ООО НПК «МИКРОФОР»

36245-07

МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВВОДА

МАВ-ТС-100

версия 5

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЦАРЯ.2553.006-02 РЭ

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящее руководство по эксплуатации, объединенное с техническим описанием, является документом, удостоверяющим гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и технические характеристики модуля аналогового ввода сигнала термопреобразователя сопротивления МАВ-ТС (в дальнейшем - модуля) с версией встроенного программного обеспечения 5.

1.2. Документ позволяет ознакомиться с устройством и принципом работы модуля и устанавливает правила эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности к действию.

1.4. Модуль изготовлен в соответствии ТУ 4400-021-77511225-2007.

1.3. Модуль является средством измерений с межповерочным интервалом 1 год. Номер в ФИФОЕИ 36245-07.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Модуль аналогового ввода сигнала термопреобразователя сопротивления МАВ-ТС предназначен для непрерывного измерения сигнала термопреобразователя сопротивления (ТС), пересчета измеренной величины сопротивления в значение температуры и преобразования его в цифровой выходной сигнал по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus.

В качестве термопреобразователя сопротивления могут быть использованы платиновые или медные термометры сопротивления с номинальной статической характеристикой преобразования 50М, 50П, 100М, 100П, 500П, Pt100, Pt500 по ГОСТ 6651-94, а также ТС выпускаемые по ТУ потребителя с индивидуальной статической характеристикой, описываемой полиномами 4-й степени в четырех задаваемых температурных интервалах или заданной табличным методом.

Модуль может быть использован для измерения температуры различных объектов в составе многоканальной измерительной системы.

2.2. Модуль выполнен в герметичном прямоугольном корпусе с двумя разъемами.

2.3. В соответствии с ГОСТ 12997 и требованиями ТУ 4400-021-77511225-2007:

- по эксплуатационной законченности модуль относится к изделиям третьего порядка;
- по устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации преобразователь соответствует группе исполнения С4;
- по защищенности от воздействия окружающей среды преобразователь выполнен в пылеводозащищенном исполнении. Степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц для всех конструктивных исполнений соответствует IP55 по ГОСТ 14254;
- по количеству каналов преобразования сигналов преобразователь является одноканальным;
- по зависимости выходного сигнала от преобразуемой температуры - с линейной зависимостью.

2.4. Нормальные условия применения модуля:

температура, °С	20±5
относительная влажность, %	от 30 до 80
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7

2.5. Рабочие условия применения модуля:

температура, °С	от 0 до 50
относительная влажность, %	от 30 до 80
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7

2.6. Обозначение модулей:

МАВ-ТС100 - для работы с термопреобразователями сопротивления по ГОСТ 6651-94 с номинальным значением сопротивления при 0ºС 50 Ом или 100 Ом

МАВ-ТС1000 - для работы с термопреобразователями сопротивления по ГОСТ 6651-94 с номинальным значением сопротивления при 0ºС 500 Ом или 1000 Ом;

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Модуль изготовлен в соответствии с ТУ 4400-021-77511225-2007.

3.2. Габаритные размеры модуля (длина×ширина×высота), мм, не более .... 117×51×36

Установочные и габаритные размеры модуля приведены на рис.1.

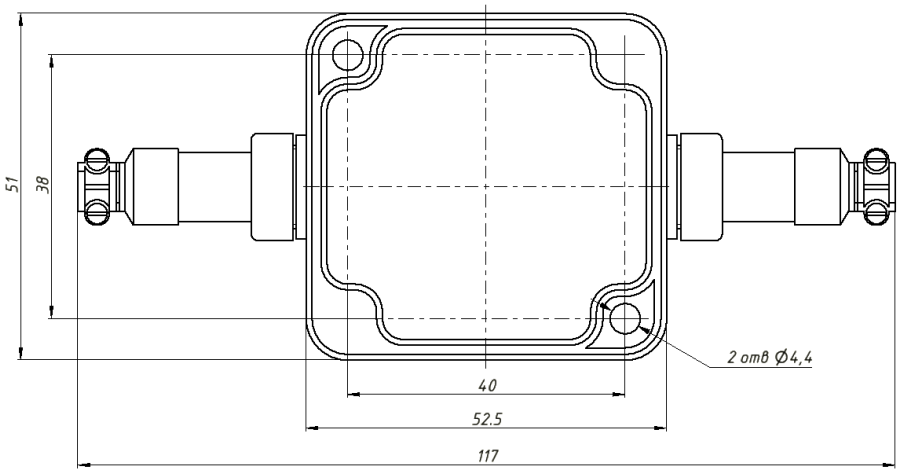


Рис.1. Габаритные размеры модуля.

