

ООО НПК «МИКРОФОР»



EAC  СДЕЛАНО  
В РОССИИ

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ  
ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ  
ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В**



**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

ЦАРЯ.2553.004-03 РЭ



## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящее руководство по эксплуатации, объединенное с техническим описанием и паспортом, является документом, удостоверяющим гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и технические характеристики преобразователей измерительных влажности и температуры ДВ2 модификаций ДВ2ТС-1Т-4П-В и ДВ2ТСМ-1Т-4П-В (в дальнейшем - преобразователей).

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

1.3. Преобразователь является средством измерений с межповерочным интервалом 1 год. Номер в ФИФОЕИ 25948-11.

1.4. Преобразователь изготовлен в соответствии с ТУ 4321-008-77511225-2010.

## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ

2.1. Преобразователь может быть использован для измерения температуры и влагосодержания воздуха, азота, инертных и других неагрессивных газов, применяемых в различных технологических процессах промышленности, энергетики и сельского хозяйства в составе многоканальных измерительных систем или совместно с вторичными приборами различного назначения.

2.2. По устойчивости к механическим воздействиям и по защищенности от воздействия окружающей среды преобразователь выполнен в обыкновенном исполнении по ГОСТ 52931-2008. Рабочие условия применения преобразователей указаны в таблице 2. Степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц по ГОСТ 14254:

- для корпуса преобразователя.....IP64
- для погружной части преобразователя.....IP40

2.3. ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В является исполнением преобразователей измерительных влажности и температуры ДВ2 с автокалибровкой и защитой от воздействия повышенной влажности.

2.4. Преобразователи не имеют индикации измеренных значений. В зависимости от модификации измеренные значения выдаются на внешние устройства в цифровом виде (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Модификации преобразователей по типу выходного сигнала.

Модификация	Описание типа выходного сигнала
ДВ2ТС-1Т-4П-В	преобразователи с цифровым выходным сигналом по интерфейсу RS-485 и протоколу Modbus
ДВ2ТСМ-1Т-4П-В	преобразователи с цифровым выходным сигналом по двухпроводному интерфейсу µForLan и протоколу Modbus

2.5. Преобразователи имеют установочную резьбу М24×1.

2.6. Преобразователь может оснащаться пробоотборным устройством ПДВ для подсоединения к газовой магистрали. Преобразователи модификации -СМ опционально могут оснащаться пробоотборным устройством, включающим встроенный измерительный преобразователь давления ПДВ-8 или ПДВ-8С. Подробная информация о пробоотборных устройствах ПДВ приведена в соответствующем руководстве по эксплуатации.

2.7. Измерение давления в ПДВ-8, ПДВ-8С осуществляется тензометрическим датчиком. На основании данных об измеренном давлении преобразователь может производить автоматический пересчет показаний точки росы/линея к нормальному (1 бар), стандартному (7 бар изб.), либо к другому давлению, задаваемому при конфигурации преобразователя.

2.9. Рабочие условия применения преобразователей в зависимости от исполнения приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Наименование характеристики	Значение
Температура окружающей среды и анализируемого газа, °С	от 0 до 50*
Относительная влажность окружающей среды, %	от 0 до 98
Атмосферное давление (для корпуса преобразователя), кПа	от 86 до 106
Рабочее давление анализируемого газа (для погружной части), МПа, не более	15
* - автокоррекция работает в диапазоне температур от 0 °С до 40 °С.	

2.10. Анализируемые газы не должны содержать механических примесей, аэрозолей и паров масел в количествах, превышающих санитарные нормы для производственных помещений, а также коррозионно-активных агентов или других примесей, реагирующих с материалами чувствительного элемента (оловянно-свинцовый припой, силикагель).

2.11. Рекомендуемый расход газа через преобразователь от 0,5 до 1 л/мин.

2.12. Конструкция преобразователя не имеет предусмотренных мест для установки пломб.

