



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

АППАРАТУРА «ВИБРОБИТ-300»

**Инструкция по настройке
модуля контроля МК40**

ВШПА.421412.304 И1

Тел./факс (863) 218-24-78

Тел./факс (863) 218-24-75

E-mail: info@vibrobit.ru

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

Инструкция по настройке модуля МК40 предназначена для ознакомления пользователей (потребителей) с основными принципами работы и методами настройки модуля измерения тахометрических сигналов аппаратуры «ВИБРОБИТ 300».

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

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

Microsoft и Windows являются зарегистрированными торговыми марками Microsoft Corporation.

Редакция 3 от 30.09.09

Содержание

Общие сведения.....	4
Технические характеристики.....	5
Средства индикации и управления.....	7
Работа блока.....	10
Включение питания.....	10
Сброс.....	10
Измерение параметров.....	12
Рекомендации по калибровке.....	18
Логические выходы.....	20
Цифровые интерфейсы управления.....	21
Интерфейс RS485.....	21
Интерфейс CAN2.0B.....	24
Ведомый интерфейс I2C.....	25
Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов).....	26
Программное обеспечение.....	33
Начало работы.....	34
Параметры каналов измерения.....	34
Калибровка.....	36
Параметры интерфейсов связи.....	37
Общие параметры.....	39
Завершение работы.....	40
Описание меню программы.....	41
Техническое обслуживание.....	45
Транспортирование и хранение.....	45
Гарантии изготовителя.....	45
Приложения.....	46
А. Расположение органов регулировки на плате модуля МК40.....	46
Б. Назначение контактов разъемов.....	48
В. Маркировка модуля.....	49
Г. Пример бланка заказа (настройки) модуля.....	50

Общие сведения

Двухканальный модуль контроля МК40 предназначен для измерения тахометрических сигналов. В основе МК40 лежит высокопроизводительный микроконтроллер, применение которого позволило обрабатывать сигналы с датчиков в режиме реального времени (периодичность измерений от 0.1 секунды) и параллельно поддерживать цифровые интерфейсы связи.

Каналы измерения работают синхронно, но независимо друг от друга. Основными функциями каналов измерения является:

- Измерение постоянного тока датчика и контроль исправности датчика и линии связи;
- Период измерения частоты вращения ротора от 0.1 до 1.0 секунды (одинаковое для обоих каналов измерения);
- Измерения частоты вращения ротора от 1 об/мин при контрольной поверхности «Паз»;
- Настраиваемое число зубьев шестерни (число импульсов на оборот ротора);
- Выбор активного фронта сигнала датчика (определяется перемычкой на плате модуля);
- Повторение опорных тахометрических импульсов для синхронизации модулей контроля, вычисляющих оборотные составляющие и их фазы (например, модули МК20, МК30);
- Обнаружение останова ротора и возможность проверки сигнализации останова ротора (режим «СТОП»);
- Сравнение вычисленного значения частоты с уставками (по 3 уставки для каждого канала);
- Определение максимальной частоты вращения ротора;
- Передача вычисленного значения параметра на унифицированный токовый выход.

К другим особенностям модуля МК40 относятся:

- Входные сигналы каналов измерения: 0(1) – 5мА; 0(4) – 20мА; 0 – 5В;
- 6 логических выходов с настраиваемым алгоритмом работы для реализации схем сигнализации и защиты;
- Два унифицированных токовых выхода с возможностью программной настройки диапазона;
- Поддерживаемые интерфейсы связи: RS485, CAN2.0B, диагностический интерфейс;
- Сервисное программное обеспечение для ПК визуализации текущего состояния, настройки и калибровки модуля;
- Выпуск модуля в нескольких вариантах исполнения:
 - **МК40-DC** – узкая лицевая панель 20мм 3U, ограниченная система сигнализации состояния модуля, питание постоянным напряжением +24В;
 - **МК40-DC-11** – лицевая панель 40мм 3U, яркий цифровой 7-сегментный индикатор с расширенной системой индикации и управления модулем, питание постоянным напряжением +24В;
 - **МК40-DC-001** – лицевая панель 40мм 3U, специализированный цифро-символьный ЖКИ с возможностью отображения результатов измерений по всем каналам одновременно, питание постоянным напряжением +24В;
 - **МК40-AC-11-S** – лицевая панель 40мм 3U, яркий цифровой 7-сегментный индикатор с расширенной системой индикации и управления модулем, питание переменным напряжением 220В 50Гц и тумблером включения питания на лицевой панели;
- Питание преобразователей (датчиков) осуществляется через самовосстанавливающиеся предохранители 200мА, установленные на плате модуля МК40, постоянным напряжением +24В;
- Формирование тестового сигнала 50Гц для варианта исполнения МК40-AC-11-S.

Все настройки модуля МК40 осуществляется с помощью персонального компьютера или специализированного прибора наладчика ПН31. Для настройки модуля с помощью персонального компьютера на компьютере должна быть запущена программа МК40_setup.exe, модуль МК40 должен быть подключен к компьютеру через плату диагностического интерфейса MC01 (интерфейс ПК RS232) или MC01 USB (интерфейс ПК USB).

Технические характеристики

Таблица 1. Технические характеристики блока МК40

Наименование параметра	Значение
Количество каналов измерения	2
Диапазоны измерения и сигнализации оборотов ротора, об/мин	1 – 10 000
Диапазоны измерения входного сигнала - постоянного тока, мА - постоянного напряжения, В	1 – 5; 4 – 20 0.95 – 4.75
Входное сопротивление, Ом - постоянного тока - постоянного напряжения	953 ± 2; 232 ± 0.5 не менее 10 000
Предел допускаемой основной относительной погрешности канала измерения оборотов ротора по унифицированному выходу, %, не более	± 1.0
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности канала измерения оборотов ротора по цифровому индикатору, об/мин, не более	± 2.0
Время обновления показаний, с	0.1 — 1.0
Количество унифицированных сигналов постоянного тока	2
Выходной унифицированный сигнал постоянного тока, мА	0 – 5; 4 – 20
Сопротивление нагрузки выходного унифицированного сигнала, Ом, не более	2000; 500
Количество уставок по каждому каналу измерения	3
Количество дискретных выходов	6
Выходные дискретные сигналы - тип - постоянное напряжение, В, не более - ток выхода, мА, не более	открытый коллектор 24 100
Количество выходов синхронизации	2
Выходные сигналы синхронизации - тип - постоянное напряжение, В, не более - ток выхода, мА, не более	открытый коллектор 24 100
Типы поддерживаемых цифровых интерфейсов связи	RS485 (ModBus) CAN 2.0B диагностический I2C
Напряжение питания, В - для варианта МК40-AC - для вариантов МК40-DC	AC 50Гц 176 – 242 DC 246 – 350 +(24 ± 1)
Потребляемая мощность, Вт, не более	7
Диапазон рабочей температуры окружающего воздуха (от и до включ.), °С	+5 – +45

Таблица 2. Дополнительные характеристики МК40

Наименование параметра	Значение
Габаритные размеры, мм - модуль МК40-DC - модули МК40-DC-11, МК40-DC-001, МК40-AC-11-S	20.1 x 130 x 190 40.3 x 130 x 190
Масса, кг, не более - модуль МК40-DC - модули МК40-DC-11, МК40-DC-001 - модуль МК40-AC-11-S	0.15 0.20 0.30
Время готовности (прогрева), мин, не более	1
Режим работы	непрерывный
Средняя наработка на отказ (расчетное), часов, не менее	100 000
Средний срок службы, лет	10
Допустимая относительная влажность, %	80 при темп. +35°C
Сопротивление изоляции в цепях АС 220В, МОм, не менее - в нормальных условиях эксплуатации - при относительной влажности 80%, температура +35°C	40 2
Напряжение промышленных радиопомех, дБ·мкВ, не более - на частотах от 0.15 до 0.5МГц - на частотах от 0.5 до 2.5МГц - на частотах от 2.5 до 30МГц	80 74 60
Гарантийный срок эксплуатации, месяцев	24
Условия транспортирования по ГОСТ 23216-78	Ж
Условия хранения по ГОСТ 11550-69	ЖЗ

Средства индикации и управления

Лицевая панель модуля МК40 отличается в зависимости от варианта исполнения. Внешний вид лицевых панелей модуля МК40 показан на рисунке 1.

На всех видах лицевых панелей расположены следующие элементы:

- ручка для установки/демонтажа модуля в секции;
- невыпадающие винты;
- разъем диагностического интерфейса **D.port**;
- потайная кнопка сброса модуля **Reset**;
- светодиод состояния модуля **Ok**.

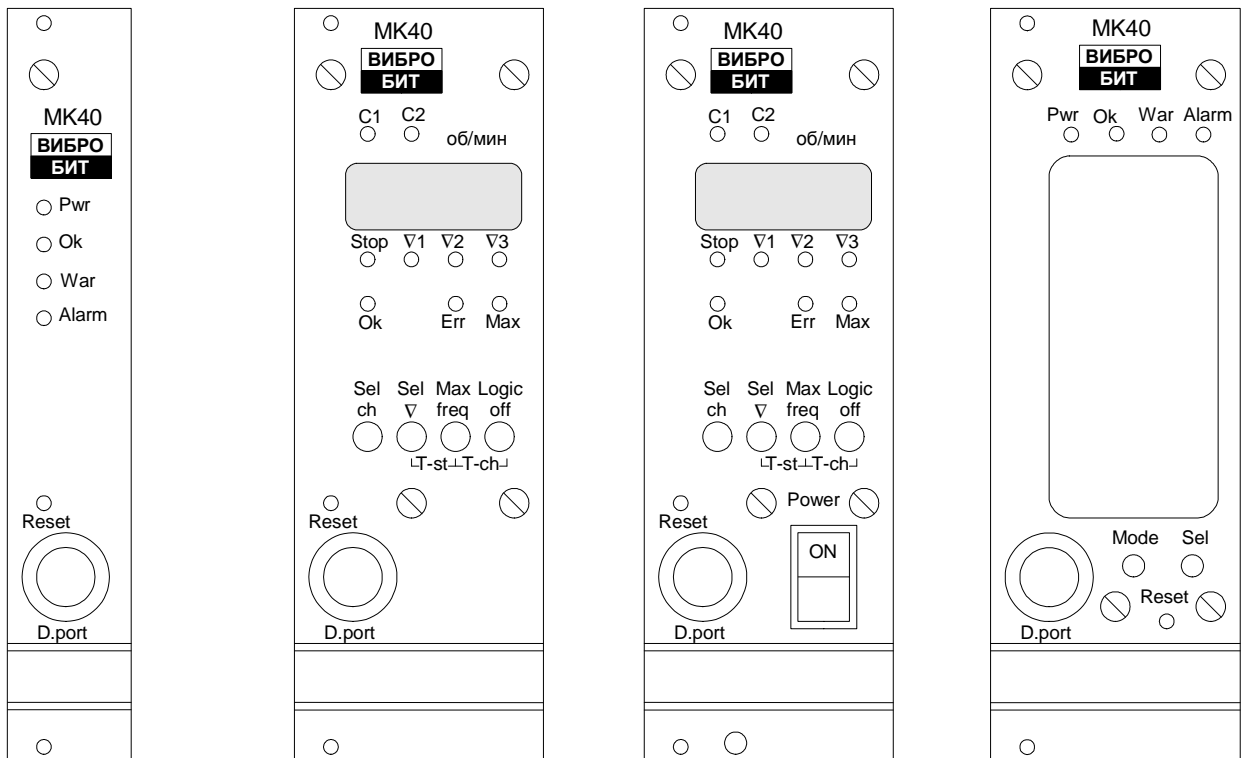
По цвету свечения светодиода **Ok** можно определить состояние модуля:

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

Вариант исполнения МК40-DC

Узкая лицевая панель (ширина 20мм) с ограниченной системой индикации и управления. Просмотр результатов измерения возможно только при считывании по цифровым интерфейсам связи. Дополнительно на лицевой панели модуля расположены:

- Зеленый светодиод '**Pwr**' – включение питания блока;
- Двухцветный светодиод **Ok** — состояние модуля;
- Желтый светодиод '**War**' – предупреждение (логика работы светодиода определяется пользователем);
- Красный светодиод '**Alarm**' – тревога (логика работы определяется пользователем).



а) МК40-DC

б) МК40-DC-11

в) МК40-AC-11-S

г) МК40-DC-001

Рисунок 1. Внешний вид лицевой панели

Варианты исполнения МК40-DC-11, МК40-AC-11-S

Лицевая панель модуля МК40 с 7-сегментным 4-разрядным светодиодным индикатором, вспомогательными сигнальными светодиодами и управляющими кнопками. В данном варианте модуля МК40 на индикаторе одновременно отображается информация только по одному из каналов измерения.

На лицевой панели расположены:

- 7-сегментный цифровой индикатор для отображения результатов измерения;
- Сигнальные светодиоды:
 - Двухцветный светодиод **Ok** — состояние модуля;
 - Желтые светодиоды **C1, C2** — выбранный канал измерения. Мигание светодиода **C1, C2** сигнализирует о подаче на вход соответствующего канала измерения тестового сигнала;
 - Желтый светодиод **Stop** — режим «СТОП», останов ротора. При проверке сигнализации «СТОП» пользователем светодиод **Stop** мигает;
 - Желтые светодиоды **V1, V2, V3** — выход измеряемого параметра за уставки. При выводе значения уставки на индикатор соответствующий светодиод мигает;
 - Красный светодиод **Err** — неисправность канала измерения. Светодиод мигает **Err**, когда отсчитывается тайм-аут нормализации работы канала измерения;
 - Желтый светодиод **Max** — вывод на индикатор максимальной частоты вращения ротора; Светодиод мигает **Max**, когда на индикаторе отображается постоянный ток датчика;
- Управляющие кнопки:
 - **Sel ch** — переключение между каналами измерения. Если канал измерения выключен (при настройке модуля), то информация по данному каналу измерения не отображается на индикаторе;
 - **Sel V** — просмотр значения уставок. Если уставка выключена (при настройке модуля), то значение соответствующей уставки на индикаторе не отображается. При удержании кнопки **Sel V** на индикаторе отображается постоянный ток датчика
 - **Max freq** — просмотр максимальной частоты вращения ротора. При удержании кнопки **Max freq** выполняется сброс максимальной частоты вращения ротора;
 - **Logic off** — при длительном удержании блокируется/включается логическая сигнализация модуля;
- Тумблер включения питания **Power** (только для варианта МК40-AC-11-S).

При отображении на индикаторе дополнительной (максимальная частота вращения, значение уставок и т.д.) информации модуль автоматически переключается к отображению значения частоты вращения ротора после отсчета установленного тайм-аута (по умолчанию 30 секунд).

Второй канал измерения модуля МК40 может быть настроен в режим измерения напряжения питания модуля +24В. После выбора отображения значения 2-го канала измерения по тайм-ауту автоматически произойдет переход к отображению результатов измерения 1-го канала.