3.3. Масса модуля не более 0,2 кг.

3.4. Диапазон измеряемых сопротивлений ТС:

ТС100, Ом ..... от 0 до 500;

ТС1000, Ом ..... от 0 до 5000;

3.5. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сопротивления:

ТС100, Ом, не более ..... ±(0,01+0,00025·|R-100|);

ТС1000, Ом, не более ..... ±(0,01+0,00025·|R-1000|),

где R – измеренное значение сопротивления.

Предел допускаемой основной погрешности измерения температуры, обусловленный погрешностью тракта электрического преобразования для Pt 100, Cu 100, °С, не более ..... ± (0,03+0,00025·|T|),

где T – температура, °С.

3.6. Питающий ток при измерении сопротивления, мА

ТС100 ..... не более 1;

ТС1000 ..... не более 0,3

3.7. Входное сопротивление приемника сигнала (интерфейс RS-485), кОм ..... более 96

3.8. Напряжение питания модуля, В ..... 6...27

3.9. Потребляемый ток без электрической нагрузки на выходе, мА не более 4.

4. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

4.1. Комплект поставки модуля приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование изделия или документа	Обозначение	Кол-во	Приме-чание
Модуль аналогового ввода сигнала термопреобразователя сопротивления МАВ-ТС	ЦАРЯ.2553.006-02	1	
Руководство по эксплуатации	ЦАРЯ.2553.006-02 РЭ	1	(1)
Диск с программным обеспечением		1	(1), (2)
Упаковка	ЦАРЯ.4170.005 СБ	1	
Преобразователь интерфейса USB/RS-485 ПИ-1С		1	(2)

Примечания:

(1) Допускается партию модулей, поставляемых одному Потребителю, комплектовать одним Руководством по эксплуатации и диском с ПО.

(2) Поставляется по требованию заказчика.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МОДУЛЯ

Модуль состоит из печатной платы со схемой обработки и выдачи сигналов, корпуса с двумя цилиндрическими разъемами и крышки корпуса. Корпус модуля крепится к стене двумя шурупами, отверстия для которых находятся вне зоны герметизации внутреннего объема. Крышка прикручивается к корпусу через уплотнитель двумя винтами.

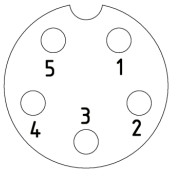
Схема обработки и выдачи сигналов, осуществляет следующие функции:

- измерение величины сопротивления ТС по четырехпроводной схеме включения путем его сравнения с внутренним эталоном при протекании общего тока питания через ТС и эталон;

- вычисление значения температуры на основе выбранной номинальной статической характеристике преобразования;

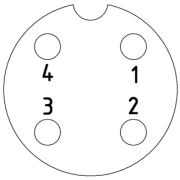
- взаимодействие с внешними устройствами по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus.

Для подсоединения термопреобразователя сопротивления, напряжения питания и съема выходного сигнала используются цилиндрические разъемы (схема распайки кабельной части разъемов приведена на рис.2 и рис.3).



Номер контакта	1	2	3	4	5
Назначение контакта	-I	-U	Экран	+U	+I

Рис.2. Схема распайки разъема термопреобразователя сопротивления.



Номер контакта	1	2	3	4
Назначение контакта	+12В	A	B	⊥

Рис.3. Схема распайки разъема для подключения питания и интерфейса RS-485.

6. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ МОДУЛЯ

6.1. Подключение модуля к измерительной системе осуществляется по четырем проводам - по одной паре подается напряжение питания (цепи - и +), по другой происходит обмен по интерфейсу RS-485. При использовании модули подключаются к четырехжильному кабелю параллельно, как показано на рис.4. Питание и считывание показаний из модуля возможно контроллером ИВА-128 или ПК через преобразователь интерфейса ПИ-1С, либо другими контроллерами Modbus RTU, имеющими интерфейс RS-485 (кроме дифференциальной пары A-B обязательно наличие общей линии GND).

