ООО НПК «МИКРОФОР»

36245-07

СДЕЛАНО В РОССИИ

МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВВОДА

MAB-TC-100

версия 4 и младше

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 или МАВ) с версией встроенного программного обеспечения 4 и младше.

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 выпускаемыми по ТУ потребителя с индивидуальной статической характеристикой, описываемой полиномами 4-й степени в четырех задаваемых температурных интервалах.

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. По устойчивости к механическим воздействиям и по защищенности от воздействия окружающей среды модуль выполнен в обыкновенном исполнении по ГОСТ 52931-2008. Рабочие условия применения преобразователей указаны в таблице 3. Степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц по ГОСТ 14254 ……..……..……IP54.

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 35×104×58

Установочные и габаритные размеры модуля приведены на рис.1.

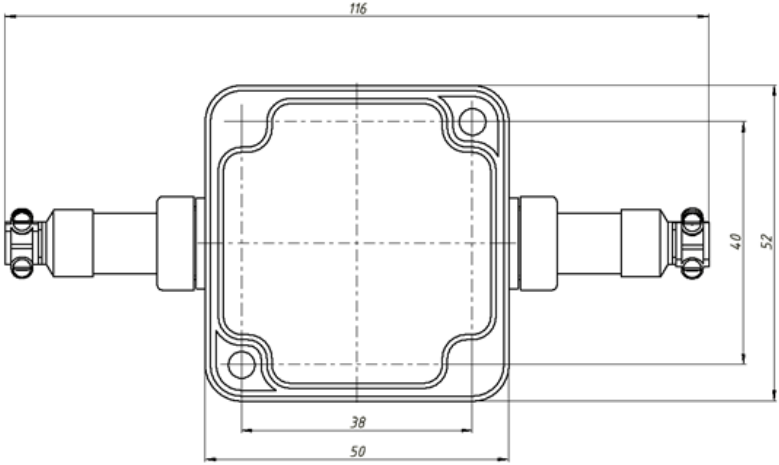


Рис.1. Габаритные размеры модуля.

3.3. Масса модуля не более 0,2 кг.

3.4. Диапазон измеряемых сопротивлений, Ом:

МАВ-ТС100 ..... от 0 до 500;

МАВ-ТС1000 ..... от 0 до 5000;

3.5. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сопротивления δ, Ом:

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

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

где R – измеренное значение сопротивления.

Пределы допускаемой основной погрешности измерения температуры, обусловленный погрешностью тракта электрического преобразования для Pt 100, Cu 100, °С

0,03+0,00025·|T|, где T – температура, °С.

3.6. Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений при изменении температуры среды на 10ºС не более 0,5·δ.

3.7. Питающий ток при измерении сопротивления, мА
МАВ-ТС100 ..... не более 1;
МАВ-ТС1000 ..... не более 0,3
3.8. Напряжение питания модуля, В ..... 6...15
3.9. Потребляемый ток без электрической нагрузки на выходе, мА не более 10

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 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.

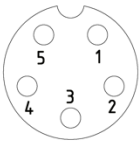
Схема обработки и выдачи сигналов, осуществляет следующие функции:

- 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 номинальной статической характеристике преобразования по ГОСТ 6651-94;

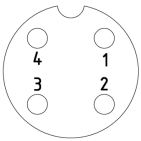
- взаимодействие с внешними устройствами по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus.

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. 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).*

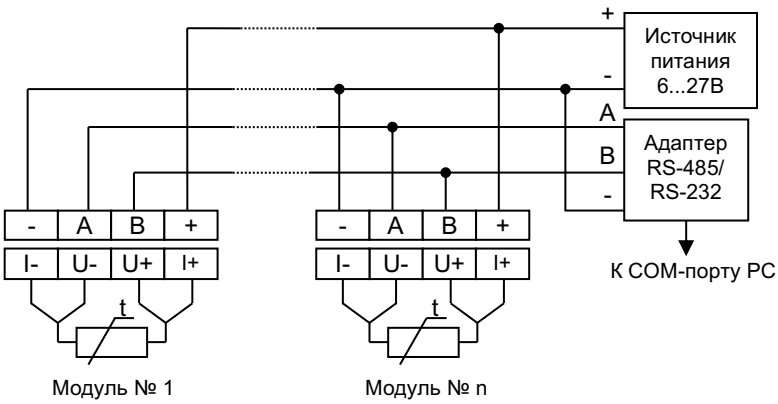


Рис.4. Схема подключения модуля аналогового ввода МАВ-ТС

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 программного обеспечения **МАВ-ТС(М).1**, поставляемого с модулями. 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).1** (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).1** 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.

Кроме того, при конфигурировании может производиться калибровка внутреннего эталона, как описано в разделе 8.

