКЗ 1-й оборотной виброскорости;
 - c. двойная амплитуда виброскорости.
12. Нажать кнопку **«Принять»**.

Примечание. Если в форме расчета коэффициентов некоторые пункты выделены красным цветом, то значения этих пунктов не соответствуют определенным требованиям, коэффициенты по этим параметрам не вычисляются и в окне настройки канала измерения не изменяются.

Для калибровки унифицированных токовых выходов из основного окна программы выполните **«Настройка->Аналоговые выходы»**.

Окно настройки аналоговых выходов модуля МК30

Порядок калибровки первого унифицированного выхода (калибровка остальных унифицированных выходов аналогична):

1. Собрать схему, представленную на рисунке 23 «Руководство по эксплуатации» ВШПА.421412.300 РЭ.
2. Заблокировать работу логических выходов модуля (**«Действие->Блокировка логических выходов»**).
3. Коэффициенты расчета значения ЦАП (область 3) должны равняться нулю.
4. Изменяя смещения нуля выхода (область 2) добиться показаний миллиамперметра Р4 4 мА.
5. Записать полученное значение ЦАП в окно **«Расчет коэффициентов»** (область 8, нижнее значение).
6. Изменяя смещения нуля выхода (область 2) добиться показаний миллиамперметра Р4 20 мА.
7. Записать полученное значение ЦАП в окно **«Расчет коэффициентов»** (область 8, верхнее значение).
8. Разрешить работу унифицированного выхода, выбрать тип параметра «Общее СКЗ», «Канал 1».
9. В окне **«Расчет коэффициентов»** указать диапазон СКЗ виброскорости для унифицированного выхода (0 – 15) мм/с (область 7).
10. Нажать кнопку **«Принять»**.

Нажать на кнопку **«Вычислить»** для автоматического определения расчетных коэффициентов.

Окно результатов вычисления расчетных коэффициентов модуля МК30

Вычисленные коэффициенты автоматически переписываются в соответствующие позиции окна **«Параметры каналов измерения»**.

Настройка параметров каналов измерений

После калибровки каналов измерений необходимо проверить настройки каждого из каналов. В окно настройки каналов измерений переносятся данные из бланка настройки модуля. Если данные в бланке настройки отсутствуют, то необходимо установить рекомендованные параметры по умолчанию (см. ниже по тексту).

Окно настройки параметров канала измерения 1 модуля МК30

В данном окне необходимо настроить:

- Значения уставок и режим работы модуля по контролю за переходом измеряемого параметра через уставки;
- Параметра детектирования «скачка» общего уровня СКЗ, СКЗ 1-й оборотной и фазы 1-й оборотной виброскорости;
- Параметры теста датчика;
- Глубина буфера усреднения для каждого из параметров;
- Информационные данные по каналу измерения.

После выполнения настройки всех параметров канала измерения передать данные в модуль **«Действие->Загрузить настройки в модуль»**.

Настройка логической сигнализации, интерфейсов связи и заводского номера

Если параметры логической сигнализации не указаны в бланке настройки модуля, то настройку провести в соответствии с рекомендованными по умолчанию.

Если параметры интерфейсов связи не указаны в бланке настройки модуля, то соответствующие интерфейсы связи должны быть выключены.

Откройте окно настройки системных параметров и интерфейсов связи (**«Настройка->Сист. настройки и интерф. связи»**). Введите заводской порядковый номер модуля и год выпуска модуля (две последние цифры года), нажмите кнопку **«Принять»**.

Сохранение параметров работы в модуле

Перед сохранением параметров в модуле работы необходимо передать все настройки в модуль. Последовательно откройте и передайте настройки в модуль из следующих окон программы (**«Действие->Загрузить настройки в модуль»**), проверяя правильность введенных данных:

- Параметры каналов измерений:
 - 1-й канал измерений;
 - 2-й канал измерений;
 - 3-й канал измерений;
 - 4-й канал измерений.
- Параметры аналоговых выходов.
- Параметры логической сигнализации.
- Системные параметры и параметры интерфейсов связи. В окне системных параметров указать уникальный номер модуля и год выпуска модуля.

Выполнить команду сохранения загруженных параметров в модуль из основного окна программы **«Действие->Сохранить текущие настройки в EEPROM»**.