ВНИМАНИЕ! *Чрезвычайно важно обеспечить соединение выхода "V-" источника питания и "GND" интерфейса RS-485! Интерфейсный модуль должен иметь 3 линии - "A", "B" и "GND". Кроме того, мы рекомендуем заземлять "V-" импульсных источников питания. Из-за особенностей входного фильтра многие импульсные источники питания (при неподключенной или отсутствующей клемме заземления) могут иметь на линии " V-" относительно входной нейтрали или заземления половину сетевого напряжения (~110В).*

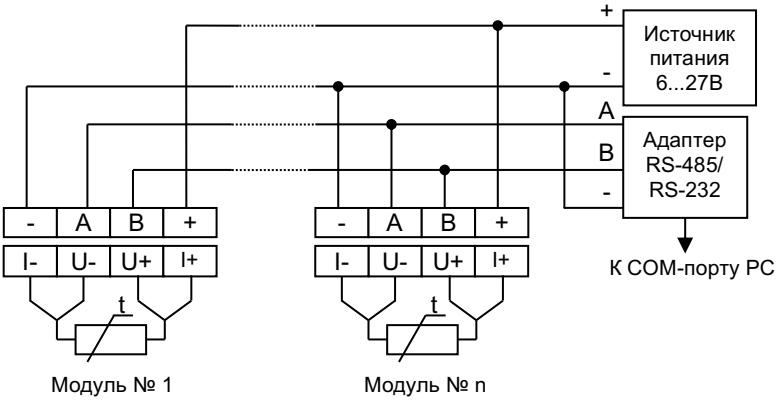


Рис.4. Схема подключения модуля аналогового ввода МАВ-ТС

Измерительная система может содержать до 128 модулей МАВ на одной линии (количество преобразователей определяется типом используемого в них буфера RS-485 - MAX487).

Рекомендуется размещать модули вдоль одного отрезка кабеля и минимизировать длину ответвлений к отдельным устройствам. Максимальная длина линии при этом может достигать 1000 м. Для обеспечения устойчивой работы измерительной системы при большой протяженности линии и большого количества устройств на этой линии необходимо соблюдать следующие условия:

1. Сигнальную цепь рекомендуется выполнять витой парой.

2. Падение напряжения на питающих проводах не должно приводить к тому, чтобы напряжение питания удаленных модулей было менее 6В.

Перед установкой модуля в измерительную систему необходимо его конфигурирование, включающее:

- выбор номинальной статической характеристики преобразования в соответствии с типом используемого с этим модулем термопреобразователя сопротивления;

- установку сетевого номера модуля.

Согласно протоколу Modbus (смотрите Приложение), каждый модуль в сети должен иметь свой уникальный номер от 1 до 247. Назначение сетевого номера может осуществляться с помощью служебной программы **МАВ-ТС(М).2**. С помощью этой программы осуществляется выбор номинальной статической характеристики преобразования в соответствии с типом используемого с этим

модулем термопреобразователя сопротивления. Процедура конфигурирования модуля описана в разделе 7.

6.2. Модуль размещается вблизи места установки термопреобразователя сопротивления.

Для установки модуля в месте контроля и его подключения к измерительной системе и необходимо выполнить следующие операции:

а) отвинтить 2 винта, крепящих крышку корпуса модуля и снять ее;

б) закрепить корпус модуля на стене двумя винтами через отверстия в основании корпуса, расположенные вне зоны уплотнения;

в) закрыть крышку модуля и зафиксировать ее двумя винтами.

г) подсоединить к модулю разъем термопреобразователя сопротивления и разъем для подключения питания и интерфейса RS-485.

После включения питания модуль готов к работе.

6.3. Не допускается совместная прокладка кабеля между модулем и вторичным устройством совместно с силовыми цепями.

6.4. После включения питания МАВ становится готов к работе через несколько секунд.

6.5. Чтение показаний с преобразователя осуществляется вторичным устройством в виде цифрового сигнала по протоколу Modbus (см. приложение 1).

6.6. Модули могут подключаться к контроллеру измерительных преобразователей сети **Modbus** ИВА-128 (НПК «МИКРОФОР»).

6.7. Модули могут работать с программным комплексом **SensNet**, доступном в разделе «Поддержка – Загрузка» на сайте microfor.ru.

7. КОНФИГУРИРОВАНИЕ МОДУЛЯ АНАЛОГОВОГО ВВОДА.

Служебная программа **MAB-TC(M).2** (mavsetup.exe), доступная в разделе «Загрузки» по ссылке microfor.ru/products/catalog/multichannel-systems/mav-ts/, предназначена для конфигурирования модулей.

Для работы программы **MAB-TC(M).2** требуется персональный компьютер под управлением операционной системы Windows 7 и выше, соответствующий системным требованиям для установленной операционной системы.

Программа распространяется по лицензионному соглашению, опубликованному в разделе «Поддержка – Загрузка» на сайте microfor.ru.

Перед установкой модуля в измерительную систему необходимо его конфигурирование, включающее:

- установку сетевого номера модуля;
- выбор номинальной статической характеристики преобразования в соответствии с типом используемого с этим модулем термопреобразователя сопротивления.