Конфигурирование модуля осуществляется с помощью программного обеспечения **MAB-TC(M).1**, поставляемого вместе с модулем. 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 **MAB-TC(M).1**, Вы увидите главное окно программы (рис.5).

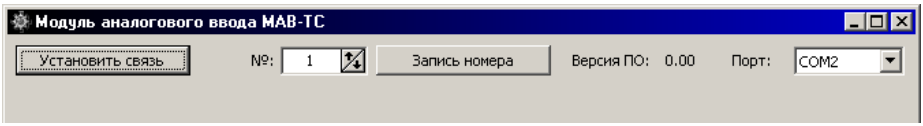


Рис.5. Окно программы **МАВ-ТС(М).1** при запуске.

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).1** примет вид, показанный на рис.6. Значения R, Ом и T,°C будут корректны если к модулю подключен термопреобразователь сопротивления.

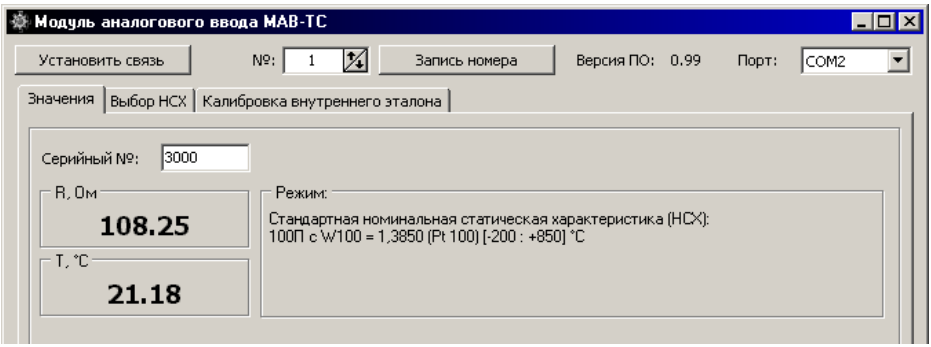


Рис.6. Окно программы **МАВ-ТС(М).1** после установления связи с модулем.

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.

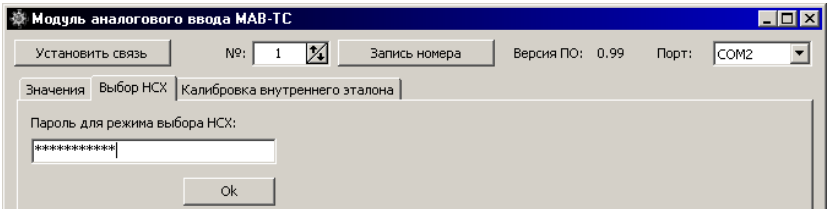


Рис.7. Вид вкладки «**Выбор НСХ**» с полем ввода пароля в режим выбора.

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.

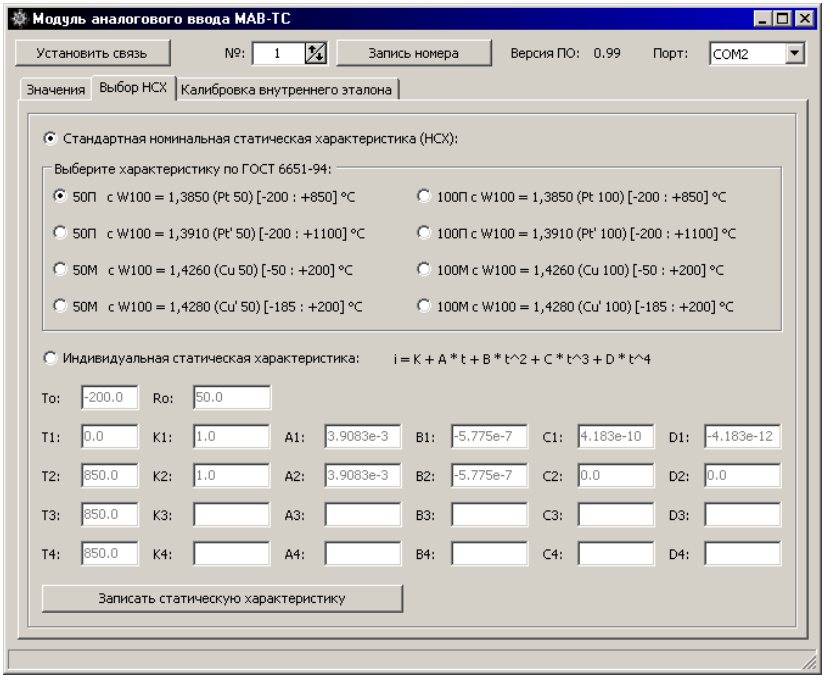


Рис.8. Вид вкладки «**Выбор НСХ**».