При одновременном удержании кнопок **Sel V** и **Max freq** включается/выключается проверка сигнализации «СТОП» (разрешение проверки режима «СТОП» должно быть указано в настройках модуля). При включении проверки сигнализации «СТОП» светодиод **Stop** мигает. Модуль автоматически снимает режим проверки сигнализации «СТОП» при отсчете установленного тайм-аута (параметр `TimeOut_TestStop`).

При одновременном удержании кнопок **Max freq** и **Logic off** подключается/отключается внешний тестовый сигнал на вход канала измерения (разрешение подключения тестового сигнала должно быть указано в настройках модуля). При подключении внешнего тестового сигнала светодиод соответствующего канала измерения **C1, C2** мигает. Модуль автоматически отключает внешний тестовый сигнал при отсчете установленного тайм-аута (параметр `TimeOut_TestMode`).

Вариант исполнения МК40-DC-001

Лицевая панель модуля МК40 со специализированным символьно-цифровым ЖКИ, сигнальными светодиодами и управляющими кнопками. На индикаторе одновременно отображаются результаты измерения и состояние обоих каналов измерения.

На лицевой панели расположены:

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

Две управляющие кнопки

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

Символами '**∇1**', '**∇2**', '**∇3**' (в рамке) сигнализируется о выходе значения контролируемого параметра за уставки. На рисунке показан пример выход значения частоты за 2-ю уставку.

Символ '**Er**' (в рамке) показывает, что по данному каналу измерения обнаружена неисправность датчика, значение измеряемого параметра принимается равным нулю (на ЖКИ отображаются прочерки), сигнализация по уставкам соответствующего канала измерения находится в неактивном состоянии.

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

В режиме «СТОП» значение частоты принимается равным нулю, после цифры '0' отображается незначащая десятичная точка. При проверке сигнализации «СТОП» мигает не значащая десятичная точка после значения частоты.

При подключении тестового сигнала на вход канала измерения в правой верхней области вывода данных по каналу измерения мигает пустая рамка не существующей уставки 4.

В режиме измерения напряжения питания вторым каналом в нижней части индикатора отображается текущее напряжение питания модуля, штатная информация по 2-му каналу измерения не отображается.

Для просмотра на индикаторе максимальной частоты нажмите **Mode**, на ЖКИ появится значение частоты (по двум каналам одновременно). При выводе максимальной на ЖКИ символы единиц измерения 'об/мин' будут мигать, а символы выхода значения измеряемого параметра за уставки отображаться не будут. Возврат к нормальному режиму индикации происходит по повторному нажатию кнопки **Mode** или автоматически по тайм-ауту.

Для просмотра на индикаторе постоянного тока датчиков нажмите и удерживайте кнопку **Mode**, пока на ЖКИ не появится значение тока датчиков (по двум каналам одновременно). При выводе тока датчиков на ЖКИ появятся символы единиц измерения 'мА', а символы выхода значения измеряемого параметра за уставки отображаться не будут. Возврат к нормальному режиму индикации происходит по повторному удержанию кнопки **Mode** или автоматически по тайм-ауту.

Для просмотра на ЖКИ значения уставок нажмите и удерживайте кнопку **Sel** пока не начнет мигать знак 1-го канала измерения **K1** и символ первой уставки **∇1**. Повторно (кратковременно) нажимая на кнопку **Sel**, можно просмотреть все 3 уставки по текущему каналу измерения. Значения уставок отображаются взамен результатов измерений. Если уставка выключена (в настройках блока), то вместо значения уставки отображаются прочерки.

Посмотреть значение уставок другого канала измерения можно нажав на кнопку **Mode** в режиме отображения уставок. Возврат к нормальному режиму индикации происходит по повторному удержанию кнопки **Sel** или автоматически по тайм-ауту.

Включение/выключение логических выходов осуществляется одновременным нажатием и удержанием кнопок **Mode-Sel**, пока не произойдет переключения режима работы логических выходов. При блокировке логических выходов светодиод **Ok** светиться желтым цветом, а все логические выходы находятся в неактивном состоянии.



Рисунок 2.
Пример
отображения
данных ЖКИ

Работа блока

Включение питания

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

- Параметры каналов измерения;
- Системные параметры блока и параметры интерфейсов связи.

К каждой секции параметров работы в энергонезависимой памяти добавляется контрольная сумма, позволяющая проверить достоверность загруженных данных. Если вычисленная контрольная сумма не совпадает с записанной суммой в энергонезависимой памяти, то считается, что данные повреждены, и их использовать для работы модуля нельзя.

Каждая секция данных в энергонезависимой памяти имеет основное и резервное размещение. Если секция параметров работы из энергонезависимой памяти прочитана с ошибкой, то предпринимается попытка считывания данных из резервной области энергонезависимой памяти.

Если по одной из секций параметров работы обнаружена ошибка (из основной и резервной секции), то работа модуля блокируется, формируется логическая сигнализация о неисправности модуля (блока), светодиод **Ok** на лицевой панели будет светиться красным цветом.

При нормальной загрузке параметров работы перед началом работы:

- МК40-DC – светодиод **Ok** мигает желтым цветом, показывая, что идет стартовая инициализация;
- МК40-DC-11, МК40-DC-001, МК40-AC-11-S – светодиод **Ok** светиться желтым цветом, на индикаторе отображается серийный номер, год выпуска и версия программного обеспечения.

Примечание. Не рекомендуется, но допускается, «горячая» замена модуля МК40 в секции без выключения питания.

После включения питания (сброса) работа логической сигнализации заблокирована на установленное пользователем время. Если работа логических выходов заблокирована, светодиод **Ok** светиться желтым цветом.

Сброс

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

- включение питания;
- сброс по команде пользователя (кнопкой **Reset** на лицевой панели или командой по цифровым интерфейсам связи);
- снижение напряжения питания микропроцессора (неисправность источника питания);
- сброс по сторожевому таймеру из-за «зависания» программы микропроцессора.

Через отверстие на лицевой панели модуля, нажатием на потайную кнопку **Reset**, пользователь может выполнить сброс модуля и «Холодный старт» модуля.

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

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

«Холодный старт»

«Холодный старт» предназначен для записи в энергонезависимую память параметров работы по умолчанию. Эта функция полезна при первоначальном включении модуля после изготовления или в случае, когда необходимо выполнить повторную калибровку, установив заведомо известные параметры работы.

Переход в режим «Холодный старт» выполняется удержанием кнопки **Reset** во время всего цикла вывода идентификационной информации и инициализации модуля после его сброса.

Если модуль перешел в режим «Холодный старт», то:

- МК40-DC – светодиод **Ok** будет мигать желтым цветом синхронно со светодиодом **War**;
- МК40-DC-11, МК40-DC-001, МК40-AC-11-S – на индикаторе будет мигать надпись 'Cold'.

После перехода в режим холодного старта необходимо подтвердить «Холодный старт». Подтверждением «Холодного старта» является последовательность нажатия кнопки **Reset**, аналогичная последовательности сброса в нормальном режиме работы (кратковременное нажатие, нажатие и удержание кнопки **Reset**).

При подтверждении «Холодного старта» настройки блока инициализируются значениями по умолчанию и сохраняются в энергонезависимой памяти, затем производится сброс блока. Если подтверждение «Холодного старта» не выполнено, блок переходит в нормальный режим работы.

МК40-DC

Во время записи в энергонезависимую память мигает светодиод **War**. Результаты записи можно определить по цвету свечения светодиода **Ok**:

- *Зеленый* – запись выполнена без ошибок;
- *Желтый* – одна или несколько секций данных была правильно записана в энергонезависимую память со второй попытки;
- *Красный* – одна или несколько секций данных записана в энергонезависимую память с ошибкой;

МК40-DC-11, МК40-DC-001, МК40-AC-11-S

Во время записи на индикаторе отображается надпись 'Load'. Результаты записи можно определить по цвету свечения светодиода **Ok** (аналогично варианту МК40-DC) и сообщению на индикаторе:

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

Результаты записи в энергонезависимую память параметров работы отображаются в течение 2 секунд, затем происходит автоматически сброс модуля.

Измерение параметров

Модуль МК40 работает в режиме реального времени с периодичностью обновления результатов измерений на индикаторе 500мс. Период измерения частоты вращения ротора от 0.1 до 1.0 секунды (устанавливается при настройке модуля). Модуль МК40 выполняет следующие основные операции:

- вычисляет ток датчика и контролирует исправность датчика;
- измеряет частоту вращения ротора;
- повторяет тахометрические импульсы для синхронизации модулей контроля, измеряющие переменные сигналы (только для контрольной поверхности «паз»);
- сравнивает вычисленные значения параметра с уставками и сигнализирует о выходе за уставки;
- передает измеренные значения на унифицированные выходы;
- формирует логическую сигнализацию;
- обновляет данные на средствах индикации;
- поддерживает цифровые интерфейсы связи.

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

Оба канала измерения работают идентично, синхронно, независимо друг от друга. Общими являются несколько параметров (подробное описание параметров смотрите в таблице 16):

- `PeriodMeasur` - период измерения частоты вращения ротора от 0.1 до 1.0 секунды;
- `TestPointSenseOk` - тайм-аут теста уставок после нормализации работы датчика;
- `TimeOut_TestMode` - тайм-аут режима «Тест канала измерения»;
- `TimeOut_TestStop` - тайм-аут проверки режима «СТОП»;
- `SynhroPulse` - период импульсов синхронизации измерений модулями контроля.

Измерение тока датчика

Входной токовый сигнал должен быть преобразован в напряжение. Для этого во входной цепи каналов измерения предусмотрены точные резисторы, соответствующие диапазону тока сигнала датчика, и удаляемая перемычка. Диапазон входных сигналов по напряжению от 0 до 5В.

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

Входной сигнал (напряжение) поступает на вход 10-разрядного АЦП, встроенного в микроконтроллер. Среднее значение АЦП используется в дальнейших расчетах тока датчика.

Ток датчика вычисляется по формуле линейного уравнения:

$$I_{\text{sense}} = A_1 + B_1 \cdot \text{АЦП}$$

где

I_{sense} – вычисленное значение тока датчика,

АЦП – усредненное значение АЦП,

A_1, B_1 – коэффициенты линейного уравнения для вычисления тока датчика.

Значение тока датчика I_{sense} может быть отображено на индикаторе и используется в алгоритме теста датчика.

Коэффициенты A_1, B_1 автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока датчика (20% от `RangeCurrMax`, `RangeCurrMax`) и сохраненным значениям АЦП (`AdcInMin`, `AdcInMax`), соответствующим входному диапазону тока датчика, на котором проведена калибровка.

Примечание. Если одна из пар калибровочных значений (20% от `RangeCurrMax`, `RangeCurrMax` или `AdcInMin`, `AdcInMax`) равна нулю или они равны между собой, то коэффициенты A_1, B_1 не вычисляются и принимаются равными нулю (ток датчика I_{sense} всегда равен нулю).

Тест исправности датчика

Тест датчика осуществляется по вычисленному значению I_{sense} . Датчик считается исправным, если значение находится в допустимых пределах ($CurrValidMin$, $CurrValidMax$), устанавливаемых при настройке модуля.

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

Выключение контроля тока датчика может быть полезно, например, при работе модуля МК40 с уровнями сигнала датчика 0-5мА, в этом случае контроль нижней границы тока датчика целесообразно выключить.

Если значение I_{sense} ниже минимально допустимого уровня тока $CurrValidMin$, то считается, что уровень сигнала датчика слишком мал (устанавливаются флаги $ErrorSenseLow$, $FlagError$). Для нормализации работы канала измерения значение I_{sense} должно быть выше $CurrValidMin + CurrValidHist$ (сбрасывается флаг $ErrorSenseLow$).

Если значение I_{sense} выше максимально допустимого уровня тока $CurrValidMax$, то считается, что уровень сигнала датчика слишком высок (устанавливаются флаги $ErrorSenseHigh$, $FlagError$). Для нормализации работы канала измерения значение I_{sense} должно быть ниже $CurrValidMax - CurrValidHist$ (сбрасывается флаг $ErrorSenseHigh$).

При любом установленном флаге ненормального уровня тока датчика ($ErrorSenseLow$, $ErrorSenseHigh$) значение измеряемого параметра принимается равным нулю.

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

После нормализации работы датчика и сброса флагов $ErrorSenseLow$, $ErrorSenseHigh$ сбрасывается флаг $FlagError$ через установленный интервал времени $TestPointSenseOk$. После сброса флага $FlagError$ вычисленное значение измеряемого параметра сравнивается с уставками.

На рисунке показан пример работы алгоритма теста датчика при снижении постоянного тока датчика ниже допустимого уровня. Допустимые уровни тока датчика равны 0.9мА и 5.1мА соответственно, гистерезис 0.1мА.

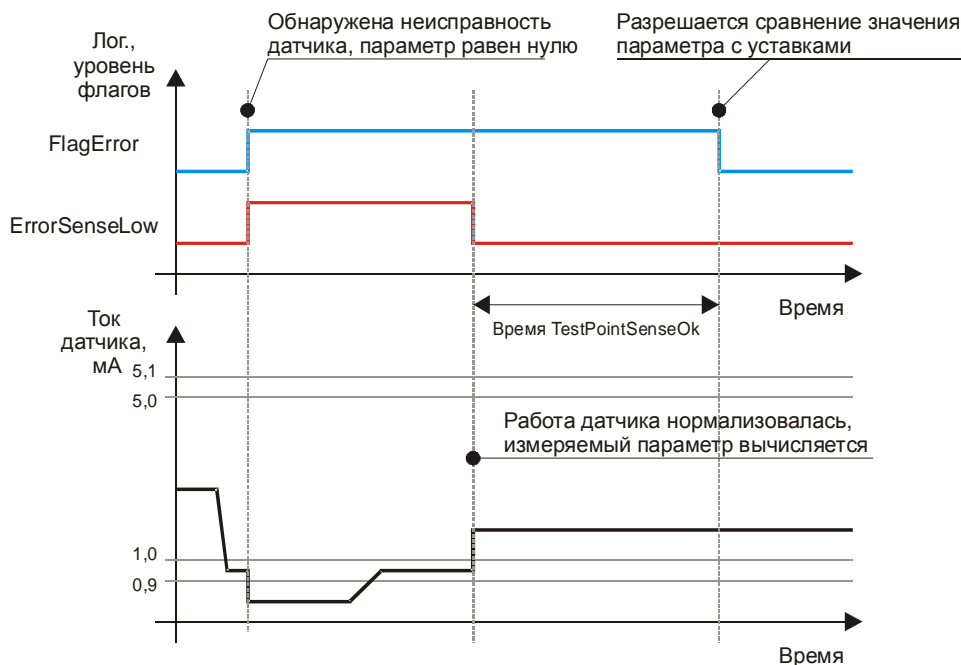


Рисунок 3. Работа алгоритма теста датчика при снижении постоянного тока датчика ниже допустимого уровня

После сброса модуля считается, что датчик исправен, но необходимо отсчитать тайм-аут перед сравнением значения параметра с уставками, т.к. после сброса автоматически устанавливается флаг $FlagError$.