### 3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Метрологические характеристики преобразователей приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений относительной влажности, %: - в режиме защиты от переувлажнения - при выключенном режиме защиты от переувлажнения	от 0 до 80 от 0 до 98
Диапазон измерений температуры точки росы (иней)*, °C	от -80 до +20
Диапазон индикации температуры точки росы (иней)*, °C - при температуре анализируемого газа (T <sub>r</sub> ) 20 °C и ниже - при температуре анализируемого газа выше 20 °C	от -60 до T <sub>r</sub> от -60 до +20
Диапазон измерений температуры, °C	от 0 до 50
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности, % - в диапазоне от 0 до 10% - в диапазоне от 10 (не включительно) до 50% - в диапазоне от 50 (не включительно) до 98%	±1 ±2 ±3**
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C	±0,3
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений относительной влажности при изменении температуры на 1 °C, % - при относительной влажности от 0 % до 10 % - при относительной влажности от 10 % до 98 % П – измеренное значение относительной влажности, %	±(0,005+0,0045П) ±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры точки росы/иней***, °C	±2
* - в диапазоне измерений температуры точки росы/иней ниже 0 °C преобразователи измеряют температуру точки иней, в диапазоне измерений выше 0 °C – температуру точки росы; ** - метрологические характеристики при относительной влажности выше 90% при выключенном режиме защиты от переувлажнения обеспечиваются только при кратковременном (не более 2 часов) пребывании преобразователя при этих условиях.	

3.2. Основные технические характеристики преобразователей приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Наименование характеристики	Значение
Постоянная времени - по влажности, мин, не более - по температуре, мин, не более	2 5
Габаритные размеры (ширина×высота×глубина), мм, не более	30×30×105
Масса, кг, не более	0,5
Напряжение питания постоянного тока, В:	от 9 до 15
Потребляемый ток без электрической нагрузки на выходе, мА, не более	5* или 70**
Средняя наработка на отказ $T_0$ в нормальных условиях, ч, не менее	10 000
Средний срок службы $T_c$ , лет, не менее	6
* - в обычном режиме; ** - в режиме автокалибровки или защиты от воздействия повышенной влажности.	

#### 4. СОСТАВ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Комплект поставки преобразователя приведен в таблице 5.

Таблица 5.

Наименование	Обозначение	Примечание
Преобразователь ДВ2ТС-1Т-4П-В	ЦАРЯ.2553.004-031	(2), (3)
Преобразователь ДВ2ТСМ-1Т-4П-В	ЦАРЯ.2553.004-032	(2), (3)
Пробоотборное устройство ПДВ	ЦАРЯ.2748.00Х	(1)
Кольцо уплотнительное фторопластовое 23×17×2	ЦАРЯ.711141.102	(1)
Преобразователь интерфейса USB – RS-485 ПИ-1С	ЦАРЯ.468152.001	(1), (5)
Блок индикации ИВА-6Б2	ЦАРЯ.2772.003-01	(1), (3)
Блок индикации ИВА-6Б2-К-DIN	ЦАРЯ.2772.003-02	(1), (3)
Руководство по эксплуатации, совмещенное с паспортом	ЦАРЯ.2553.004-03 РЭ	(6)
Компакт-диск с программным обеспечением		(1), (6)
Упаковка	ЦАРЯ.4170.010	
Приспособления и документация для настройки, юстировки и поверки		
Кабель КК-2 для конфигурирования преобразователя	ЦАРЯ.685611.021	(1), (4)

Примечания:

- (1) – поставляется по запросу Заказчика;
- (2) – модификация преобразователя указывается при заказе;
- (3) – длина соединительных кабелей оговаривается при заказе преобразователя. ДВ2ТС-1Т-4П-В поставляется без кабеля, стандартная длина кабеля ДВ2ТСМ-1Т-4П-В 4 м;
- (4) – только для преобразователей модификации -СМ;
- (5) – только для преобразователей модификации -С;
- (6) – допускается партию преобразователей, поставляемых одному Потребителю, комплектовать одним экземпляром.

Обозначение преобразователя:

**ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В -1-Х-Лм с ADD**, где

Х – модификация преобразователя в соответствии с таблицей 1, L – длина соединительного кабеля, ADD – дополнительные опции (пробоотборное

устройств).

Пример обозначения преобразователя при заказе:

### **ДВ2ТСМ-1Т-4П-В-20м с ПДВ-3-Р-Б**

- преобразователь ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В с цифровым выходным сигналом по двухпроводному интерфейсу  $\mu$ ForLan и протоколу Modbus, имеющий установочную резьбу М24×1 (ДВ2ТСМ-1Т-4П-В), оснащенный пробоботборным устройством ПДВ-3-Р-Б, с кабелем длиной 20 метров.

Однозначная идентификация каждого экземпляра преобразователя осуществляется по изготовленной печатным способом наклейке или выполненной лазерной гравировкой надписи, располагаемой на корпусе. Наклейка (надпись) содержит знак утверждения типа, исполнение и модификацию преобразователя, и его заводской номер.