Сохранить параметры настройки модуля на диске ПК в виде файла **«Файл->Сохранить настройки в файле»**.

Сформировать текстовый отчет настройки модуля **«Файл->Текстовый отчет»**.

Рекомендованные значения параметров

Список системных параметров и интерфейсов связи

Название	Значение
Задержка включения логической сигнализации после сброса (включения) модуля, с	5
Минимально допустимая частота вращения агрегата, об/мин	600
Максимально допустимая частота вращения агрегата, об/мин	10000
Допустимое отклонение частота вращения в режиме стабилизации, об/мин	10
Время определения стабилизации/дестабилизации частоты вращения по 0.5 с	2
Базовая частота при отсутствии импульсов синхрон., об/мин	3000
Разрешить работу RS485 интерфейса:	Запр.
Разрешение работы CAN интерфейса:	Запр

Параметры каналов измерения

Название	Значение
Глубина буфера усреднения в вычислениях общего СКЗ виброскорости	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях НЧ СКЗ виброскорости	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях ВЧ СКЗ виброскорости	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях 1-й оборотной СКЗ виброскорости	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 1-й оборотной виброскорости	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях 2-й оборотной СКЗ виброскорости	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях фазы 2-й оборотной виброскорости	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях тока датчика	4
Глубина буфера усреднения в вычислениях амплитуды размаха «пик-пик» виброскорости	4
Минимально допустимый уровень квадрата амплитуды спектральной составляющей в размерности АЦП	400
Первая уставка общего СКЗ виброскорости, мм/с	4.5
Вторая уставка общего СКЗ виброскорости, мм/с	7.1
Третья уставка общего СКЗ виброскорости, мм/с	11.2
Гистерезис по уставкам общего СКЗ виброскорости, мм/с	0.1
Уставка НЧ СКЗ виброскорости, мм/с	0.5
Гистерезис по уставке НЧ СКЗ виброскорости, мм/с	0.05
Минимально допустимый постоянный ток датчика, мА	2
Максимально допустимый постоянный ток датчика, мА	4
Гистерезис по уставкам тока датчика, мА	0,1
Минимальный уровень СКЗ оборотной составляющей виброскорости для вычисления фазы оборотной составляющей, мм/с	0,5
Минимальный уровень общего СКЗ виброскорости для вычисления коэффициента формы сигнала, мм/с	1
Время реакции на переход значения общего СКЗ виброскорости через уставки по 0.5 с	1
Время реакции на переход значения НЧ СКЗ виброскорости через уставку по 0.5 с	1
Время реакции на переход значения тока датчика через уставки по 0.5 с	1
Постоянная коррекция фазы оборотных составл., гр.	0
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» общего СКЗ виброскорости по 0.5 с	10
Время ожидания стабилизации значения общего СКЗ виброскорости для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	10
Уровень изменения значения общего СКЗ виброскорости за 0.5 с, мм/с	0,1
Минимальный уровень «скачка» значения общего СКЗ виброскорости для включения сигнализации, мм/с	1
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» 1-й оборотной СКЗ виброскорости по 0.5 с	10
Время ожидания стабилизации значения 1-й оборотной СКЗ виброскорости для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	10
Уровень изменения значения 1-й оборотной СКЗ виброскорости за 0.5 с, мм/с	0,1
Минимальный уровень «скачка» значения 1-й оборотной СКЗ виброскорости для включения сигнализации, мм/с	1
Время после сброса алгоритма перед началом детектирования «скачка» фазы 1-й оборотной виброскорости по 0.5 с	10
Время ожидания стабилизации значения фазы 1-й оборотной виброскорости для вычисления уровня «скачка» по 0.5 с	10
Уровень изменения значения фазы 1-й оборотной виброскорости за 0.5 с, гр.	4
Минимальный уровень «скачка» значения фазы 1-й оборотной виброскорости для включения сигнализации, гр.	40
Сопротивление резистора, преобразующего ток в напряжение, Ом	560
Миним. уровень диапазона тока датчика, мА	1
Максим. уровень диапазона тока датчика, мА	5
Миним. уровень диапазона СКЗ виброскорости, мм/с	0
Максим. уровень диапазона СКЗ виброскорости, мм/с (варианты)	15 20 30