Конфигурирование модуля осуществляется с помощью программного обеспечения **MAB-TC(M).2**, поставляемого вместе с модулем или доступного по ссылке microfor.ru/cd.zip. Для конфигурирования модуля выполните следующие операции:

1. Подключите модуль к персональному компьютеру через преобразователь RS-232/RS-485 или USB/RS-485. Подключите модуль к источнику питания. Схема подключения показана на рис.4.

2. После запуска файла **mavsetup.exe** , Вы увидите главное окно программы (рис.5).

Рис.5. Окно программы **МАВ-ТС(М).2** при запуске.

Установите номер COM-порта, к которому подключен модуль, требуемый сетевой номер модуля и нажмите кнопку «**Запись номера**» и, через 2 с, - «**Установить связь**».

Если номер COM-порта установлен правильно и к компьютеру подключен модуль с сетевым номером 1, окно программы **МАВ-ТС(М).2** примет вид, показанный на рис.6. Программа считывает следующие параметры модуля:

- серийный номер модуля в окне «**Серийный №**»;
- измеренное значение сопротивления термопреобразователя, подключенного к модулю, в окне «**R, Ом**»;
- информацию о выбранной статической характеристике термопреобразователя в окне «**Режим**»;

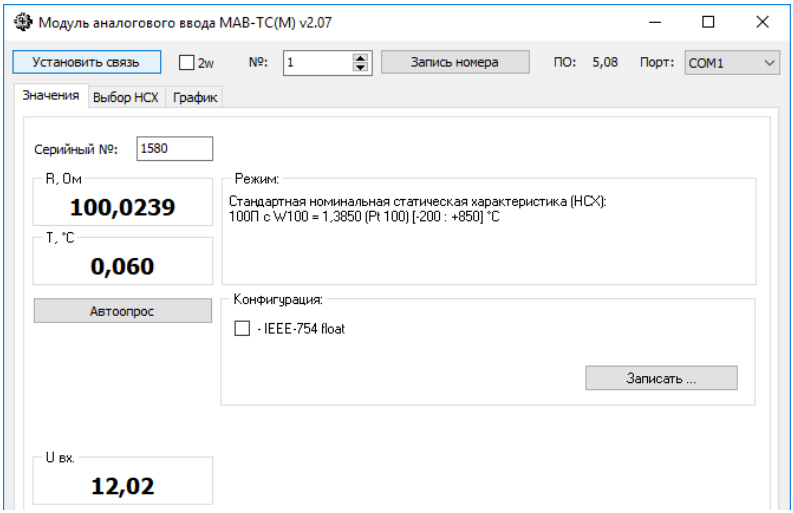
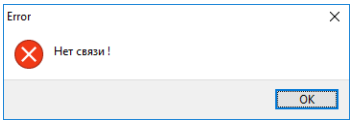


Рис.6. Окно программы **МАВ-ТС(М).2** после установления связи с модулем.

- рассчитанное на основе измеренного значения сопротивления и выбранной статической характеристики значение температуры в окне «**T,°C**»;
- измеренное значение напряжения питания модуля в окне «**Uвх**».

Если появилась табличка:



проверьте правильно ли введен номер COM-порта и еще раз установите требуемый сетевой номер модуля.

3. Для выбора номинальной статической характеристики преобразования перейдите на вкладку «Выбор НСХ». Окно программы примет вид, показанный на рис.7.

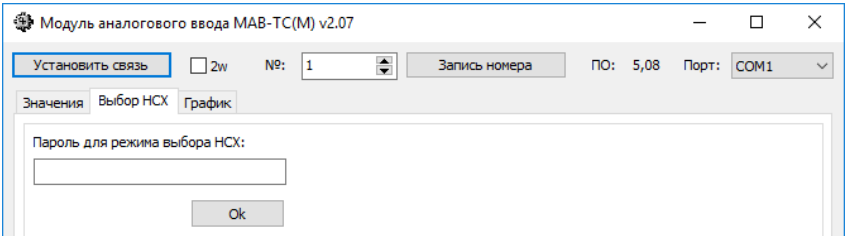


Рис.7. Вид вкладки «**Выбор НСХ**».

Для входа в режим выбора номинальной статической характеристики введите в поле ввода пароля **553-148-7070** и нажмите кнопку «ОК». Окно программы примет вид, показанный на рис.8.