Измерения частоты вращения ротора

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

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

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

Значение периода импульсов синхронизации усредняется за цикл измерения (определяется параметром `PeriodMeasur`), затем вычисляется частота вращения ротора в об/мин (с учетом настроенного числа импульсов на оборот ротора).

Если за время цикла измерения был зафиксирован только один период импульсов синхронизации, то в расчете частоты используется не усредненное значение периода.

Минимальная измеряемая частота вращения ротора задается параметром `FrequencyMin` (не менее 0.9 об/мин). Если частота вращения ротора меньше установленного значения, считается, что импульсы синхронизации отсутствуют (ротор остановлен).

Полярность импульсов синхронизации

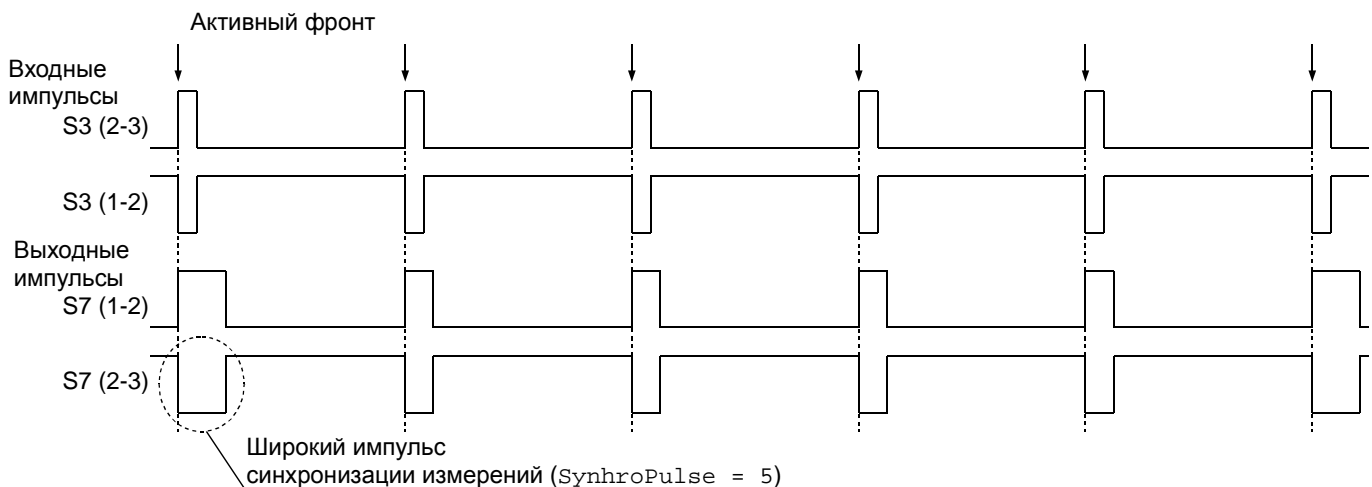
Полярность активного фронта входных импульсов и повторяемых импульсов синхронизации определяется переключками на плате модуля (смотрите в приложении А).

На рисунке 4 показаны диаграммы входных/выходных импульсов синхронизации для 1-го канала измерения в зависимости от положения перемычек на плате модуля (для 2-го канала аналогично).

Импульсы синхронизации генерируются только при разрешении в настройках модуля (параметр `PulseEnabled`).

Синхронизацию измерений других модулей АСКВ (вычисление оборотных составляющих и их фазы) выходными сигналами модуля МК40 необходимо выполнять только по выбранному переключками активному фронту, т.к. неактивный фронт повторяемых импульсов синхронизации имеет дрожание не более $\pm 200\mu\text{с}$ (длительность выходного импульса синхронизации 800 - 1000мкс).

Для синхронизации одновременного получения результатов модулями контроля АСКВ модуль МК40 генерирует увеличенные по длительности в два раза импульсы синхронизации с периодом `SynhroPulse` (если `SynhroPulse` равен нулю, то удлиненные импульсы синхронизации не генерируются).



Примечание. Предполагается, что к импульсному выходу подключен подтягивающий резистор к плюсу питания. Скорость нарастания переднего фронта определяется емкостью выходной цепи и параметрами подтягивающей цепи (сопротивление резистора, напряжение подтяжки).

Рисунок 4. Полярность входных и выходных импульсов синхронизации

Сравнение вычисленного значения параметров с уставками

Если флаг FlagError сброшен (отсчитана пауза после нормализации работы датчика), вычисленное частоты сравнивается с уставками, установленными при настройке модуля.

Если обнаружена неисправность датчика (установлен один из флагов ErrorSenseLow, ErrorSenseHigh) или установлен флаг FlagError, сравнение вычисленного значения параметра частоты с уставками не производится, и все флаги выхода значения измеряемого параметра за уставки сброшены.

Для каждого из каналов измерения предусмотрены по три уставки (TestPointData) с индивидуально настраиваемыми режимами работы (TestPointMode), общим уровнем гистерезиса (TestPointHist) и временем реакции перехода через уставку (TestPointTime).

Таблица 3. Режимы работы уставок

Код режима	Описание
0	Уставка выключена, проверка не выполняется
1	Проверка выше уставки
2	Проверка ниже уставки

Режим работы – уставка выключена

Значение частоты вращения ротора с уставкой TestPointData не сравнивается, флаг OutPoint всегда сброшен.

Режим работы – проверка выше уставки

Если в течение времени TestPointTime значение частоты выше TestPointData, считается, что уровень параметра слишком высок и устанавливается флаг OutPoint. Для сброса флага OutPoint (нормальный уровень) значение частоты должно быть ниже TestPointData - TestPointHist в течение времени TestPointTime.

Режим работы – проверка ниже уставки

Если в течение времени TestPointTime значение частоты ниже TestPointData, считается, что уровень частоты мал и устанавливается флаг OutPoint. Для сброса флага OutPoint (нормальный уровень) частота должна быть выше TestPointData + TestPointHist в течение времени TestPointTime.

На рисунке 5 показан пример работы сигнализации по уставке 2400 об/мин с гистерезисом 100 об/мин.

Разрешение проверки уставок в режиме «СТОП» определяется параметром StopEnabled. Если StopEnabled равен нулю, то в режиме «СТОП» значение частоты (частота равна 0) с уставками не сравнивается, флаги выхода частоты за уставки находятся в неактивном состоянии.

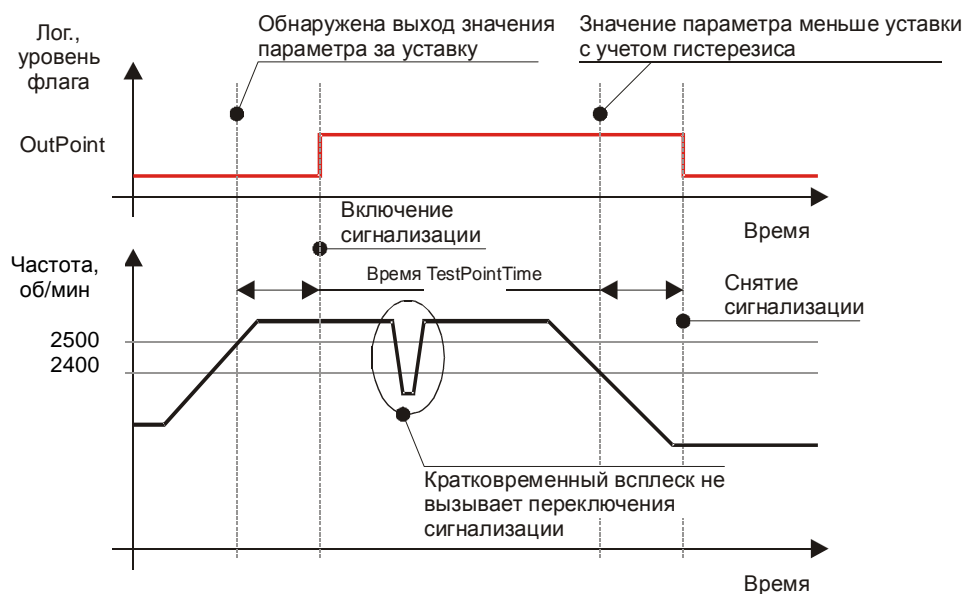


Рисунок 5. Пример работы алгоритма работы уставки (режим – проверка выше уставки)

Измерение напряжения питания модуля

Второй канала измерения может быть настроен для измерения и контроля напряжения питания модуля и датчиков, цепи питания которых подключены к модулю МК40. Измерение напряжения питания целесообразно использовать в варианте исполнения модуля МК40-АС-11-S.

Включение измерения напряжения модуля осуществляется при настройке модуля (параметр `ModeWork`). В данном режиме значение частоты 2-го канала принимается равным нулю, все уставки выключены.

Вычисление напряжения питания модуля осуществляется по алгоритму вычисления тока датчика (значение напряжения доступно в параметре `Current`). Вычисленное значение напряжение может сравниваться с уставками теста датчика с формированием сигнализации на логических выходах.

При измерении напряжения питания модуля вторым каналом измерения переключки на плате должны быть в следующем положении (положение переключек S4, S8, S5 не имеет значения):

S2 — 1-2 режим работы по току 1-5мА; **S13** — снята; **S9** — одета

Калибровка канала измерения 2 осуществляется в диапазоне 1-5мА.

Таблица 4. Рекомендованные параметры канала 2 для измерения напряжения питания модуля

Название	Обозначение	Значение	Прим.
Нижний уровень диапазона тока датчика	RangeCurrMin	8,27	
Верхний уровень диапазона тока датчика	RangeCurrMax	41,36	
Разрешение теста датчика по нижней границе	EnaValidMin	1	
Разрешение теста датчика по верхней границе	EnaValidMax	1	
Нижний допустимый предел тока датчика	CurrValidMin	20	
Верхний допустимый предел тока датчика	CurrValidMax	28	
Гистерезис по тесту датчика	CurrValidHist	0,5	
Нижний уровень диапазона тока унифицированного выхода	CurrOutMin	0	
Верхний уровень диапазона тока унифицированного выхода	CurrOutMax	0	
Значение АЦП нижнего уровня калибровки тока датчика	AdcInMin		1
Значение АЦП верхнего уровня калибровки тока датчика	AdcInMax		1
Значение ЦАП нижнего уровня калибровки унифицированного выхода	DacOutMin	0	
Значение ЦАП верхнего уровня калибровки унифицированного выхода	DacOutMax	0	
Разрешение работы канала измерения	Enabled	1	напр.
Режим работы канала измерения	ModeWork	1	
Разрешить подключение тестового сигнала	TestEnabled	0	
Разрешить проверку сигнализации «СТОП»	StopEnabled	0	
Генерировать импульсы синхронизации	PulseEnabled	0	
Нижний диапазон измеряемого параметра	RangeParamMin	0	
Верхний диапазон измеряемого параметра	RangeParamMax	0	
Минимальная измеряемая частота, об/мин	FrequencyMin	1	
Число импульсов на один оборот ротора	Tooth	1	
Формат вывода данных на индикатор	FormatOut	0	об/мин
Разрешить проверку уставок в режиме «СТОП»	TestPointStop	0	
Время реакции на переход через уставки	TestPointTime	0	0,5с
Режим работы уставки 1	TestPointMode_1	0	
Режим работы уставки 2	TestPointMode_2	0	
Режим работы уставки 3	TestPointMode_3	0	
Значение уставки 1	TestPointData_1	0	
Значение уставки 2	TestPointData_2	0	
Значение уставки 3	TestPointData_3	0	
Гистерезис по уставкам	TestPointHist	0	

Примечание 1. Определяется при калибровке входа канала измерения.

Внешний тестовый сигнал

На вход канала измерения может подключен внешний тестовый сигнал. Перемычками S5, S6 можно определить источник внешнего сигнала.

Для варианта исполнения МК40-АС-11-S тестовый сигнал 50Гц формируется из сетевого переменного напряжения АС 220В 50Гц.

Подключение/отключение внешнего тактового сигнала может выполняться командами по цифровым интерфейсам связи или пользователем кнопками на лицевой панели для вариантов исполнения МК40-DC-11, МК40-АС0-11-S.

Разрешение подключения внешнего тестового сигнала должно быть разрешено при настройке модуля (параметр `TestEnabled`).

Проверка режима «СТОП»

Модуль МК40 может генерировать фиктивную сигнализацию режима «СТОП» на логических выходах. Данная функция может быть полезна для проверки цепей сигнализации «СТОП» перед остановом оборудования.

Включение/отключение проверки режима «СТОП» может выполняться командами по цифровым интерфейсам связи или пользователем кнопками на лицевой панели для вариантов исполнения МК40-DC-11, МК40-АС0-11-S.

Разрешение проверки режима «СТОП» должно быть разрешено при настройке модуля (параметр `StopEnabled`).

Унифицированный выход

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

Установка тока на унифицированном выходе осуществляется с помощью 12-разрядного ЦАП и активного токового усилителя, рассчитанного на подключение заземленной нагрузки. В модуля МК40 предусмотрен защитный стабилитрон (напряжение пробоя 27В) и самовосстанавливающийся предохранитель 200мА для защиты цепей унифицированного выхода.

Значение ЦАП унифицированного выхода рассчитывается по формуле линейного уравнения:

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

где

ЦАП_{OUT} – вычисленное значение ЦАП,

D_{Param} – вычисленное значение измеряемого параметра,

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

Коэффициенты A_0, B_0 автоматически рассчитываются при инициализации работы модуля по данным диапазона тока унифицированного выхода (`CurrOutMin, CurrOutMax`), диапазона измеряемого параметра (`RangeParamMin, RangeParamMax`) и сохраненным значениям ЦАП (`DacOutMin, DacOutMax`), соответствующим диапазону унифицированного выхода, на котором проведена калибровка (20% от `CurrOutMax, CurrOutMax`).