Параметры логической сигнализации

№ вых.	Логическая формула
1.	$(1Ve1 + 2Ve1 + 3Ve1)$
2.	$(1Ve2)$
3.	$(1Ve3)$
4.	$(2Ve2)$
5.	$(2Ve3)$
6.	$(3Ve2)$
7.	$(3Ve3)$
8.	$(1VeL + 2VeL + 3VeL)$
9.	$(1VeJ + 1V1J + 1P1J) + (2VeJ + 2V1J + 2P1J) + (3VeJ + 3V1J + 3P1J)$
10.	$(4VeS + 4Ve2)$
11.	$(1Tn + 1Tm + 2Tn + 2Tm + 3Tn + 3Tm + 4Tn + 4Tm)$

Обозначение кодов сигнализации:

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

xRrb – ошибка чтения пар. из основн. сек.

xEch – ошибка чтения параметров

xTn – малый уровень тока датчика

xTm – высокий уровень тока датчика

xVe1 – превышение 1-й уставки общего СКЗ

xVe2 – превышение 2-й уставки общего СКЗ

xVe3 – превышение 3-й уставки общего СКЗ

xVeL – превышение уставки НЧ СКЗ

xVeJ – скачок общего уровня СКЗ

xV1J – скачок 1-й оборотной СКЗ

xP1J – скачок фазы 1-й оборотной

xVeS – малый уровень СКЗ

Системные коды:

Rsr – чтение параметров из резерв. секции

Es1 – ошибка импул.синхрон. вход 1

Es2 – ошибка импул.синхрон. вход 2

Esn – низкая частота импул.синхрон.

Esm – высокая частота импул.синхрон.

Fst – стабилизированный режим работы

Wpr – защита памяти настроек для записи

Ecan – ошибка инициализации CAN интерф.

Ffl – меандр 1 Гц

Операции:

(') – выделение группы «ИЛИ»

'+' – операция логического «ИЛИ»

'&' – операция логического «И» между группами «ИЛИ»

'!' – инверсия группы «ИЛИ»

Пример:

$(1VL + 2VL + 3VL + 4VL) \& (Fst)$

Сигнализация о превышении НЧ уставки по одному из каналов измерения в стабилизированном режиме работы

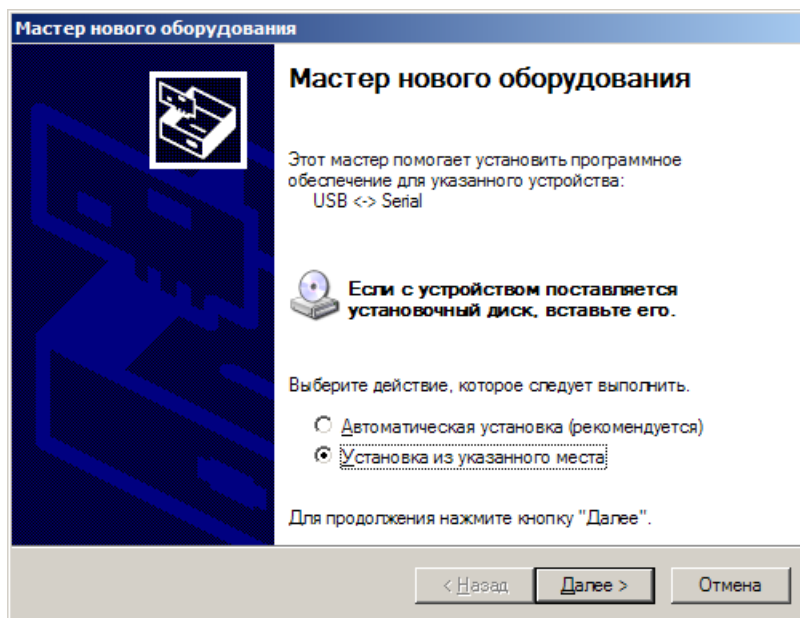
Режим работы сигнальных светодиодов на лицевой панели

Светодиод	Логическая формула
War	$(1Ve1 + 2Ve1 + 3Ve1) + (1VeL + 2VeL + 3VeL)$
Alarm	$(1Ve3 + 2Ve3 + 3Ve3) + (1VeJ + 1V1J + 1P1J) + (2VeJ + 2V1J + 2P1J) + (3VeJ + 3V1J + 3P1J)$