Номинальная статическая характеристика (НСХ) подключаемого к модулю термопреобразователя может описываться тремя способами:

Способ 1. Если используется термопреобразователь сопротивления со стандартной номинальной статической характеристикой по ГОСТ 6651-94, устанавливаем переключатель напротив опции «Стандартная номинальная статическая характеристика (НСХ)», выбираем из расположенного ниже списка нужную характеристику и нажимаем кнопку «Записать статическую характеристику».

Способ 2. Если используется термопреобразователь сопротивления с индивидуальной характеристикой, описываемой полиномом вида

$$R/R_0 = K + At + Bt^2 + Ct^3 + Dt^4,$$

устанавливаем переключатель напротив опции «Индивидуальная статическая характеристика» и введите значения коэффициентов полинома 4-й степени и границы температурных интервалов в соответствующие окна.

После выбора характеристики нажмите кнопку «Записать статическую характеристику».

Способ 3. Табличный метод задания номинальной статической характеристики.

Устанавливаем переключатель напротив опции «Табличная характеристика» и в таблицу ниже вписываем значения температуры и соответствующие им значения сопротивления и нажимаем кнопку «Записать статическую характеристику».

Расчет значения температуры осуществляется методом экстраполяции по ближайшим трем точкам полиномом второй степени.

Табличные значения могут быть экспортированы/импортированы в/из программы Excel через буфер обмена.

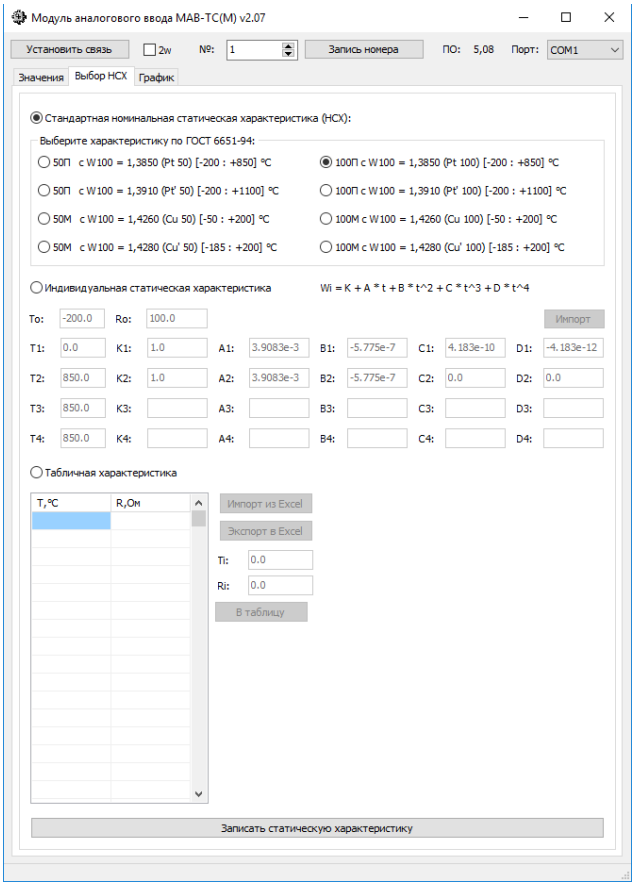


Рис.8. Вид вкладки «Выбор НСХ».

8. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. После включения питания модуль готов к работе через несколько секунд.

8.2. Чтение показаний с модуля осуществляется вторичным устройством в виде цифрового сигнала по протоколу Modbus (см. Приложение).

9. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

9.1. Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок модулей.

Каждый модуль при выпуске из производства должен пройти первичную поверку. Результаты первичной поверки должны быть оформлены, как указано в 9.9.

Периодичность поверки 1 раз в год.

9.2. Операции поверки

9.2.1. При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции		
		при выпуске		при эксплуатации и хранении
		из производства	после ремонта	
1 Внешний осмотр и опробование	9.8.1	Да	Да	Да
2 Определение основной абсолютной погрешности измерений сопротивления	9.8.2	Да	Да	Да

9.3. Средства поверки

9.3.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.

Таблица 4

Наименование или обозначение средства поверки и вспомогательного оборудования	Наименование и обозначение метрологической или технической характеристики	Нормированное значение метрологической характеристики	Номер пункта методики поверки
1 Магазин сопротивлений Р4831	диапазон измерений (0,002-1200) Ом	КТ 0,02	9.8.2
2 Персональный компьютер	IBM®-совместимый компьютер с процессором Intel Pentium®-2 266 МГц и выше		9.8.2
3 Адаптер RS232 - RS485			9.8.2

Примечание. При поверке допускается применять другие средства поверки, не уступающие по техническим и метрологическим характеристикам средствам, указанным в таблице 4.