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

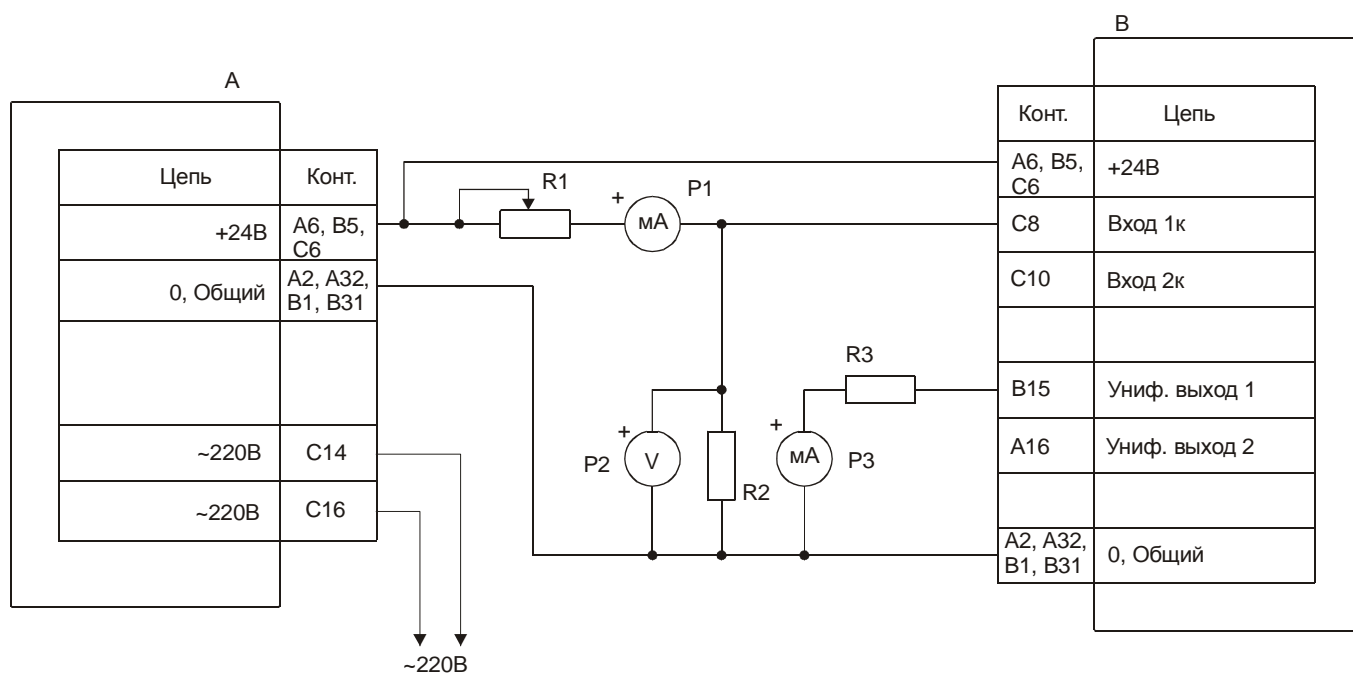
Рекомендации по калибровке

Технология калибровки модуля МК40 позволяет проводить повторную калибровку без выполнения холодного старта модуля, а изменение диапазона канала измерения – без перекалибровки каналов измерения и унифицированных выходов. Если выполняется изменение диапазона тока канала измерения или унифицированного выхода, то необходимо выполнить перекалибровку.

После калибровки необходимо загрузить калибровочные данные в модуль МК40, сохранить в энергонезависимой памяти и перезагрузить блок (или выполнить команду – перерасчет коэффициентов).

Схема включения модуля МК40 для калибровки постоянного тока датчика и унифицированного выхода показана на рисунке 6. Рекомендуется калибровку блока МК40 проводить с помощью стенда СП43, позволяющего собрать указанную схему.

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



A – МП24 или БП17

B – МК40

R1 – магазин сопротивлений 100кОм

R2, R3 – резисторы 500±10 Ом 0.5Вт

P1, P2 – миллиамперметр постоянного тока 0-20мА, кл. 0.2

P2 – вольтметр постоянного тока кл. 0.1

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

Рисунок 6. Схема включения модуля МК40 для калибровки и проверки

Калибровка входа канала измерения

Последовательность калибровки входа канала измерения достаточно проста:

1. Указать значения диапазона тока канала измерения (`RangeCurrMin`, `RangeCurrMax`).
2. Указать диапазон измеряемого параметра (`RangeParamMin`, `RangeParamMax`).
3. Установить на входе канала измерения ток 20% от `RangeCurrMax`.
4. Переписать значение `AdcData` в `AdcInMin`.
5. Установить на входе канала измерения ток `RangeCurrMax`.
6. Переписать значение `AdcData` в `AdcInMax`.
7. Передать результаты калибровки в модуль МК40.
8. Выполнить перерасчет коэффициентов.

Изменение диапазона измеряемого параметра заключается в изменении значений `RangeParamMin`, `RangeParamMax`.

В специализированной программе настройки модуля МК40 предусмотрен мастер калибровки входа канала измерения, существенно упрощающий процесс калибровки.

Калибровка унифицированного выхода

Диапазон унифицированного выхода по частоте соответствует диапазону `RangeParamMin`, `RangeParamMax`. Калибровка унифицированного выхода состоит из следующих этапов:

1. Указать значения диапазона тока унифицированного выхода (`CurrOutMin`, `CurrOutMax`).
2. Записью значения в `DacDirectData` подобрать ток (по миллиамперметру) на унифицированном выходе, равный 20% от `CurrOutMax`.
3. Переписать значение `DacDirectData` в `DacOutMin`.
4. Записью значения в `DacDirectData` подобрать ток (по миллиамперметру) на унифицированном выходе, равный `CurrOutMax`.
5. Переписать значение `DacDirectData` в `DacOutMax`.
6. Записать ноль в `DacDirectData` (выключить режим калибровки).
7. Передать результаты калибровки в модуль МК40.
8. Выполнить перерасчет коэффициентов.

Изменение диапазона измеряемого параметра входа (`RangeParamMin`, `RangeParamMax`) автоматически изменяет диапазон параметра на унифицированном выходе. Для калибровки модуля в программе настройки МК40 предусмотрен мастер калибровки унифицированного выхода, упрощающий процесс калибровки.

Примечание. Запись результатов калибровки в модуль МК40 и выполнение перерасчета коэффициентов может быть выполнена один раз после всех этапов калибровки (вход, унифицированных выход).

Логические выходы

В модуле МК40 предусмотрено 6 логических выходов с открытым коллектором (активный уровень - ноль). Схемотехника логических входов предусматривает возможность непосредственного подключения обмоток реле.

Работа каждого из 6 логических выходов настраивается пользователем по цифровым интерфейсам связи.

Если обнаружена ошибка контрольной суммы по одной из секций параметров работы модуля, на логическом выходе 6 будет присутствовать активный уровень сигнала, остальные логические выходы модуля МК40 останутся в неактивном состоянии.

После сброса блока работа логических выходов заблокирована на время `LogicOffStartUp`, отсчитываемое после завершения цикла инициализации модуля МК40.

Возможна блокировка работы логических выходов пользователем, которая может быть необходима при корректировке параметров работы блока или проверки его работы, не опасаясь срабатывания сигнализации или защитного отключения.

В состав параметра модуля МК40 входит матрица «ИЛИ» (`LogicMatrix`) коммутации флагов состояния (состояния каналов измерения и модуля в целом) на логические выходы. Если хотя бы один флаг, назначенный на логический выход, установлен, то на соответствующем логическом выходе будет присутствовать активный уровень сигнала, если работа логических выходов не заблокирована.

С помощью параметра `LogicOutMode` возможно инвертирование логического сигнала на соответствующем логическом выходе (кроме логического выхода 6).

Для каждого из флагов указывается номер логического выхода, на который он будет назначен. Если какого-либо флага номер назначенного логического выхода равен нулю или больше 6, то состояние соответствующего флага не влияет ни на один из логических выходов.

Таблица 5. Флаги каналов измерения `StatusCh` и их позиция в матрице логических выходов `LogicMatrix`

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице	
				Канал 1	Канал 2
0	<code>OffMode</code>	Канал измерения выключен	Off	8	16
1	<code>ErrorSenseLow</code>	Ток датчика ниже допустимого уровня	xSL	9	17
2	<code>ErrorSenseHigh</code>	Ток датчика выше допустимого уровня	xSH	10	18
3	<code>FlagError</code>	Флаг общей неисправности канала измерения	xFE	11	19
4	<code>StopMode</code>	Режим «СТОП»	xSM	12	20
5	<code>OutPoint_1</code>	Выход значения параметра за уставку 2	xS1	13	21
6	<code>OutPoint_2</code>	Выход значения параметра за уставку 3	xS2	14	22
7	<code>OutPoint_3</code>	Выход значения параметра за уставку 4	xS3	15	23

Примечание. В коде сигнализации вместо символа 'x' нужно указывать номер канала (например, 1SH). Старшие биты регистров `StatusCh` не используются.

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

№ бита	Обозначение	Описание	Код	Позиция в матрице
0	<code>ErrorLoadData</code>	Ошибка чтения параметров работы из энергонезависимой памяти	ErrLD	0
1	<code>LoadDataReserv</code>	Одна или несколько групп параметров работы прочитана из резервной секции энергонезависимой памяти	ResLD	1
2	<code>LogicOffStartUp</code>	Блокировка работы логических выходов после сброса модуля	LgOffSt	2
3	<code>LogicOffUser</code>	Блокировка работы логических выходов по команде пользователя	LgOffU	3
4	<code>InterfRS485_Off</code>	Интерфейс RS485 выключен	RS_Off	4
5	<code>InterfCAN_Off</code>	Интерфейс CAN2.0B выключен	CAN_Off	5
6	<code>AllowOneWrite</code>	Получен доступ на одиночную запись	OneWr	6
7	<code>CalibrateMode</code>	Выполняется калибровка на одном из выходов	Calibr	7

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

Цифровые интерфейсы управления

Модуль МК40 поддерживает три независимых интерфейса управления:

- интерфейс RS485 с частичной реализацией протокола ModBus RTU (достаточной для управления);
- интерфейс CAN2.0B (обмен осуществляется только расширенными сообщениями);
- ведомый интерфейс I2C для настройки параметров работы модуля.

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

Внимание. Источник питания, микросхемы драйверов RS485 и CAN2.0B интерфейсов, диагностический интерфейс **не имеют гальванической развязки**. Модуль МК40 с гальванической развязкой интерфейсов связи и питания изготавливается по дополнительному согласованию.

Интерфейс RS485

Для работы по интерфейсу RS485 на плате МК40 предусмотрена микросхема полудуплексного драйвера шины RS485. Обмен данными по интерфейсу RS485 выполняется согласно протоколу ModBus RTU с возможностью выбора скорости обмена из нескольких стандартных скоростей и адреса модуля на шине.

Таблица 7. Параметры интерфейса RS485

Наименование параметра	Значение
Протокол обмена	ModBus RTU (частичная реализация)
Формат данных	без бита паритета, 2 стоповых бита
Пауза между сообщениями, байт, не менее	3.5
Скорость обмена (устанавливается одна из скоростей), бит/с	4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200; 230400
Режим работы драйвера	полудуплекс
Максимальное число узлов на шине	128 ⁽¹⁾
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	12 ⁽¹⁾
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	±15 ⁽¹⁾
Гальваническая развязка	нет ⁽¹⁾

Примечание 1. При условии применения драйвера MAX487ESA.

Настройка параметров работы модуля по протоколу ModBus

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

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

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

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

Формат сообщения об ошибке (5 байт):

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

Таблица 8. Возможные коды ошибок протокола ModBus

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

Поддерживаемые команды протокола ModBus

Таблица 9. Реализованные команды протокола ModBus в модуле МК10

Код	Название, описание	Запрос	Ответ	Примечание
0x03	Read Holding Registers Чтение регистров настройки	Адрес устройства Функция (0x03) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x03) Счетчик байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для чтения результатов измерений и параметров работы модуля
0x06	Preset Single Registers Запись в регистр	Адрес устройства Функция (0x06) Адрес, ст. байт Адрес, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x06) Адрес, ст. байт Адрес, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для записи в управляющие регистры (выполнение команд)
0x10	Preset Multiple Regs Запись в несколько регистров	Адрес устройства Функция (0x10) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт Счетчик байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x10) Нач. адрес, ст. байт Нач. адрес, мл. байт Кол-во рег., ст. байт Кол-во рег., мл. байт Счетчик байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Применяется для записи параметров работы в модуль
0x11	Report Slave ID Чтение идентификатора	Адрес устройства Функция (0x11) CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x11) Счетчик байт Идентификатор (0x0B) Индик. пуска (0xFF) Версия ПО, ст. байт Версия ПО, мл. байт Номер модуля, ст. байт Номер модуля, мл. байт Год выпуска, ст. байт Год выпуска, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	
0x08	Diagnostics Диагностические команды	Адрес устройства Функция (0x08) Подфункция, ст. байт Подфункция, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Адрес устройства Функция (0x08) Подфункция, ст. байт Подфункция, мл. байт Данные, ст. байт Данные, мл. байт CRC мл. байт CRC ст. байт	Список поддерживаемых диагностических команд смотрите в таблице 10

Таблица 10. Список поддерживаемых диагностических команд протокола ModBus

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

Вычисление контрольной суммы в сообщениях

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

Особенности управления по протоколу ModBus

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

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

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

Максимальный объем записываемых/читаемых байт за одну транзакцию 64 байта.

Примечание. На плате модуля МК40 предусмотрен терминатор шины RS485. Если модуль включается последним на шине RS485, а на шине отсутствует штатный терминатор 120 Ом, то для нормальной работы интерфейса RS485 перемычка на плате модуля, включающая терминатор шины, должна быть установлена.

Интерфейс CAN2.0B

Интерфейс CAN2.0B предоставляет возможность передачи данных о состоянии модуля МК40 на блоки индикации и модуль сбора статистики. Модуль МК40 не принимает никаких данных по интерфейсу CAN2.0B, а также не предусмотрена возможность настройки модуля по интерфейсу CAN2.0B.

Таблица 11. Параметры интерфейса CAN2.0B

Наименование параметра	Значение
Режим работы	передача данных в активном режиме с возможностью генерации перезагрузки шины
Формат сообщений	только расширенные
Протокол обмена	унифицированный для работы в составе аппаратуры «ВИБРОБИТ 300»
Код для блоков индикации	0xC4 (196)
Скорость обмена (устанавливается одна из скоростей), кбит/с	1000; 500; 250; 200; 125; 100; 80; 40
Соответствие стандарту шины CAN	ISO-11898 ⁽¹⁾
Максимальное число узлов на шине	112 ⁽¹⁾
Входное сопротивление драйвера, кОм, не менее	5 ⁽¹⁾
Электростатическая стойкость, кВ, не менее	±6 ⁽¹⁾
Гальваническая развязка	нет ⁽¹⁾

Примечание 1. При условии применения драйвера MCP2551.

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

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

Примечание. На плате модуля МК40 предусмотрен терминатор шины CAN2.0B. Если модуль включается последним на шине CAN2.0B, а на шине отсутствует штатный терминатор 120 Ом, то для нормальной работы интерфейса CAN2.0B перемычка на плате модуля, включающая терминатор шины, должна быть установлена.

Для работы CAN2.0B интерфейса необходимо настроить следующие параметры:

- Разрешение работы интерфейса CAN2.0B (CanEnabled);
- Скорость обмена (CanSpeed);
- Адрес модуля (CanBasicAddress);
- Периодичность отправки сообщений (CanBasicTime);
- Разрешение отправки информации по каналам измерения (CanBasicDataOut).