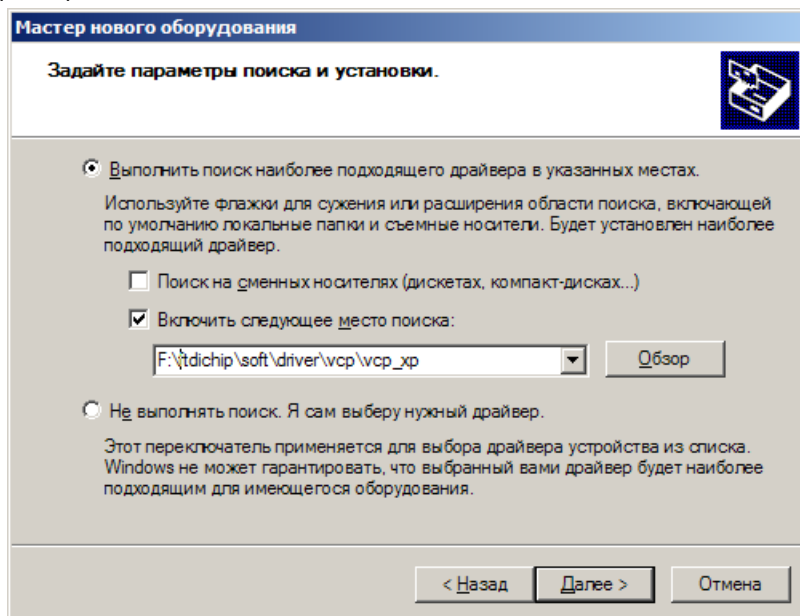
Примечание: допускается использовать только операцию логического «ИЛИ» для кодов сигнализации.

Приложение Д. Установка драйвера MC01 USB для ПК с ОС Windows XP

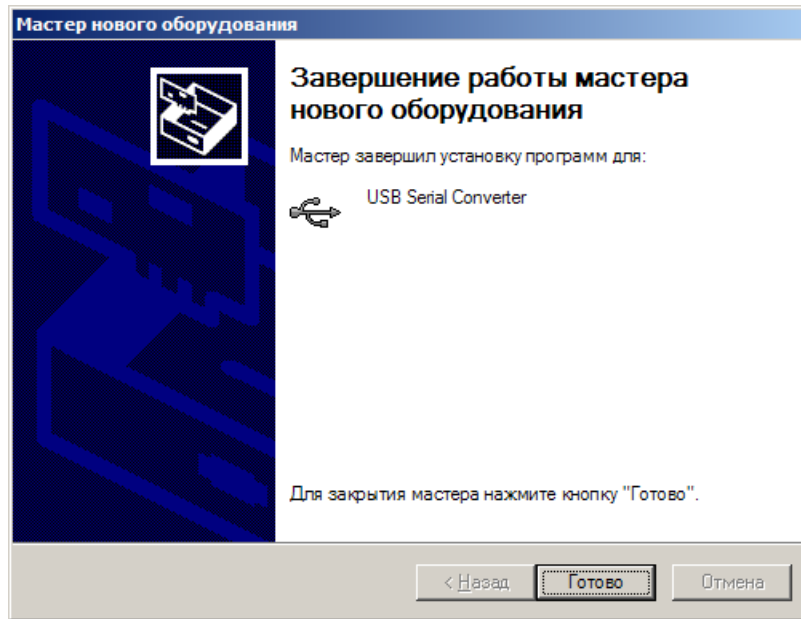
При подключении MC01 USB к ПК через USB порт операционная система обнаружит новое устройство на шине USB и предложит установить для него программное обеспечение. Драйвера для MC01 USB входят в комплект программного обеспечения, поставляемого вместе с аппаратурой «Вибробит 300». Состав, назначение и размещение на CD диске документов и программ смотрите в файле readme.txt диска ПО «Вибробит 300».



Выберете «Установка из указанного места», нажмите кнопку «Далее», появится окно, в котором нужно указать в какой папке на диске расположены драйвера для MC01 USB.