## **5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА**

5.1. Измерение влажности в преобразователях осуществляется сорбционно-емкостным чувствительным элементом (ЧЭ), работа которого основана на зависимости диэлектрической проницаемости влагочувствительного слоя из органических полимеров от влажности анализируемой среды. ЧЭ представляет собой диэлектрическую подложку с двумя планарными электродами, поверх которых находятся влагочувствительный и влагопроницаемый электропроводящий слои, образуя структуру из двух последовательно включенных конденсаторов. Электрическая емкость ЧЭ зависит от парциального давления водяного пара в окружающей среде.

5.2. На обратной стороне ЧЭ размещен платиновый термопреобразователь, предназначенный для измерения или поддержания температуры ЧЭ, выполнения функций автокалибровки и защиты ЧЭ от воздействия повышенной влажности.

5.3. ЧЭ и термопреобразователь установлены на корпусе преобразователя и закрыты пористым колпачком, обеспечивающим их защиту от механических повреждений, свободный доступ анализируемой среды и стабилизацию теплового режима ЧЭ в процессе термостабилизации, автокалибровки и защиты ЧЭ от воздействия повышенной влажности.

В преобразователе располагается схема обработки и выдачи сигналов, выполненная на основе микроконтроллера и осуществляющая следующие функции:

- измерение емкости чувствительного элемента влажности;
- вычисление значения относительной влажности и температуры точки росы/инея, пересчет в другие единицы измерения влажности;
- измерение температуры и температурная коррекция значений влажности;
- осуществление функций автокоррекции показаний (автокалибровки) и защиты от переувлажнения;
- хранение градуировочной характеристики преобразователя;
- взаимодействие с внешними устройствами по протоколу Modbus.

## 6. ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В

6.1. Основной особенностью преобразователя ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В является возможность автокоррекции дрейфа характеристик сенсора (автокалибровка). Это позволяет значительно повысить точность измерения низких значений относительной влажности, что очень важно при измерении влагосодержания технологических газов и сжатого воздуха.

В преобразователе ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В также реализована функции защиты сенсора влажности от переувлажнения и приведения измеренных значений влажности к нормальным (1 бар абс.) и стандартным (7 бар изб.) условиям с учетом текущего давления анализируемого газа.

### 6.2. Автокоррекция сдвига характеристики сенсора влажности.

Под влиянием различных внешних воздействий емкость сенсора влажности может незначительно изменяться. При измерении высоких значений относительной влажности сдвиг градуировочной характеристики, например, на 0,5% RH (Relative Humidity – относительная влажность, англ.) не вызовет значительной ошибки при вычислении значения точки росы. Так, при температуре 25°C и RH=20% точка росы газа составляет 0,5°C, а при RH=20,5% - 0,84°C, т.е. погрешности 0,5%RH при температуре 25°C и RH=20% соответствует погрешность измерения точки росы 0,34°C.

Значительно худшая ситуация наблюдается при низких значениях относительной влажности. При температуре 25°C и RH=0,1% точка инея газа составляет -51,7°C, при RH=0,6% - минус 36,5°C, т.е. погрешности 0,5%RH при температуре 25°C и RH=0,1% соответствует погрешность измерения точки росы 15,2°C, что совершенно недопустимо.

Для устранения влияния дрейфа градуировочной характеристики на точность измерения низких значений относительной влажности в преобразователе ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В применена технология автокоррекции дрейфа характеристик сенсора, функционирующая следующим образом.

В преобразователе сенсор влажности и платиновый термопреобразователь сопротивления Pt100 находятся в тепловом контакте. Схема измерения температуры может в широких пределах менять измерительный ток через термопреобразователь сопротивления, что позволяет поддерживать заданную температуру сенсора.

Процедура автокоррекции заключается в следующем:

1. После запуска процедуры фиксируются показания сенсоров температуры  $T_1$  и относительной влажности  $RH^1$ .

2. Устанавливается новое значение температуры сенсоров  $T_2$ .

3. После стабилизации показаний температуры и влажности через определенное время фиксируются значения показаний  $T_2$  и  $RH^2$  и выключается режим нагрева сенсоров.

Далее микроконтроллер осуществляет расчет величины сдвига градуировочной характеристики и корректирует коэффициенты в памяти измерительного преобразователя.