Данные результатов измерений отправляются с периодичностью CanBasicTime. Для каждого из каналов измерения формируется собственное сообщение с уникальным кодом сообщения:

0x30(48) – Сообщение 1-го канала измерения,

0x31(49) – Сообщение 2-го канала измерения.

0x32(50) - Совмещенное сообщение. В нормальном состоянии передается сообщение с результатом измерения по 1-му каналу. В случае неисправности 1-го канала, передается сообщение с результатом измерения по 2-му каналу. При неисправности обоих каналов сообщение не передается (реализовано в версии ПО модуля 3.40 и выше).

Сообщения передаются последовательно: сообщение 1-го канала, затем – второго. Новое сообщение не передается на шину, пока не будет передано предыдущее. Если текущее сообщение не может быть отправлено в течение 200мс, то его отправка отменяется.

Если флаг `CanBasicDataOut` не равен нулю, то сообщение соответствующего канала измерения передается по интерфейсу CAN2.0B. Если все флаги `CanBasicDataOut` равны нулю, то никаких сообщений по интерфейсу CAN2.0B модулем не передается, однако, модуль генерирует подтверждение нормальной передачи сообщений других модулей, подключенных к шине CAN2.0B.

Номер байта в сообщении						
0	1	2	3	4	5	6
Код	Измеренное значение параметра (float 4 байта)				Состояние канала измерения	Состояние модуля
0x30, 0x31	Data				StatusCH	StatusSys

Номер байта в сообщении						
0	1	2	3	4	5	6
Код	Измеренное значение параметра (float 4 байта)					
0x32	Data					

Рисунок 7. Формат сообщения CAN результатов измерения

Ведомый интерфейс I2C

Ведомый интерфейс I2C предназначен для контроля работы модуля и настройки параметров его работы. Разъем интерфейса I2C расположен на лицевой панели модуля (диагностический разъем). Параметры ведомого интерфейса I2C жестко predeterminedены, поэтому вне зависимости от текущего состояния модуля МК40 интерфейс I2C всегда доступен для управления модулем.

Настройка модуля МК40 может производиться с помощью прибора наладчика ПН31, либо с помощью персонального компьютера. Для настройки с помощью персонального компьютера, должно быть запущено специализированное программное обеспечение, а блок подключен к персональному компьютеру через плату диагностического интерфейса MC01 (интерфейс ПК RS232) или MC01 USB (интерфейс ПК USB).

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

Таблица 12. Параметры ведомого интерфейса I2C

Наименование параметра	Значение
Адрес МК40 на интерфейсе I2C	0x26
Формат адреса при обращении к регистрам модуля	16 бит
Скорость обмена, кбит/с, не более	400
Постоянное напряжение на диагностическом разъеме для питания согласующего устройства, В	5 ± 0.2
Допустимый ток потребления по цепи питания на диагностическом разъеме, мА, не более	50
Гальваническая развязка	нет

Примечание. Модуль МК40 предусматривает возможность «горячего» подключения/отключения прибора наладчика и плат диагностического интерфейса MC01, MC01 USB.

Параметры настройки и текущее состояние модуля (таблицы адресов)**Параметры каналов измерения и системные настройки модуля**

Таблица 13. Список калибровочных регистров каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2		
Нижний уровень диапазона тока датчика	RangeCurrMin	Float (4)	0x0600	0x0700	1.0	
Верхний уровень диапазона тока датчика	RangeCurrMax	Float (4)	0x0604	0x0704	5.0	
Разрешение теста датчика по нижней границе (0 – тест датчика не выполняется)	EnaValidMin	Uchar (1)	0x0608	0x0708	1	
Разрешение теста датчика по верхней границе (0 – тест датчика не выполняется)	EnaValidMax	Uchar (1)	0x0609	0x0709	1	
Нижний допустимый предел тока датчика	CurrValidMin	Float (4)	0x060A	0x070A	0.7	
Верхний допустимый предел тока датчика	CurrValidMax	Float (4)	0x060E	0x070E	5.3	
Гистерезис по тесту датчика	CurrValidHist	Float (4)	0x0612	0x0712	0.1	
Нижний уровень диапазона тока унифицированного выход	CurrOutMin	Float (4)	0x0616	0x0716	4.0	
Верхний уровень диапазона тока унифицированного выхода	CurrOutMax	Float (4)	0x061A	0x071A	20.0	
Значение АЦП нижнего уровня калибровки тока датчика	AdcInMin	Uint (2)	0x061E	0x071E	0	1
Значение АЦП верхнего уровня калибровки тока датчика	AdcInMax	Uint (2)	0x0620	0x0720	0	1
Значение ЦАП нижнего уровня калибровки унифицированного выхода	DacOutMin	Uint (2)	0x0622	0x0722	0	1
Значение ЦАП верхнего уровня калибровки унифицированного выхода	DacOutMax	Uint (2)	0x0624	0x0724	0	1

Примечания:

1. Калибровочная информация отсутствует, все измеряемые параметры будут иметь значение нуль.
2. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Таблица 14. Список основных регистров каналов измерения

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2		
Разрешение работы канала измерения (0 — канал выключен)	Enabled	Uchar (1)	0x0A00	0x0B00	1	
Режим работы канала измерения (0 — нормальный; 1 — измерение напряжения)	ModeWork	Uchar (1)	0x0A01	0x0B01	0	1
Разрешить подключение тестового сигнала (0 — не разрешено)	TestEnabled	Uchar (1)	0x0A02	0x0B02	1	
Разрешить проверку сигнализации «СТОП» (0 — не разрешено)	StopEnabled	Uchar (1)	0x0A03	0x0B03	1	
Генерировать импульсы синхронизации (0 - генерировать)	PulseEnabled	Uchar (1)	0x0A04	0x0B04	0	
Нижний диапазон измеряемого параметра	RangeParamMin	Float (4)	0x0A05	0x0B05	0	
Верхний диапазон измеряемого параметра	RangeParamMax	Float (4)	0x0A09	0x0B09	4000	
Минимальная измеряемая частота, об/мин	FrequencyMin	Float (4)	0x0A0D	0x0B0D	2.5	
Число импульсов на один оборот ротора	Tooth	Uchar (1)	0x0A11	0x0B11	1	
Формат вывода данных на индикатор (0 — об/мин; 1 — тыс.об/мин))	FormatOut	Uchar (1)	0x0A12	0x0B12	0	1
Разрешить проверку уставок в режиме «СТОП» (0 — не разрешено)	TestPointStop	Uchar (1)	0x0A13	0x0B13	0	
Время реакции на переход через уставки (циклов измерения)	TestPointTime	Uchar (1)	0x0A14	0x0B14	1	
Режим работы уставки 1	TestPointMode_1	Uchar (1)	0x0A15	0x0B15	0	2
Режим работы уставки 2	TestPointMode_2	Uchar (1)	0x0A16	0x0B16	0	2
Режим работы уставки 3	TestPointMode_3	Uchar (1)	0x0A17	0x0B17	0	2
Значение уставки 1	TestPointData_1	Float (4)	0x0A18	0x0B18	0	
Значение уставки 2	TestPointData_2	Float (4)	0x0A1C	0x0B1C	0	
Значение уставки 3	TestPointData_3	Float (4)	0x0A20	0x0B20	0	
Гистерезис по уставкам	TestPointHist	Float (4)	0x0A24	0x0B24	0	

Примечания:

1. Только для вариантов МК40-DC-11, МК40-AC-11-S
2. Все уставки выключены, описание параметра смотрите в таблице 3.
3. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Таблица 15. Список регистров управления унифицированным выходом

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)		Знач. по умолчанию	Прим.
			Канал 1	Канал 2		
Значение ЦАП для прямого управления унифицированным выходом канала измерения	AnalogDirectData	Uint (2)	0x500	0x502	0	

Примечания:

1. Используются при калибровке унифицированных выходов. Диапазон ЦАП от 0 до 4096.
2. В нормальной работе каналов измерения не участвуют.
3. Автоматически сбрасываются в 0, если значение регистра не изменялось в течении 30 секунд.
4. Доступны для записи в любом режиме работы модуля.

Таблица 16. Список системных регистров

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Время блокировки логических выходов после сброса модуля	LogicOffStartUp	Uchar (1)	0x0E00	15	1, 3
Тайм-аут теста уставок после нормализации работы датчика	TestPointSenseOk	Uchar (1)	0x0E01	59	2, 3
Тайм-аут режима «Тест канала измерения»	TimeOut_TestMode	Uchar (1)	0x0E02	59	2, 3
Тайм-аут проверки режима «СТОП»	TimeOut_TestStop	Uchar (1)	0x0E03	59	2, 3
Период импульсов синхронизации измерений модулями контроля	SynhroPulse	Uchar (1)	0x0E04	50	
Период измерений	PeriodMeasur	Uchar (1)	0x0E05	4	4
Матрица логической сигнализации: биты 0:3 – номер выхода, на который назначена сигнализация биты 4:5 – зарезервированы, должны равняться нулю бит 6 – включение светодиода 'War' для варианта бит 7 – включение светодиода 'Alarm' для варианта	LogicMatrix	Uchar (24)	0x0E06	0	
Инверсия сигнала на логическом выходе (не ноль – инверсия выхода)	LogicOutMode	Uchar (6)	0x0E1F	0	4

Примечания:

1. В случае ошибки считывания данных из энергонезависимой памяти всегда равен 15 (8 секунд).
2. При значении равном 0 функция выключена.
3. Время по 0.5с.
4. Время по 0.1с (0 = 0.1 с).
5. На 6 логический выход данный параметр не распространяется.
6. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».

Интерфейсы связи

Таблица 17. Список регистров интерфейса RS485

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Разрешить работу интерфейса (не нуль – работа интерфейса разрешена)	Enabled	Uchar (1)	0x0F00	0	
Разрешить изменения параметров работы модуля командами по интерфейсу RS485 (не нуль – разрешено)	ChangeData	Uchar (1)	0x0F01	0	
Разрешить операцию однократной записи (не нуль – разрешено)	OneWrite	Uchar (1)	0x0F02	0	
Адрес устройства на шине RS485 (от 1 до 247)	Address	Uchar (1)	0x0F03	1	
Скорость обмена, бит/с 0 – 4800; 1 – 9600; 2 – 19200; 3 – 38400; 4 – 57600; 5 – 115200; 6 – 230400	Speed	Uchar (1)	0x0F04	0	

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

Таблица 18. Список регистров интерфейса CAN2.0B

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Разрешить работу интерфейса (не нуль – работа интерфейса разрешена)	Enabled	Uchar (1)	0x1000	0	
Скорость обмена, кбит/с 0 – 1000; 1 – 500; 2 – 250; 3 – 200; 4 – 125; 5 – 100; 6 – 80; 7 – 40	Speed	Uchar (1)	0x1001	0	
Адрес модуля на шине	BasicAddress	Uint (2)	0x1002	0	
Период отправки сообщений по 0.5с	BasicTime	Uchar (1)	0x1004	0	
Передача данных по каналу измерения 1 бит 0 – результаты измерения бит 1 – совмещенное сообщение биты 2-7 – резерв, должны равняться 0	BasicDataOut_1	Uchar (1)	0x1005	0	1
Передача данных по каналу измерения 2 бит 0 – результаты измерения биты 1-7 – резерв, должны равняться 0	BasicDataOut_2	Uchar (1)	0x1006	0	

Примечания:

1. Реализовано в версии ПО модуля 3.40 и выше.
2. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».
3. Параметры интерфейса CAN2.0B вступают в силу только после переинициализации интерфейса.

Таблица 19. Список дополнительных регистров интерфейса CAN2.0В

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Включить расширенные функции (не нуль – работа интерфейса разрешена)	EnabledAdd	Uchar (1)	0x1100	0	2
Адрес модуля на шине для расширенных сообщений	AddressAdd	Uchar (1)	0x1101	0	
Разрешить изменение параметров модуля по CAN2.0В интерфейсу (не нуль - разрешено)	ChangeEna	Uchar (1)	0x1102	0	
Разрешить поддержку команды одиночной записи (не нуль - разрешено)	OnWriteEna	Uchar (1)	0x1103	0	
Период отправки сообщения 0	PeriodSend_M0	Uchar (1)	0x1104	0	3
Длина сообщения 0	LenSend_M0	Uchar (1)	0x1105	0	4
Адрес в памяти модуля для сообщения 0	AddressData_M0	Uint (2)	0x1106	0	5
Период отправки сообщения 1	PeriodSend_M1	Uchar (1)	0x1108	0	3
Длина сообщения 1	LenSend_M1	Uchar (1)	0x1109	0	4
Адрес в памяти модуля для сообщения 1	AddressData_M1	Uint (2)	0x110A	0	5

Примечания:

1. Параметры интерфейса CAN2.0В вступают в силу только после переинициализации интерфейса.
2. Должна быть разрешена работа интерфейса CAN2.0В (регистр 0x1000).
3. Время по 0.1с (0 = 0.1 с).
4. От 1 до 8. Если длина сообщения 0 или более 8, то данное сообщение не передается.
5. Если запрошенный адрес не соответствует реализованному в модуле МК40
6. Значение по умолчанию – значение присваиваемое параметру после «Холодного старта».
7. Режим расширенных функций интерфейса CAN2.0 реализуется по дополнительному согласованию.

Идентификационная информация

Таблица 20. Список регистров идентификационной информации о модуле

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Заводской номер модуля	Number	UInt (2)	0x1200		
Год выпуска модуля	Year	UInt (2)	0x1202		
Номер заказа	Order	UInt (2)	0x1204		
Код монтажника	Assembler	UChar (1)	0x1206		
Код регулировщика	Adjuster	UChar (1)	0x1207		
Дополнительная текстовая информация	TextString	Char (32)	0x1208		

Примечание. Идентификационная информация доступна только для чтения, по «Холодному старту» не инициализируется.

Таблица 21. Список регистров идентификационной информации о ПО модуля

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Знач. по умолчанию	Прим.
Строка версии ПО микроконтроллера	Version	Char (6)	0x1300		
Дата компиляции ПО микроконтроллера	Date	Char (12)	0x1306		
Время компиляции ПО микроконтроллера	Time	Char (10)	0x1312		

Примечание. Идентификационная информация доступна только для чтения.