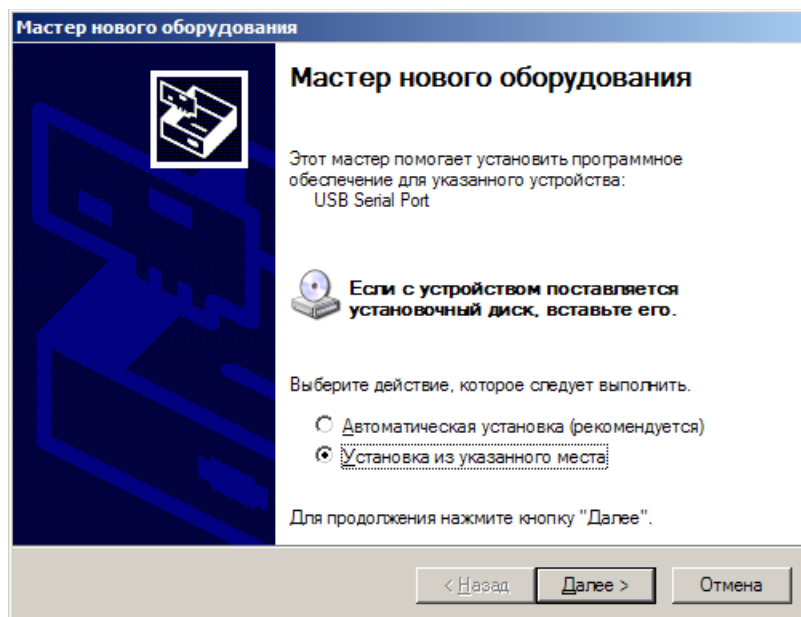


Выберете «Включить следующее место поиска:», нажмите кнопку «Обзор», чтобы указать где размещены драйвера для MC01 USB. Затем, нажмите кнопку «Далее».

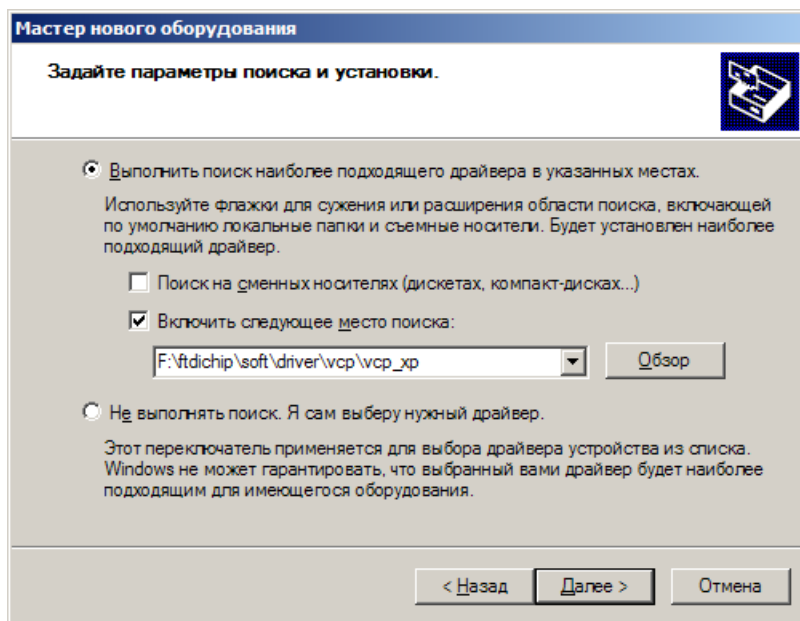


ОС Windows XP установит необходимые драйвера USB Serial Converter. По завершению нажмите кнопку «Готово».

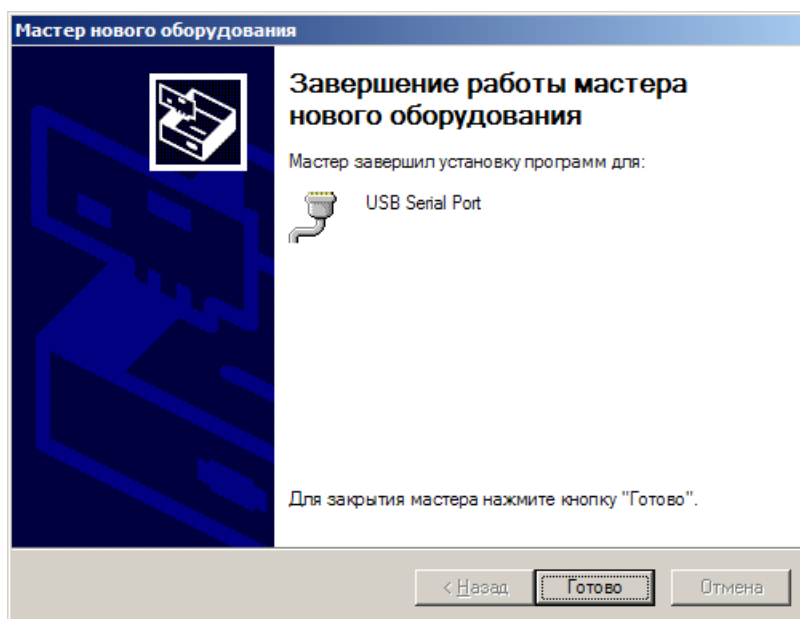
Далее будут установлены драйвера для виртуального COM порта. На экране появится окно, сообщающее о необходимости установки драйверов.