Если используется термопреобразователь сопротивления со стандартной номинальной статической характеристикой, установите метку напротив требуемого типа.

Если используется ТС с индивидуальной характеристикой, установите метку на разделе «**Индивидуальная статическая характеристика**» и введите значения коэффициентов полинома 4-й степени и границы температурных интервалов в соответствующие окна.

После выбора характеристики нажмите кнопку «**Записать характеристику**».

Пример. Модуль, сконфигурированный как показано на рис.8 имеет следующие характеристики:

Сетевой номер 1.

Термопреобразователь сопротивления 50П с $W_{100} = 1,385$.

7.1. Калибровка внутреннего эталона сопротивления

В модуле МАВ-ТС в качестве внутреннего эталона используется прецизионный резистор 100 Ом ±0,05% с ТКС ±10 ppm. При выпуске из производства внутренний эталон сопротивления калибруется с помощью однозначной образцовой

меры сопротивления. При необходимости работа канала измерения сопротивления может быть проверена Потребителем и, если погрешность измерения сопротивления превышает допустимое значение, может быть проведена калибровка внутреннего эталона сопротивления.

Для выполнения этой операции необходимо подключить модуль к персональному компьютеру, как описано в предыдущем разделе, подключить к модулю образцовую меру сопротивления однозначную (например, МС3002 класса 0,002 с сопротивлением 100 Ом) и запустить программу **МАВ-ТС(М).1**.

Затем необходимо установить связь с модулем, как описано в предыдущем разделе, и считать измеренное значение сопротивления $R_{изм.}$ образцовой меры из окна «R, Ом» (рис.6).

Если выполняется условие

$$|R_{изм.} - 100| < 0{,}02 \text{ Ом},$$

нет необходимости проводить калибровку внутреннего эталона.

В противном случае необходимо выбрать вкладку «Калибровка внутреннего эталона». При этом окно программы приобретает вид, показанный на рис.9.

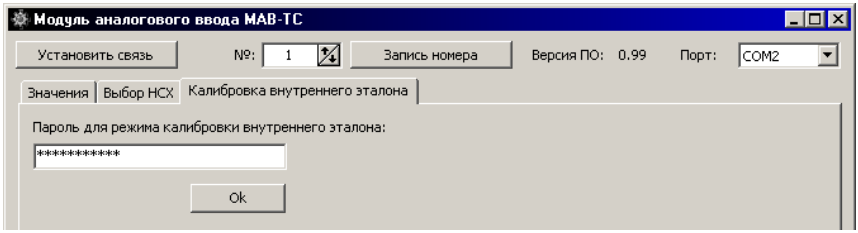


Рис.9. Вид вкладки «Калибровка внутреннего эталона» с полем ввода пароля в режим калибровки.

Для входа в режим калибровки внутреннего эталона введите в поле ввода пароля **158-273-689** и нажмите кнопку «ОК». Окно программы примет вид, показанный на рис.10.

Введите в окно «**Rэт**» значение сопротивления образцовой меры (100 Ом) и нажмите кнопку «**Калибровка**». Примерно через 8 с процесс калибровки будет завершен, в окне «**Ro**» высветится значение сопротивления внутреннего эталона, которое в дальнейшем будет использоваться для измерения сопротивления ТС.

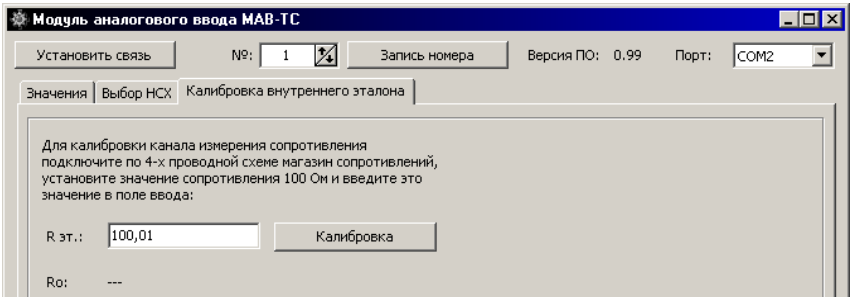


Рис.10. Вид вкладки «Калибровка внутреннего эталона».

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 10000 °С	Модуль не успел измерить температуру после первого включения	Производите считывание значения температуры не менее чем через 5 секунд после подачи напряжения питания
Считывается значение 10001 °С	Обрыв в цепи термопреобразователя сопротивления	Проверьте правильность подключения и исправность термопреобразователя сопротивления
Считывается значение 10002 °С	Сопротивление ТС превышает 1000 Ом	

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	Texas Instuments float
Температура, °C	0003h	0204h	integer	2	signed × 100
Сопротивление, Ом	000Bh		float	4	Texas Instuments float

* – 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).

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
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