Результаты измерений

Таблица 22. Список регистров результатов измерений

Название	Обозначение	Тип (байт)	Адрес (Hex)	Прим.
Частота вращения ротора, канал 1	Data	Float (4)	0x000	
Максимальная частота вращения ротора, канал 1	DataMax	Float (4)	0x004	
Флаги состояния 1-го канала	StatusCh	UInt (2)	0x008	
Постоянный ток датчика 1-го канала	Current	Float (4)	0x00A	1
Постоянное значение АЦП 1-го канала (используется для калибровки)	AdcConst	UInt (2)	0x00E	
Частота вращения ротора, канал 2	Data	Float (4)	0x010	
Максимальная частота вращения ротора, канал 2	DataMax	Float (4)	0x014	
Постоянный ток датчика 2-го канала	StatusCh	UInt (2)	0x018	
Флаги состояния 2-го канала	Current	Float (4)	0x01A	1
Постоянное значение АЦП 2-го канала (используется для калибровки)	AdcConst	UInt (2)	0x01E	
Системные флаги модуля	StatusSys	UChar (1)	0x020	2
Дополнительные системные флаги	StatusSysAdd	UChar (1)	0x021	
Состояние логических выходов: биты 0-5 – состояние логических выходов с 1 по 6 биты 6-13 – зарезервированы, всегда равны 0 бит 14 – состояние светодиода 'War' бит 15 – состояние светодиода 'Alarm'	LogicOutStatus	UInt (2)	0x022	3

Примечания:

1. Назначение флагов смотрите в таблице 5.
2. Назначение флагов смотрите в таблице 6.
3. При блокировке логических выходов можно определить какое будет состояние выходов после снятия блокировки.

Управляющие команды

Для выполнения управляющих команд предусмотрено несколько зарезервированных регистров. Команды управления исполняются только при индивидуальной записи в каждый из регистров (невозможно исполнение нескольких команд за одну транзакцию данных).

Таблица 23. Список управляющих регистров

Адрес регистра (Hex)	Записываемое значение (Hex)	Действие	Прим.
0xFF00	0x55	Сброс модуля (аналогично включению питания модуля)	
0xFF01	0x61	Пересчитать коэффициенты канала 1	1, 3
	0x62	Пересчитать коэффициенты канала 2	1, 3
	0x93	Выполнить повторную инициализацию интерфейса RS485	2, 3
	0x98	Выполнить повторную инициализацию интерфейса CAN2.0B	2, 3
0xFF02	0x33	Блокировка логической сигнализации	
	0xCC	Нормальная работа логической сигнализации	
0xFF03	0x3C	Запрос на одиночную запись	
0xFF04	0x10	Отключить тестовый сигнал со входов каналов 1, 2	
	0x11	Подключить тестовый сигнал на вход канала 1	
	0x12	Подключить тестовый сигнал на вход канала 2	
	0x50	Выключить проверку сигнализации «СТОП» для каналов 1, 2	
	0x51	Включить проверку сигнализации «СТОП» для канала 1	
	0x52	Включить проверку сигнализации «СТОП» для канала 2	
0xFF06	Запись параметров работы в энергонезависимую память модуля		3, 4
	0x81	Калибровочные данные по каналу 1	
	0x82	Калибровочные данные по каналу 2	
	0x85	Основные параметры по каналу 1	
	0x86	Основные параметры по каналу 2	
	0x89	Системные параметры модуля	
	0x8A	Параметры интерфейса RS485	
	0x8B	Параметры интерфейса CAN2.0B	
0xFF07	0x21	Запись всех параметров настройки модуля в энергонезависимую память	3

Примечания:

1. Может применяться после калибровки для проверки изменений без перезагрузки модуля.
2. Если команда пришла во время передачи данных, данные передаются полностью, затем выполняется переинициализация.
3. Логическая сигнализация должна быть заблокирована.
4. После записи перезагрузка модуля не выполняется.
5. Во время записи работа модуля останавливается. После записи автоматически выполняется сброс модуля.

Программное обеспечение

Специализированная программа для работы с модулем МК40 имеет удобный интерфейс и возможность доступа ко всем параметрам модуля. Для работы программы настройки необходимо подключить модуль МК40 к персональному компьютеру через плату диагностического интерфейса MC01 или MC01 USB.

Основные особенности программы:

- возможность наблюдения в реальном времени текущих показаний индикатора и сигнализации МК40;
- настройка всех параметров каналов измерения, интерфейсов связи, логической сигнализации и общих параметров модуля;
- генерация текстового отчета настроек логической сигнализации и всего модуля в целом;
- сравнение параметров работы модуля с параметрами в программе настройки МК40;
- загрузка/сохранение настроек в файл;
- калибровка входа;
- калибровка унифицированного выхода.

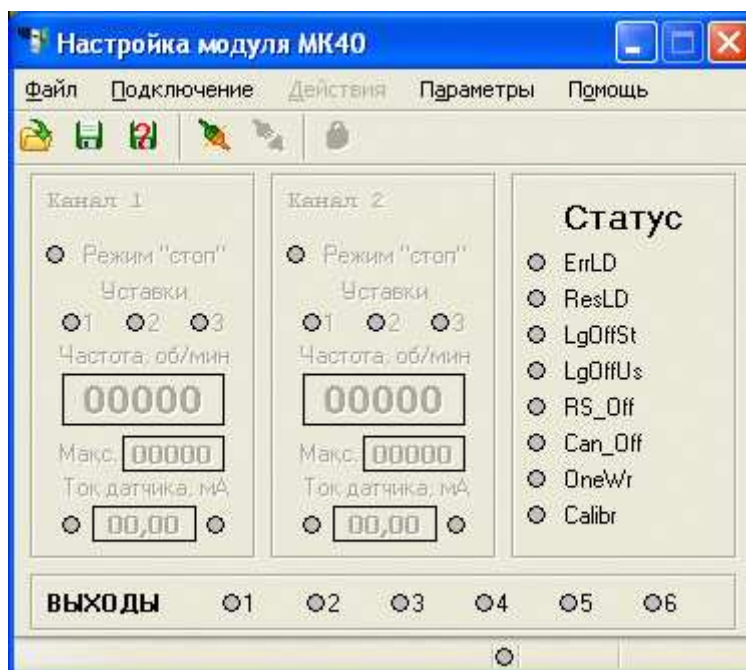




Рисунок 8. Основное окно программы

Начало работы

Для начала необходимо соединиться с МК40. Для этого нужно выбрать COM-порт, к которому подключен модуль МК40 через плату MC01. Программа сканирует систему на наличие активных COM-портов. По умолчанию выбран порт COM1. Данная настройка записывается в системный реестр Windows и ini-файл программы. Для записи настроек в ini-файл необходимо, чтобы программа находилась на жестком диске или другом носителе, но не на CD.

В меню *Подключение* вызывать команду *Подключить* или нажать на кнопку . После успешного соединения активируется меню *Действия*.

Для считывания настроек из МК40 следует выполнить операцию *Прочитать настройки из модуля*. Текущее состояние настроек может быть сохранено в виде файла на диске ПК. В дальнейшем эти файлы могут быть использованы как шаблоны.

Для открытия существующего файла настроек необходимо в меню *Файл* выполнить операцию *Открыть...* или нажать на кнопку .

Программа поддерживает функцию перетаскивания, что позволяет существующие файлы настроек просто перетаскивать на основное окно программы. Кроме того, программа может ассоциировать файлы с расширением .mk40, что позволяет в дальнейшем открывать эти файлы без предварительного запуска программы. Для этого необходимо в меню *Помощь* выбрать пункт *Файловая ассоциация*.

Параметры каналов измерения

Для настройки параметров каналов измерения необходимо в меню *Параметры* выбрать пункт *Каналы измерения*.

Параметры включают в себя следующие разделы:

- Общие параметры канала
- Режим работы уставок
- Калибровка

Форма настройки для всех каналов измерения одинакова. Изменение параметров активирует кнопку *Применить*. С ее помощью сохраняются проделанные изменения. При переключении закладок с каналами, если были произведены изменения, появится окно с предложением - сохранять их или нет.

Для чтения настроек выбранного канала необходимо в меню *Действия* выбрать пункт меню *Прочитать настройки из модуля*. Данная операция активна при подключенном МК40.

Для записи настроек выбранного канала необходимо в меню *Действия* выбрать пункт меню *Записать настройки в модуль*. Данная операция активна при подключенном модуле МК40 и при блокировке логических выходов.

Режим работы уставок

Для настройки режима работы уставок выбранного канала измерения необходимо выполнить следующие действия:

- установить флажок "Проверка уставок в режиме Стоп";
- установить время перехода через уставки (дискретность - 0,5 сек.);
- установить гистерезис;
- для каждой из 3 уставок задать:
 - включить/выключить уставку;
 - режим работы (Н или В) выбрать путем нажатия кнопки;
 - значение уставки.

Общие параметры канала

Для настройки общих параметров выбранного канала измерения необходимо выполнить следующие действия:

- разрешить/запретить работу канала измерения;
- установить режим работы канала (нормальный или измерение напряжения), для первого канала режим работы изменить нельзя;
- установить флажок "Разрешить тест каналов измерения";
- установить флажок "Разрешить проверку режима Стоп";
- установить флажок "Генерировать импульсы синхр.";
- задать диапазон параметра (минимальное и максимальное значение параметра);
- задать минимальную измеряемую частоту;
- задать число импульсов на оборот;
- выбрать формат отображения параметра (только для варианта МК40-DC-11, МК40-AC-11-S):
 - обороты в секунду,
 - тысячи оборотов в секунду.

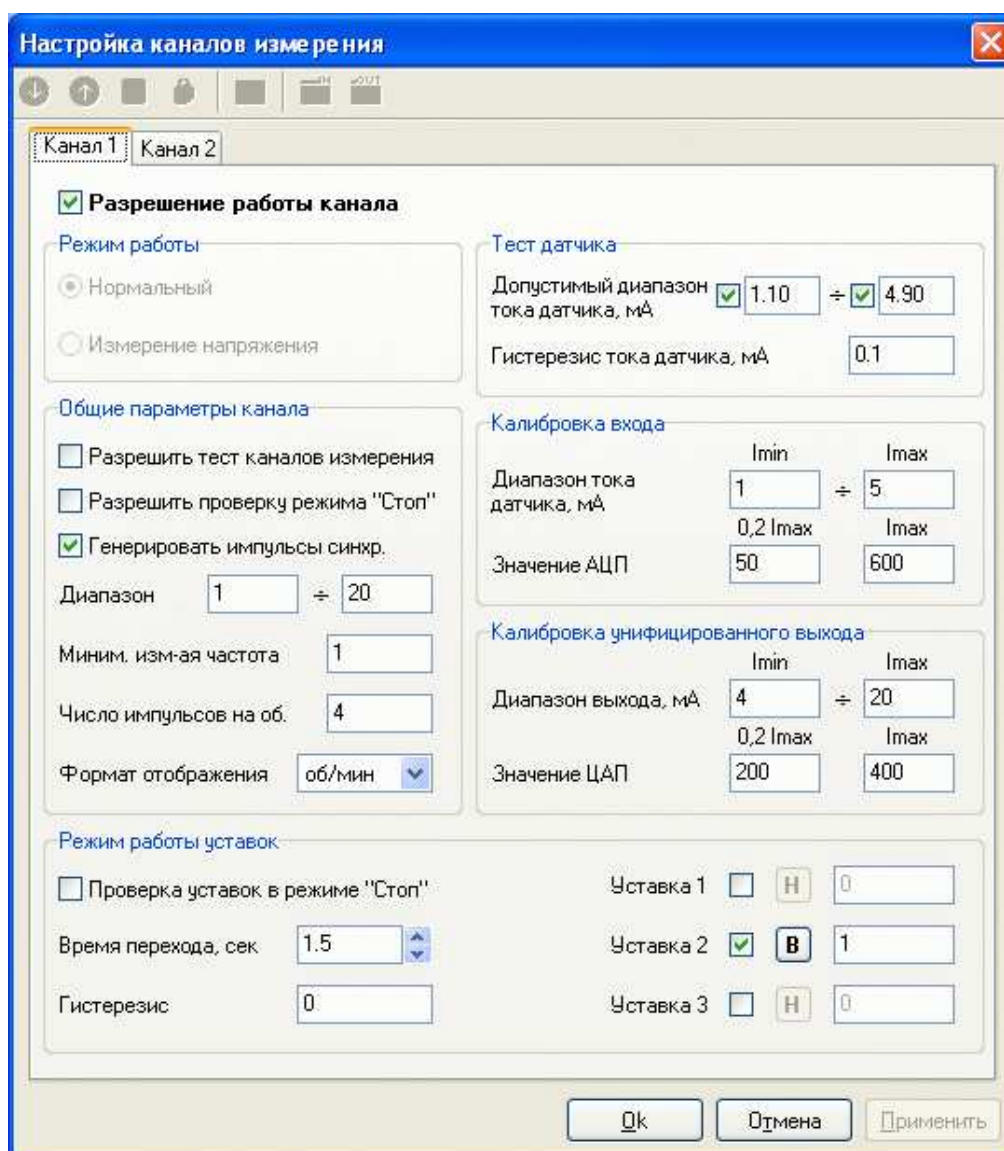


Рисунок 9. Окна настройки каналов измерения

Калибровка

Калибровка входа и унифицированного выхода проводится с помощью мастеров калибровки. Операции калибровки доступны при подключенном модуле МК40 и при блокировки логических выходов.

Для калибровки входа и унифицированного выхода необходимо в меню *Параметры* выбрать пункт *Каналы измерения*. Калибровка будет производиться для выбранного канала измерения.

The screenshot shows three calibration configuration panels:

- Тест датчика:**
 - Допустимый диапазон тока датчика, мА: 1.10 ÷ 4.90 (with green checkmarks)
 - Гистерезис тока датчика, мА: 0.1
- Калибровка входа:**
 - Диапазон тока датчика, мА: I_{min} = 1, I_{max} = 5
 - Значение АЦП: 0,2 I_{max} = 50, I_{max} = 600
- Калибровка унифицированного выхода:**
 - Диапазон выхода, мА: I_{min} = 4, I_{max} = 20
 - Значение ЦАП: 0,2 I_{max} = 200, I_{max} = 400

Рисунок 10. Параметры калибровки канала измерения

Для настройки параметров калибровки необходимо выполнить следующие действия:

- разрешить/запретить проверку верхнего, нижнего диапазона тока датчика;
- задать допустимый диапазон тока датчика;
- задать гистерезис тока датчика.

Калибровка входа

Для запуска мастера калибровки входного сигнала необходимо в на панели команд окна *Каналы измерения* выбрать операцию *Калибровка входа*. Далее, следуя подсказкам выполнить следующие действия:

- необходимо задать диапазон входного тока, минимальный ток калибровки задается автоматически ($0,2 I_{max}$);
- на вход текущего канала необходимо подать минимальный ток калибровки;
- после установки значения АЦП на вход необходимо подать максимальный ток диапазона;
- после нажатия кнопки *Готово* полученные данные будут сохранены в окне настроек текущего канала;
- для пересчета коэффициентов в модуле необходимо загрузить настройки текущего канала в модуль МК40 и нажать кнопку пересчета коэффициентов;

На последнем этапе калибровки полученные значения АЦП можно отредактировать. На любом этапе можно нажать кнопку *Отмена* для прекращения калибровки.