Выберете «Включить следующее место поиска:», нажмите кнопку «Обзор», чтобы указать где размещены драйвера для MC01 USB. Затем, нажмите кнопку «Далее».

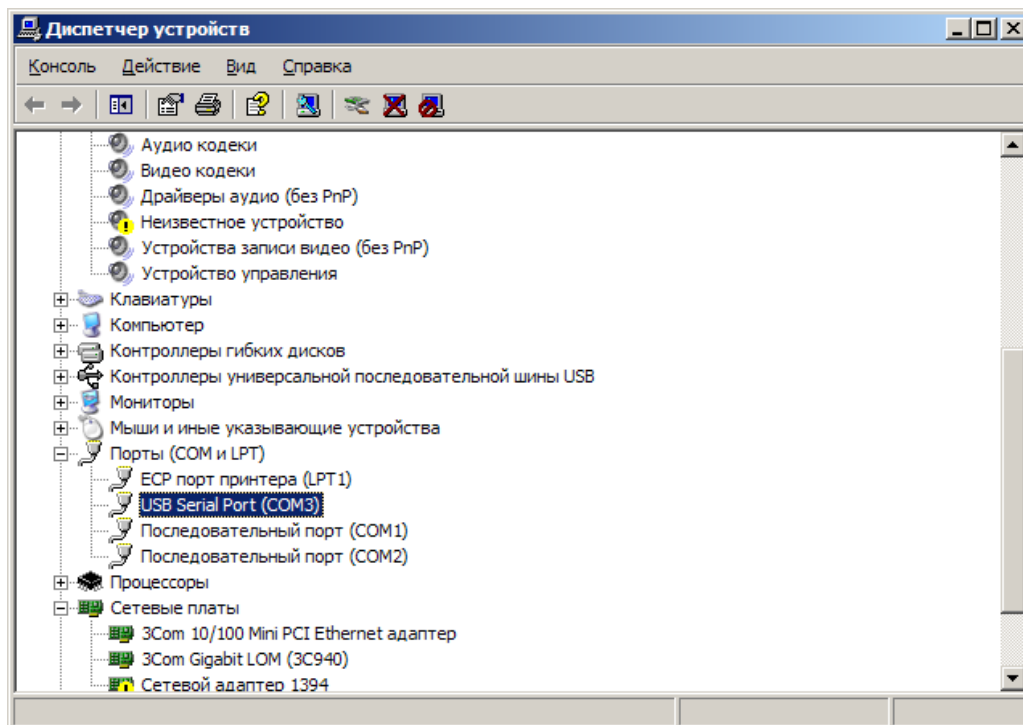


Выберете «Включить следующее место поиска:», нажмите кнопку «Обзор», чтобы указать где размещены драйвера для MC01 USB. Затем, нажмите кнопку «Далее».