9.3.2. Все средства должны иметь действующие Свидетельства о поверке.

9.4. Требования к квалификации поверителей

9.4.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение по специальности «Физико-химические измерения», имеющие среднетехническое или высшее образование и аттестованные на право проведения поверки.

9.5. Требования безопасности

9.5.1. Во время подготовки и проведения поверки необходимо соблюдать правила безопасной работы, установленные в технических описаниях на приборы, указанные в таблице 4.

9.6. Условия поверки

9.6.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

1) температура окружающего воздуха, °С ..... 20±3;

2) относительная влажность, % ..... от 30 до 80;

3) атмосферное давление, кПа ..... от 84 до 106;

4) напряжение питания ..... (220±44) В, 50 Гц.

9.7. Подготовка к поверке

9.7.1. Средства измерений, применяемые при поверке модулей, подготавливают к поверке в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

9.8. Проведение поверки

9.8.1. Внешний осмотр, опробование

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, тип и заводской номер модуля;

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики модуля.

Опробование служит для подключения модуля к компьютеру, установления работоспособности модуля и подготовки его к проведению поверки и осуществляется следующим образом:

1. Подключите модуль к персональному компьютеру через преобразователь RS-232/RS-485 или USB/RS-485. Подключите модуль к источнику питания. Схема подключения показана на рис.4.

2. Подсоедините ко входу опробуемого модуля по четырехпроводной схеме магазин сопротивлений Р4831.

3. Запустите программу **mavsetup.exe**, установите номер COM-порта, к которому подключен модуль, установите сетевой номер модуля, нажмите кнопку «Установить связь».

Если номер COM-порта и сетевой номер модуля установлены правильно, окно программы примет вид, показанный на рис.6. Измеренное значение сопротивления, подключенного к модулю, выводится в окне «**R, Ом**».

9.8.2. Определение основной абсолютной погрешности измерений модуля.

9.8.2.1. Проверку пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сопротивления проводят в следующей последовательности:

1) На магазине сопротивлений последовательно установить значения сопротивлений $R_Э$, соответствующие 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 % диапазона измеряемой величины.

2) считать показания модуля $R_{изм}$ при соответствующих значениях сопротивления магазина.

9.8.2.2. Результат испытаний считается положительным, если во всех контролируемых точках выполняется соотношение

$$R_Э - R_{изм} \leq \pm (0{,}01+0{,}00025|R_{изм} - R_В|),$$

где $R_Э$ - значение установленное на магазине сопротивлений, Ом,

$R_{изм}$ - измеренное значение, Ом,

$R_В$ - равно 100 Ом для МАВ-ТС100 и 1000 Ом для МАВ-ТС-1000

9.9. Оформление результатов поверки

9.9.1. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке или заполняется таблица 5 и ставится оттиск поверительного клейма.

9.9.2. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности.

10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень возможных неисправностей и методы их устранения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Признак неисправности	Причины неисправности	Метод устранения
Нет ответа от модуля	Модуль не подключен к сети	Проверьте подключение модуля к сети
	Низкое напряжение питания	Проверьте напряжение питания
	Конфликт сетевых адресов	Проверьте наличие конфликта сетевых номеров
	Неправильные параметры коммуникационного порта или несоответствие протокола обмена	Проверьте соответствие всех параметров протокола обмена
Считывается значение 20000 из ячеек 200h, 202h и 204h	Модуль не успел измерить температуру после первого включения	Производите считывание значения температуры не менее чем через 5 секунд после подачи напряжения питания
Считывается значение 2000 из ячеек 200h, 202h и 2002 из 204h	Обрыв в цепи термопреобразователя сопротивления	Проверьте правильность подключения и исправность термопреобразователя сопротивления
Считывается значение 3000 из ячеек 200h, 202h и 2003 из 204h	Сопротивление ТС превышает 1 кОм для МАВ-ТС-100 и 10кОм для МАВ-ТС-1000	
Считывается значение 4000 из ячеек 200h, 202h и 2004 из 204h	Сопротивление ТС превышает 600 Ом для МАВ-ТС-100 и 6 кОм для МАВ-ТС-1000	
Считывается значение 5000 из ячеек 200h, 202h и 2005 из 204h	Напряжение питания модуля ниже порогового значения (<6В)	Обеспечьте напряжение питания в месте установки модуля минимум 6В

11. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

11.1. Предприятие-изготовитель (поставщик) гарантирует соответствие качества модуля аналогового ввода требованиям технических условий ТУ 4400-021-77511225-2007 при соблюдении условий и правил эксплуатации, установленных настоящим руководством по эксплуатации.