Калибровка унифицированного выхода

Для запуска мастера калибровки выходного сигнала необходимо на панели команд окна *Каналы измерения* выбрать операцию *Калибровка выхода*. Далее, следуя подсказкам выполнить следующие действия:

- необходимо задать диапазон тока на унифицированном выходе, минимальный ток калибровки задается автоматически ($0,2 I_{max}$);
- на унифицированный выход текущего канала необходимо подключить миллиамперметр;
- подобрать такое значение ЦАП, чтобы на миллиамперметре был минимальный выходной ток диапазона с помощью:
 - стрелок вверх/вниз, при этом значение ЦАП инкрементируется или декрементируется и автоматически записывается в МК40,
 - ввода конкретного значения в поле ввода и нажатии кнопки *Загрузить* в модуль или клавиши Enter;
- после установки минимального выходного тока подобрать значение ЦАП для максимального тока калибровки;
- после нажатия кнопки *Готово* полученные данные будут сохранены в окне настроек текущего канала;
- для пересчета коэффициентов в модуле необходимо загрузить настройки текущего канала в модуль и нажать кнопку пересчета коэффициентов.

На последнем этапе калибровки полученные значения ЦАП можно отредактировать. На любом этапе можно нажать кнопку *Отмена* для прекращения калибровки.

Параметры интерфейсов связи

Для настройки параметров интерфейсов связи необходимо в меню *Параметры* выбрать пункт *Интерфейсы связи*.

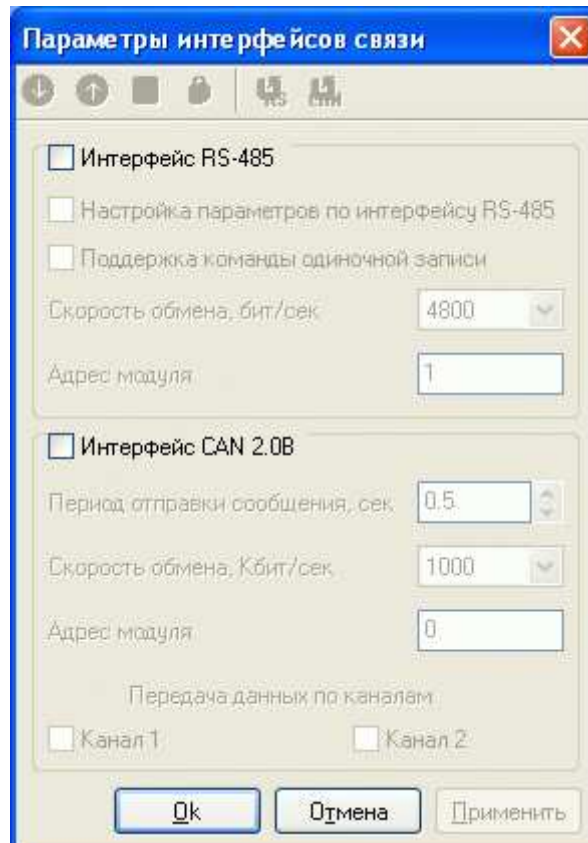


Рисунок 11. Окно настройки интерфейсов связи

Для чтения настроек из модуля необходимо на панели команд выбрать пункт *Прочитать настройки интерфейсов*. Данная операция активна при подключенном модуле МК40.

Для записи настроек в модуль необходимо на панели команд выбрать пункт *Записать настройки интерфейсов*. Данная операция активна при подключенном модуле МК40 и при блокировке логических выходов.

Для сохранения в энергонезависимую память записанных в модуль настроек RS-485 и CAN2.0B необходимо на панели команд выбрать соответствующий пункт меню *Сохранить настройки в памяти*. Данная операция активна при подключенном модуле МК40 и при блокировке логических выходов.

Для переинициализации интерфейса RS-485, в случае изменения его настроек необходимо на панели команд выбрать пункт *Инициализация RS-485*. Данная операция активна при подключенном модуле МК40 и при блокировке логических выходов.

Для переинициализации интерфейса CAN2.0B, в случае изменения его настроек, необходимо на панели команд выбрать пункт *Инициализация CAN2.0B*. Данная операция активна при подключенном модуле МК40 и при блокировке логических выходов.

Интерфейс RS-485

Для настройки параметров интерфейса необходимо выполнить следующие действия:

- разрешить/запретить работу интерфейса путем установки/снятия галочки с пункта *Интерфейс RS-485*;
- разрешить/запретить настройку параметров по интерфейсу RS-485;
- включить/выключить поддержку команды одиночной записи;
- выбрать одну из возможных скорость обмена по интерфейсу;
- установить адрес модуля на шине интерфейса (допустимый диапазон адресов: 1÷247).

Интерфейс CAN2.0B

Для настройки параметров интерфейса необходимо выполнить следующие действия:

- разрешить/запретить работу интерфейса путем установки/снятия галочки с пункта *Интерфейс CAN2.0B*;
- установить период отправки сообщения (дискретность - 0,5 сек.);
- выбрать одну из возможных скорость обмена по интерфейсу;
- установить адрес модуля на шине интерфейса (допустимый диапазон адресов: 0÷255);
- разрешить/запретить отправку данных по каналам.

Общие параметры

Для настройки общих параметров необходимо в меню *Параметры* выбрать пункт *Общие параметры*.

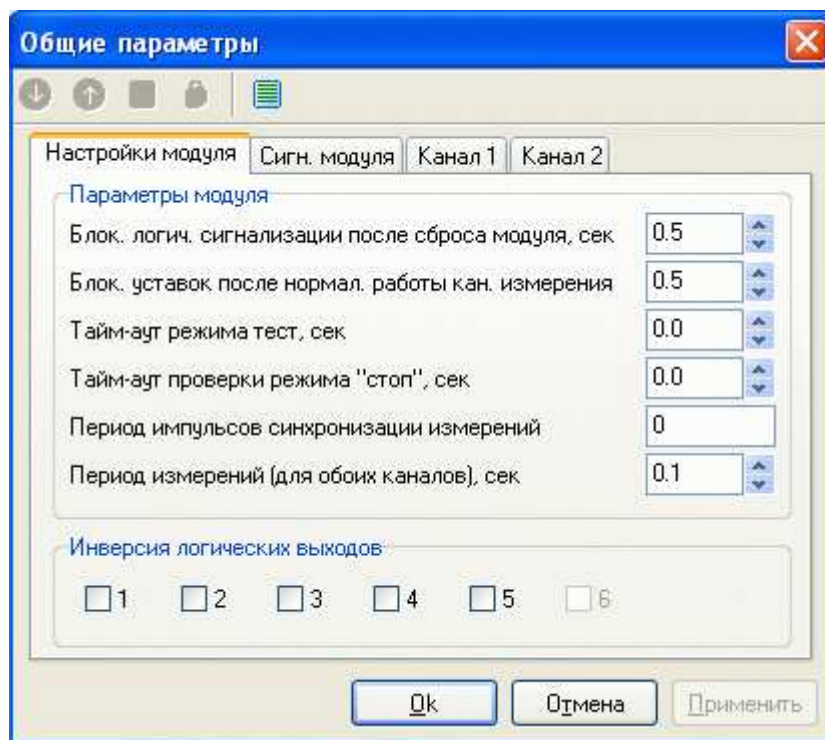


Рисунок 12. Окно общих параметров работы модуля

Для создания текстового отчета логической сигнализации необходимо на панели команд выбрать пункт *Текстовый отчет*. При этом отчет сохраняется в ту папку, из которой запущена программа, если это возможно, и затем открывается программой для чтения txt-файлов. Поэтому для создания текстового отчета необходимо, чтобы программа запускалась не с носителя информации, доступного только для чтения.

Для чтения настроек из модуля необходимо на панели команд выбрать пункт *Прочитать настройки из модуля*. Данная операция активна при подключенном модуле МК40.

Для записи настроек в модуль необходимо на панели команд выбрать пункт *Записать настройки в модуль*. Данная операция активна при подключенном модуле МК40 и при блокировке логических выходов.

Логическая сигнализация каналов измерения

Для настройки логической сигнализации каналов измерения необходимо выполнить следующие действия:

- установить какие сигналы будут выводиться на желтый светодиод путем установки/снятия галочки с соответствующего пункта под знаком желтого светодиода;
- установить какие сигналы будут выводиться на красный светодиод путем установки/снятия галочки с соответствующего пункта под знаком красного светодиода;
- установить для каждого сигнала, на какой логический выход он будет выводиться.

Логическая сигнализация модуля

Настройка логической сигнализации модуля производится аналогично настройке логической сигнализации каналов измерения.

Параметры модуля


Для настройки параметров модуля необходимо выполнить следующие действия:


- установить время блокировки логической сигнализации после сброса модуля (дискретность - 0,5 сек.);
- установить время блокировки уставок после нормализации работы каналов измерения (дискретность - 0,5 сек.);
- установить тайм-аут теста уставок после сброса датчика (дискретность - 0,5 сек.);
- установить тайм-аут проверки режима стоп (дискретность - 0,5 сек.);
- период импульсов синхронизации измерений;
- период период измерений для обоих каналов (дискретность - 0,1 сек.).

Инверсия логических выходов


Для каждого логического выхода (кроме 6-го) установить, производить на нем инверсию сигнала или нет.

Завершение работы

По окончании ввода требуемых параметров МК40 следует загрузить их в модуль, для этого в меню *Действия* выбрать команду *Записать настройки в модуль* или нажать на кнопку .

Для сохранения параметров в энергонезависимой памяти МК40 выполнить команду *Сохранить текущую настройку в памяти* или нажать на кнопку .

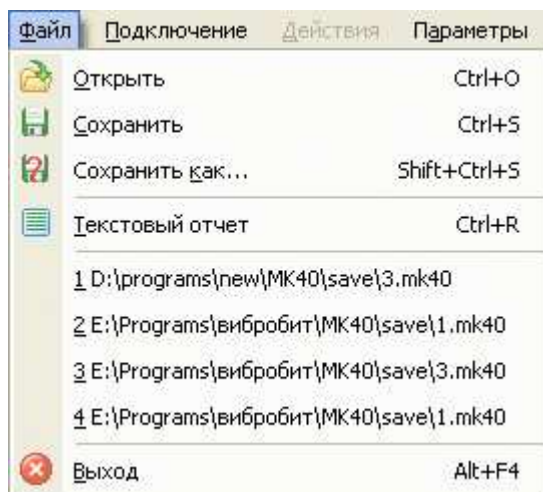
Затем в меню *Подключение* вызывать команду *Отключить* или нажать на кнопку .

По окончании настройки необходимо сформировать текстовый отчет. Для этого в меню *Файл* вызвать команду *Текстовый отчет* .

Описание меню программы

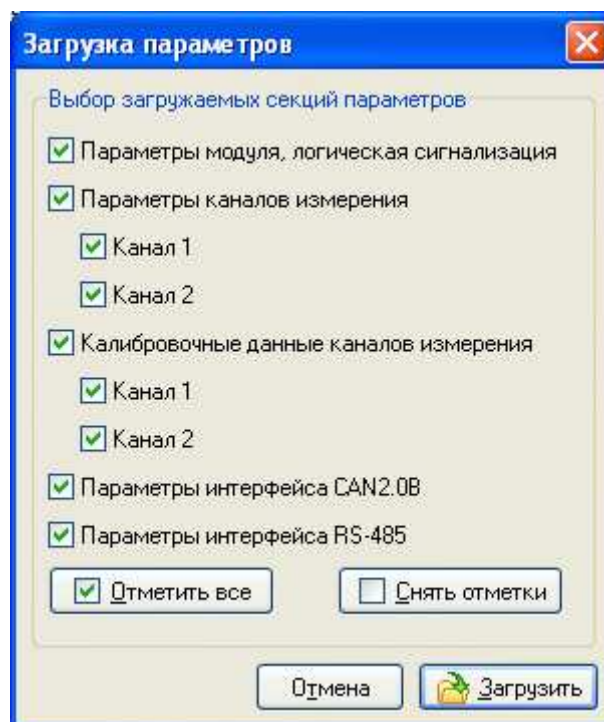
Меню «Файл»

Меню *Файл* содержит команды файловых операций, таких как, *Открыть файл настроек*, *Сохранить файл настроек* и так далее.



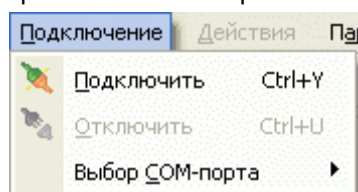
Команда	Действие
Открыть [Ctrl+O]	Открыть ранее созданный файл настроек. При выполнении команды открывается диалог открытия файла, а затем проверяется корректность выбранного файла. В случае ошибки выдается соответствующее предупреждение.
Сохранить [Ctrl+S]	Сохранить изменения, внесенные в открытый файл настроек.
Сохранить как [Shift+Ctrl+S]	Сохранить текущие настройки под другим именем. При выполнении команды открывается диалог сохранения файла. Если указанный файл существует, программа выдаст предупреждение и предложит заменить существующий файл.
Текстовый отчет... [Ctrl+R]	Сгенерировать текстовый файл текущих настроек МК40.
Выход [Alt+F4]	Завершить работу программы.

Во время открытия файла настройки программа предлагает выбрать параметры, которые необходимо прочитать из файла.



Меню «Подключение»

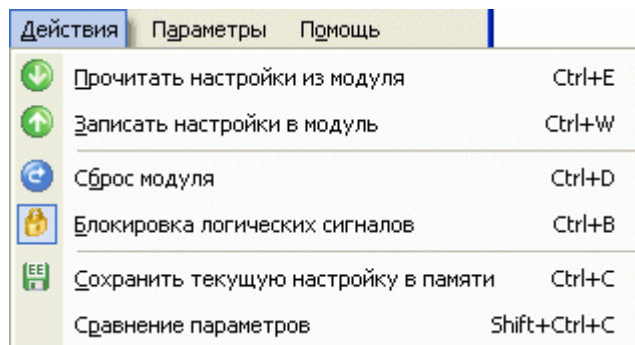
Меню Подключение содержит команды работы с COM-портом.



Команда	Действие
Подключить [Ctrl+Y]	Создать соединение с МК40. При этом активируется меню <i>Действия</i>
Отключить [Ctrl+U]	Разорвать соединение с МК40. При этом деактивируется меню <i>Действия</i>
Выбор COM-порта	Задать порт для связи с МК40

Меню «Действия»

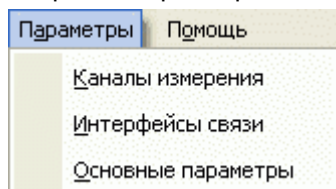
Меню *Действия* содержит команды работы с МК40.