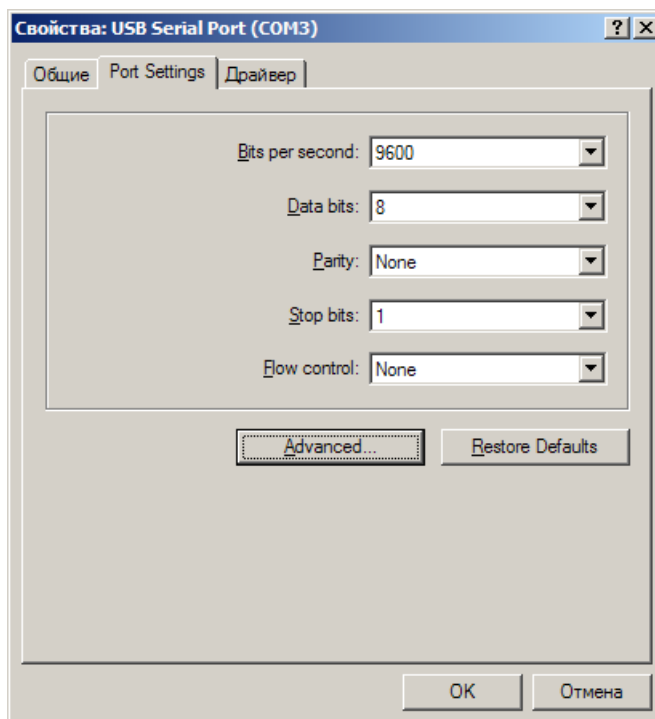


Будут скопированы необходимые файлы и выполнена настройка ОС для работы виртуального COM порта. По завершению нажмите кнопку «Готово».

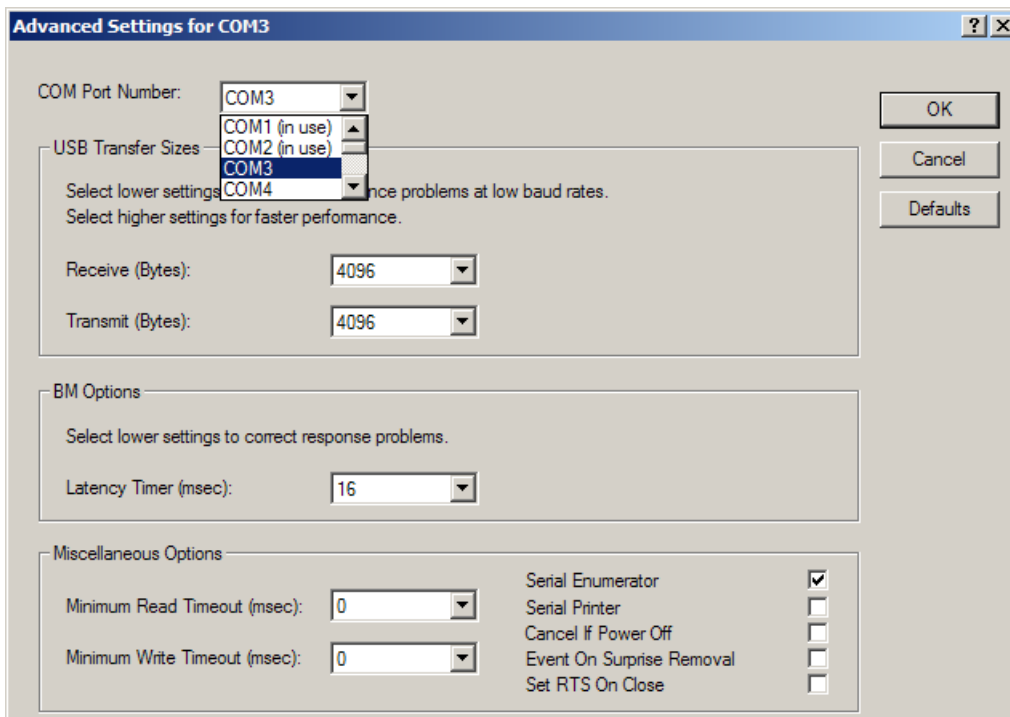
ПО «Вибробит 300» работает с COM портами, имеющими номера от 1 до 4. Необходимо проверить, какой номер занимает виртуальный COM порт. Откройте окно диспетчера устройств ОС Windows (Панель управления->Система->Оборудование).



Виртуальный COM порт должен быть в списке устройств «Порты (COM и LPT)». Откройте свойства устройства USB Serial Port.



Выберете вкладку 'Port Settings' и нажмите кнопку «Advanced...». Откроется окно настройки дополнительных параметров.



В параметре 'COM Port Number:' выберите нужный не занятый номер порта от COM1 до COM4, нажмите кнопку «OK». Закройте все открытые окна.

Обычно при установке драйверов MC01 USB перезагрузка компьютера не требуется.

Установка драйверов MC01 USB для других версий ОС Windows аналогично, только требуется указать место размещения драйверов на диске для соответствующей ОС.

Для заметок