11.2. Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев. Срок гарантии отсчитывается от даты отгрузки прибора производителем.

11.3. Гарантия не распространяется на приборы:

- имеющие механические повреждения вследствие ненадлежащей эксплуатации или транспортировки;
- эксплуатируемые вне условий применения.

11.4. Гарантийные обязательства не распространяются на услуги по периодической поверке.

11.5. Предприятие-изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно устранять выявленные дефекты или заменять вышедшие из строя части или весь модуль, если он не может быть исправлен на предприятии-изготовителе.

11.6. По всем вопросам гарантийного или послегарантийного обслуживания обращайтесь к Вашему поставщику или на предприятие-изготовитель.

11.7. Адрес предприятия-изготовителя:

ООО НПК «МИКРОФОР».
124498, Москва, Зеленоград, пр. 4922, д.4, стр.2
Телефон/факс +7 (495) 913-3187.
microfor.ru
mail@microfor.ru.

12. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

12.1. Модули, упакованные в соответствии с ТУ 4400-021-77511225-2007, могут транспортироваться на любое расстояние всеми видами транспорта: водным, воздушным (в отапливаемых герметизированных отсеках), железнодорожным, в сочетании их между собой и автомобильным транспортом, с общим числом перегрузок не более четырех, в крытых транспортных средствах, в том числе в универсальных контейнерах при температуре окружающей среды от минус 50 до 50°С.

12.2. Модули должны храниться в сухом помещении при температуре окружающего воздуха от 10 до 35°С, влажности до 80 %. Наличие в воздухе паров кислот, щелочей и прочих примесей не допускается.

13. СРОК СЛУЖБЫ

Срок службы модулей составляет не менее 5 лет.

Срок службы может быть продлен по решению владельца при условии исправности модуля, отсутствии видимых повреждений и успешного прохождения поверки.

14. УТИЛИЗАЦИЯ

По истечении срока службы модули должны подвергаться утилизации в соответствии с нормами, правилами и способами, действующими в месте утилизации.

Запрещается выбрасывать модули вместе с бытовыми отходами.

15. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Модули не содержат драгметаллов. В связи с этим сведения о содержании драгметаллов не приводятся, и обязательные мероприятия по подготовке к утилизации не проводятся.

16. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Модули аналогового ввода МАВ-ТС100 заводские номера:

_____

соответствуют техническим условиям ТУ 4400-021-77511225-2007 и признаны годными к эксплуатации.

Дата выпуска «___» _____ 20__ г.

Штамп ОТК: _____ подпись ответственного лица

ПРИЛОЖЕНИЕ. Описание протокола работы

Протокол основывается на стандартном протоколе Modbus (http://www.Modbus.org/default.htm), соблюдается структура посылки/ответа, расчёт контрольной суммы. Скорость обмена данными 19200 бод 8N1(2).

Для обмена данными используются команды чтение/запись регистра. Под регистром подразумевается группа из двух байт, 1-й-старшие 8 бит, 2-й – младшие 8 бит. Посылка и ответ состоят из 6-ти, 8-ми или более байт, причём пауза между байтами не должна превышать 20 мс, в противном случае посылка будет проигнорирована. Обмен данными происходит только с тем модулем, чей сетевой адрес указывается в посылке. Также определена команда записи на все модули, без получения ответа.

Команда чтения группы регистров (03h, 04h)

Читает содержимое группы регистров, начиная с указанного адреса. Адресация ведется с единицы. В качестве примера дано чтение регистра температуры по адресу 0003h из модуля с сетевым номером 0001h. Содержимое регистра по температуре в старшем байте 03h, в младшем байте E8h соответствует +10,00°C:

ПОСЫЛКА:	номер модуля	01h
	идентификатор команды	03h (или 04h)
	адрес регистра, старший байт	00h
	адрес регистра, младший байт	03h
	число считываемых регистров ст.	00h
	число считываемых регистров мл.	01h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi
ОТВЕТ:	номер модуля	01h
	идентификатор команды	03h (или 04h)
	число считанных байт	02h
	данные (T), старший байт	03h
	данные (T), младший байт	E8h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi

Команда записи регистра (06h)

Записывает содержимое регистра по указанному адресу. В качестве примера дана запись сетевого номера 0005h (старший байт 00h, младший байт 05h) в модуль с сетевым номером 0004h по адресу 1000h:

ПОСЫЛКА:	номер модуля	04h
	идентификатор команды	06h
	адрес регистра, старший байт	10h
	адрес регистра, младший байт	00h
	содержимое регистра, старший байт	00h
	содержимое регистра, младший байт	05h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi
ОТВЕТ идентичен посылке:		
	номер модуля	04h
	идентификатор команды	06h
	адрес регистра, старший байт	10h
	адрес регистра, младший байт	00h
	содержимое регистра, старший байт	00h
	содержимое регистра, младший байт	05h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi

Запись регистра по широковещательному адресу (06h@00h)

Команда предназначена для записи содержимого регистра по указанному адресу во все подключенные модули, используя для этого «широковещательный» адрес 0. В качестве примера дана запись сетевого номера 0001h (старший байт 00h, младший байт 01h) во все устройства по адресу 1000h. Для изменения сетевого номера модуля нужно оставить в сети только этот модуль, убрав все остальные устройства, и записать новый сетевой адрес:

ПОСЫЛКА:	номер модуля	00h
	идентификатор команды	06h
	адрес регистра, старший байт	10h
	адрес регистра, младший байт	00h
	содержимое регистра, старший байт	00h
	содержимое регистра, младший байт	01h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi
ОТВЕТ -	не производится.	

Команда чтения одного регистра (19h)

Читает содержимое регистра по указанному адресу. В качестве примера дано чтение регистра температуры по адресу 0204h из модуля с сетевым номером 0001h. Содержимое регистра по температуре в старшем байте 03h, в младшем байте E8h соответствует +10,00°C:

ПОСЫЛКА:	номер модуля	01h
	идентификатор команды	19h
	адрес регистра, старший байт	02h
	адрес регистра, младший байт	02h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi
ОТВЕТ:	номер модуля	01h
	идентификатор команды	19h
	содержимое регистра, старший байт	03h
	содержимое регистра, младший байт	E8h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi

Расчёт значений, считываемых с модуля

Значение температуры в градусах Цельсия, считанное из регистра с адресом 0002h, вычисляется следующим образом:

$$T = 0{,}01 \cdot (256 \cdot \text{старший_байт} + \text{младший_байт})$$

Обратите внимание, что значение температуры может быть отрицательным, используйте знаковое представление числа (signed integer).

Максимальное значение температуры в целочисленном представлении ограничено значением 199,99°C.

Примеры значений, считываемых с модуля

Значение измеренной модулем температуры в °C, считанное из регистра с адресом 0002h, 16-битное целое число со знаком, выраженное в сотых долях °C. F060h – -40,00°C; 03E8h – +10,00°C.

Адреса и назначение ячеек

Назначение	Адрес для 03h, 04h	Адрес для 19h	Тип данных	Размер, байт	Примечание
Сетевой номер	0701h	1000h*	integer	2	от 1 до 255
Заводской номер	0702h		integer	2	hex
Температура, °C	0001h		float	4	IEEE 754 или Texas Instuments float (в зависимости от конфигурации)
Температура, °C	0003h	0204h	integer	2	signed × 100
Сопротивление, Ом	000Dh		float	4	IEEE 754
Напряжение питания, В	0012h	0222h	integer	2	× 100

* – может быть записан командой 06h или 06h@00h (см. выше).

Расчёт значения температуры в формате float

Значение температуры в градусах Цельсия в формате float содержится ячейках с адресом 1 и 2 и считывается командой чтения группы регистров (03h, 04h).

Считанные значения представляются как 32-х битное число с плавающей запятой, причем старшие 16 бит считываются из регистра 1, а младшие 16 бит – из регистра 2.

При установленной галочке в разделе «Конфигурация» (рис.6) полученное 32-х битное число соответствует стандарту IEEE-754:

Если галочка не установлена, формат записи температуры соответствует представлению числа с плавающей запятой, принятой Texas Instruments:

Разряд						
31 (MSB)	.....	24	23	22	.....	0 (LSB)
e.7	.....	e.0	Знак	m.22	.....	m.0
Экспонента (от -126 до +127)				Мантисса (от 0 до 2^{22})		

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ 1
2. НАЗНАЧЕНИЕ 1
3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ 2
4. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ 3
5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МОДУЛЯ 3
6. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ МОДУЛЯ 4
7. КОНФИГУРИРОВАНИЕ МОДУЛЯ АНАЛОГОВОГО ВВОДА. 6
8. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ 10
9. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ 10
10. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ 13
11. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА) 14
12. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ 14
13. СРОК СЛУЖБЫ 15
14. УТИЛИЗАЦИЯ 15
15. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ 15
16. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ 15
ПРИЛОЖЕНИЕ. Описание протокола работы 16