Команда	Действие
Прочитать настройки из модуля [Ctrl+E]	Выполнить считывание всех настроек из МК40. Выдается запрос на подтверждение выполнения операции. После окончания операции выводится сообщение об успешном считывании настроек. При этом текущие настройки заменяются прочитанными.
Записать настройки в модуль [Ctrl+W]	Передать текущие настройки в МК40. Выдается запрос на подтверждение выполнения операции. После окончания операции выводится сообщение об успешном считывании настроек.
Сброс модуля [Ctrl+D]	Передать команду сброса МК40. Выдается запрос на подтверждение выполнения операции. При сбросе связь с МК40 не теряется.
Блокировка логических сигналов [Ctrl+B]	Блокировать выходные логические сигналы. При включении блокировки становятся активными пункты меню, связанные с записью в модуль МК40, такие как, <i>Записать настройки в модуль</i> , <i>Сохранить текущую настройку в памяти</i> и так далее. Так же включить блокировку можно командой из контекстного меню на панели <i>Выходы</i> .
Сохранить текущую настройку в памяти [Ctrl+F]	Передать команду в МК40 о сохранении переданных настроек в энергонезависимой памяти модуля. При сохранении связь с МК40 не теряется, а после сохранения производится автоматический сброс МК40.
Сравнение параметров [Shift+Ctrl+C]	Сравнение параметров работы модуля в самом модуле и параметры работы, открытых в программе.

Меню «Параметры»

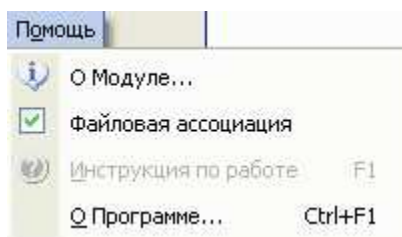
Меню *Параметры* содержит команды настройки параметров и калибровки МК40.



Команда	Действие
Каналы измерения	Параметры каналов измерения и калибровка входа, выхода.
Интерфейсы связи	Параметры интерфейсов RS485 и CAN2.0B.
Общие параметры	Параметры логической сигнализации и другие параметры модуля.

Меню «Помощь»

Меню *Помощь* содержит справку и информацию о модуле МК40 и программе.



Команда	Действие
Инструкция по работе [F1]	Инструкция по работе с программой настройки модуля МК40
Файловая ассоциация	Ассоциация файлов с расширением .mk40 с данной программой. Если галочка установлена, то ассоциация проведена.
О модуле...	Информация о версии ПО, номере модуля, годе выпуска и так далее
О программе [Ctrl+F1]	Информация о названии, версии, дате создания и авторах программы

Техническое обслуживание

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

- техническое обслуживание аппаратуры;
- текущий ремонт;
- поверка аппаратуры.

Транспортирование и хранение

Транспортирование производить любым видом транспорта, при условии защиты от воздействия атмосферных осадков и брызг воды, в соответствии с правилами транспортирования, действующим на всех видах транспорта.

При транспортировании самолетом аппаратура должна быть размещена в отапливаемых герметизированных отсеках.

Условия транспортирования – Ж по ГОСТ 23216-78.

Хранение аппаратуры в части воздействия климатических факторов должно соответствовать группе ЖЗ по ГОСТ 15150-69.

Срок хранения не более 6 месяцев со дня отгрузки.

Гарантии изготовителя

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

Гарантийный срок эксплуатации 24 месяца с момента ввода в эксплуатацию, но не более 30 месяцев с момента изготовления.

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

Приложения

А. Расположение органов регулировки на плате модуля МК40

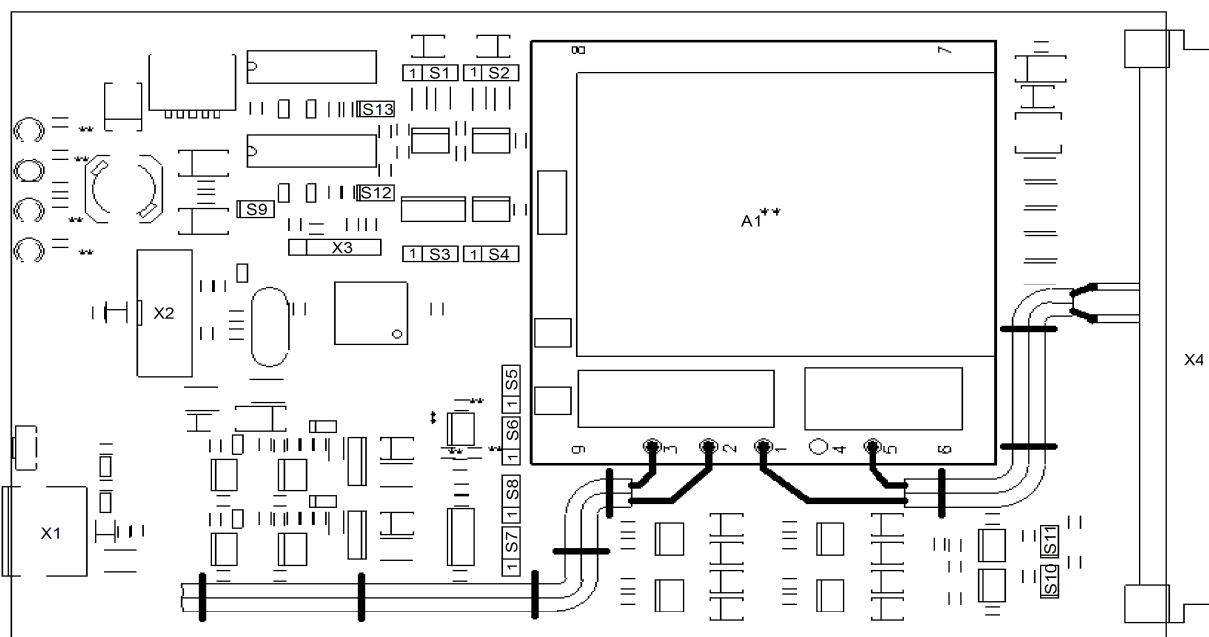


Рисунок 13. Расположение элементов на плате модуля МК40

Переключки S1 (S12), S2 (S13) – выбор режима работы каналов измерения 1, 2 (соответственно)

Положение		Режим
S1 (S2)	S12 (S13)	
Снята	Снята	Режим работы по напряжению 0...5В
1-2	Снята	Режим работы по току 1...5мА
2-3	Снята	Режим работы по току 4...20мА
Снята	Одета	Источник сигнала ОК (на входе канала подтягивающий резистор 1кОм к цепи +5В)

Примечание. Другие комбинации положения переключек не рекомендуется.

Переключка S9 — выбор режима работы канала измерения 2

Положение	Режим
Снята	Обычный режим работы
Одета	Контроль напряжения питания модуля +24В

Примечание. В режиме контроля напряжения питания переключка S13 должна быть снята, а переключка S2 в положении 1-2.

Переключки S3, S4 — выбор активного фронта тахометрических импульсов каналов измерения 1, 2 (соответственно)

Положение	Режим
Снята	Не допускается, измерение частоты не выполняется
1-2	Задний фронт
2-3	Передний фронт

Переключки S7, S8 — выбор активного фронта повторяемых модулем МК40 тахометрических импульсов каналов измерения 1, 2 (соответственно)

Положение	Режим
Снята	Не допускается, измерение частоты не выполняется
1-2	Передний фронт
2-3	Задний фронт

Примечание. С учетом наличия на выходах синхронизации подтягивающего резистора.

Переключки S6, S5 — выбор источника тестового сигнала для каналов измерения 1, 2 (соответственно)

Положение	Режим
Снята	Тестовый сигнал не подключен
1-2	Внешний тестовый сигнал с контактов разъема X4
2-3	Внутренний тестовый сигнал 50Гц (только для МК40-АС-11-S)

Переключки S10, S11 – терминатор 120 Ом шины RS485, CAN2.0В (соответственно)

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

Назначение разъемов на плате МК40

Разъем	Назначение
X1	Диагностический интерфейс
X2	Подключение индикатора на лицевой панели модуля
X3	Программирование микроконтроллера (служебный)
X4	Основной разъем модуля для подключение к цепям секции

Б. Назначение контактов разъемов

Таблица 24. Назначение контактов разъема X4 модуля МК40

Номер контакта	Обозначение	Назначение	Прим.
A2, B1, C2 A32, B31, C32	GND	Общий	
A6, B5, C6	Power +24V	Вход напряжения питания +24В	
B7	+24V sense CH1	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала измерения 1	1
B9	+24V sense CH2	Выход напряжения +24В для питания преобразователя канала измерения 2	1
C8	Input CH1	Вход канала измерения 1	
C10	Input CH2	Вход канала измерения 2	
B15	Analog out 1	Унифицированный выход канала измерения 1	
A16	Analog out 2	Унифицированный выход канала измерения 2	
A20, A22	Strob 1	Выход импульсов синхронизации канала измерения 1	
A24, A26	Strob 2	Выход импульсов синхронизации канала измерения 2	
B17	Test 1	Вход тестовых импульсов канала измерения 1	2
A18	Test 2	Вход тестовых импульсов канала измерения 2	2
B19	Logic out 1	Логический выход 1	3
B21	Logic out 2	Логический выход 2	3
B23	Logic out 3	Логический выход 3	3
B25	Logic out 4	Логический выход 4	3
C20, C22	Logic out 5	Логический выход 5	3
C24, C26	Logic out 6	Логический выход 6	3, 4
A12, B11, C12, C18	FG	Земля Фарадея AC/DC преобразователя Должна быть подключена к заземлению шкафа	5
C14	L220V	Вход сетевого напряжения AC 220В 50Гц	5
C16	N220V		5
A28	CAN-GND	Интерфейс CAN2.0B	
B27	CAN-H		
C28	CAN-L		
A30	RS485-GND	Интерфейс RS485	
B29	RS485-B(-)		
C30	RS485-A(+)		

Примечания:

1. Цепь +24В подключена через самовосстанавливающиеся предохранители 200мА.
2. Параметры тестового сигнала должны соответствовать выбранному режиму входа канала измерения.
3. Логика работы определяется при настройке модуля.
4. При ошибке чтения параметров из энергонезависимой памяти будет присутствовать активный уровень. Рекомендуется назначать все сигналы неисправности модуля (тест датчиков и т.д.) на данный выход.
5. Только для варианта МК40-AC-11-S.
6. Контакты A4, A8, A10, A14, B3, B13, C4 не используются, должны быть оставлены не подключенными.

В. Маркировка модуля

В состав маркировки модуля входит:

- тип модуля МК40 и вариант исполнения (DC, DC-11, DC-001, AC-11-S);
- серийный номер и год выпуска модуля;
- режим работы унифицированных выходов (А – 1-5мА; В – 4-20мА);
- номер монтажной;
- номер регулировщика;
- номер заказа.

Пример маркировки модуля МК40:

МК40 DC-11	№ модуля -	Режим	Монт.	Регул.	Заказ
---------------	---------------	-------	-------	--------	-------

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

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

Пример наклейки с основными параметрами настройки на плате модуля:

Канал	1	2	3	4
Един.	об/мин	об/мин		
Диап.	0-6000	0-6000		
Уст.1				
Уст.2				
Уст.3				
RS485	Адр.	014	Скор.	115200
CAN2.0B	Адр.		Скор.	

Г. Пример бланка заказа (настройки) модуля

Бланк заказа (настройки) МК40

Вариант исполнения (DC; DC-11, DC-001, AC-11-S) _____ Количество с данной настройкой _____

1. Параметры каналов измерения

№ канн.	Краткое описание	Датчик/ преобразов.	Диапазон параметра	Параметры уставок			Дополнительные параметры	
				1	2	3		
1.				1			Зубьев	
				2			Мин. частота	
				3			Гистер.уст.	
							Униф.вых.	
2.				1			Зубьев	
				2			Мин. частота	
				3			Гистер.уст.	
							Униф.вых.	

2. Параметры логической сигнализации и светодиода War и Alarm на лицевой панели модуля

№ кан.	Логическая формула	№ кан.	Логическая формула	№ кан.	Логическая формула
1.		3.		5.	
2.		4.		6.	
War			Alarm		

Операции:

'()' – выделение группы «ИЛИ»
'!' - инверсия логики

'+' – операция логического «ИЛИ»

3. Параметры интерфейсов связи RS485, CAN

Параметр	Интерфейс RS485	Интерфейс CAN
Разрешить работу интерфейса (Да/Нет)		
Адрес модуля (RS485 – от 1 до 247; CAN – от 0 до 65535)		
Скорость обмена RS485 – 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230600 бит/с CAN – 40, 80, 100, 125, 200, 250, 500, 1000 кбит/с		
Разрешить изменения командами с интерфейсов связи (Да/Нет)		
Разрешение поддержки команды одиночной записи (Да/Нет)		
Период отправки сообщений, с (только для CAN)		
Разрешение отправки данных по каналам измерения		

4. Дополнительные параметры модуля (значения отличные от значения по умолчанию)

Параметр	Значение	Параметр	Значение	Параметр	Значение

5. Положение переключателей на плате МК40 (снята, одета, 1-2, 2-3)

	Перем.	Полож.	Перем.	Полож.	Перем.	Полож.	Перем.	Полож.	Перем.	Полож.
Канал 1	S1		S12		S3		S7		S6	
Канал 2	S2		S13		S4		S8		S5	
Общие	S9		S10		S11					

Составил _____ Дата _____

Список таблиц

Таблица 1. Технические характеристики блока МК40.....	5
Таблица 2. Дополнительные характеристики МК40.....	6
Таблица 3. Режимы работы уставок.....	15
Таблица 4. Рекомендованные параметры канала 2 для измерения напряжения питания модуля.....	16
Таблица 5. Флаги каналов измерения StatusCh и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix.....	20
Таблица 6. Флаги модуля StatusSys и их позиция в матрице логических выходов LogicMatrix.....	20
Таблица 7. Параметры интерфейса RS485.....	21
Таблица 8. Возможные коды ошибок протокола ModBus.....	22
Таблица 9. Реализованные команды протокола ModBus в модуле МК10.....	22
Таблица 10. Список поддерживаемых диагностических команд протокола ModBus.....	23
Таблица 11. Параметры интерфейса CAN2.0В.....	24
Таблица 12. Параметры ведомого интерфейса I2C.....	25
Таблица 13. Список калибровочных регистров каналов измерения.....	26
Таблица 14. Список основных регистров каналов измерения.....	27
Таблица 15. Список регистров управления унифицированным выходом.....	27
Таблица 16. Список системных регистров.....	28
Таблица 17. Список регистров интерфейса RS485.....	29
Таблица 18. Список регистров интерфейса CAN2.0В.....	29
Таблица 19. Список дополнительных регистров интерфейса CAN2.0В.....	30
Таблица 20. Список регистров идентификационной информации о модуле.....	31
Таблица 21. Список регистров идентификационной информации о ПО модуля.....	31
Таблица 22. Список регистров результатов измерений.....	31
Таблица 23. Список управляющих регистров.....	32
Таблица 24. Назначение контактов разъема X4 модуля МК40.....	48