В общем виде расчет величины сдвига  $\Delta RH$  можно представить следующим

образом:

По определению относительная влажность газа RH — это отношение парциального давления водяного пара  $p$  к давлению насыщенного пара при данной температуре  $p_s^T$ , выраженное в процентах:

$$RH = 100 \cdot p / p_s^T.$$

Таким образом,

$$RH1 = 100 \cdot p / p_s^{T1},$$
$$RH2 = 100 \cdot p / p_s^{T2}, \text{ где}$$

RH1 и RH2 «истинные» значения относительной влажности газа при температурах T1 и T2.

Отсюда

$$RH2 = RH1 \cdot p_s^{T1} / p_s^{T2} = k \cdot RH1, \text{ где}$$
$$k = p_s^{T1} / p_s^{T2}.$$

Пусть сдвиг градуировочной характеристики преобразователя составляет  $\Delta RH$ . Тогда

$$RH1 = RH'_1 + \Delta RH,$$
$$RH2 = RH'_2 + \Delta RH$$

Отсюда,

$$RH2 / RH1 = (RH'_2 + \Delta RH) / (RH'_1 + \Delta RH) = k,$$
$$\Delta RH = (k \cdot RH'_1 - RH'_2) / (1 - k).$$

Успешное завершение автокоррекции осуществляется при полученном расчетном значении относительной влажности газа менее 10%.

Запуск процедуры автокоррекции может осуществляться

- автоматически через заданный интервал времени;
- из программы конфигурации.

Установленный при выпуске из производства интервал автокоррекции (12 часов) может быть изменен при конфигурировании преобразователя. Конфигурирование осуществляется с помощью программы Setup, записью нового значения в секундах в соответствующее окно.

Принудительный запуск автокоррекции можно осуществить, нажав кнопку «**Автокоррекция**» в соответствующем окне программы Setup, или отправив преобразователю команду «**Запуск процедуры автокоррекции**» (см. Приложение 1).

В ходе выполнения процедуры автокоррекции, занимающей около 2 минут, преобразователь выводит значения, предшествующие запуску процедуры. Обновление показаний происходит только по завершении процедуры автокоррекции.

### 6.3. Защита сенсора влажности от переувлажнения.

Преобразователи измерительные ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В имеют встроенную функцию защиты сенсора от переувлажнения. При высокой относительной влажности (более 80...85% в зависимости от температуры) включается подогрев сенсора влажности, в результате чего относительная влажность газа вблизи сенсора не превышает порогового значения. Благодаря этому минимизируется дрейф градуировочной характеристики при длительном воздействии высокой

влажности, характерный для емкостных сенсоров.

При этом расчетные значения других параметров влажности достоверны. Отключение защиты происходит при снижении относительной влажности на 2% от предельного значения.

6.4. Приведение показаний преобразователя ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В к нормальным и стандартным условиям.

Измерительные преобразователи ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В предназначены для измерения влагосодержания сжатого воздуха и технологических газов. Для сжатого воздуха ИСО 8573-3 регламентирует точку росы (инея) при избыточном давлении 7 бар (далее – стандартном), для технологических газов точка росы (инея), как правило, выражается при нормальном давлении (1 бар абс).

В термогигрометре предусмотрена возможность приведения значений относительной влажности, точки росы и массовой концентрации влаги к стандартным и нормальным условиям. Пересчет осуществляется по соотношениям для идеального газа. Возможны следующие варианты приведения:

1) Значение избыточного давления в проточной камере с измерительным преобразователем ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В известно и изменяется незначительно. В этом случае Пользователь вводит в преобразователь известное значение рабочего давления и считывает приведенные значения влажности из соответствующих ячеек;

2) Измерения осуществляются при атмосферном давлении в проточной камере. В этом случае Пользователь вводит в преобразователь значение рабочего давления «0» (установлено по умолчанию) и выбирает к какому значению давления (нормальному или стандартному) приводятся измеренные значения;

Для ввода в преобразователь значения рабочего избыточного давления необходимо записать в соответствующую ячейку требуемое значение (в тысячных долях бар) и перезагрузить преобразователь, выключив и включив его питание.

Для установки нуля преобразователя давления необходимо дать соответствующую команду преобразователю (см. карту команд Modbus).

## 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 7.1. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ К ГАЗОВОЙ МАГИСТРАЛИ

Установочные и габаритные размеры преобразователя измерительного приведены на рис.1.

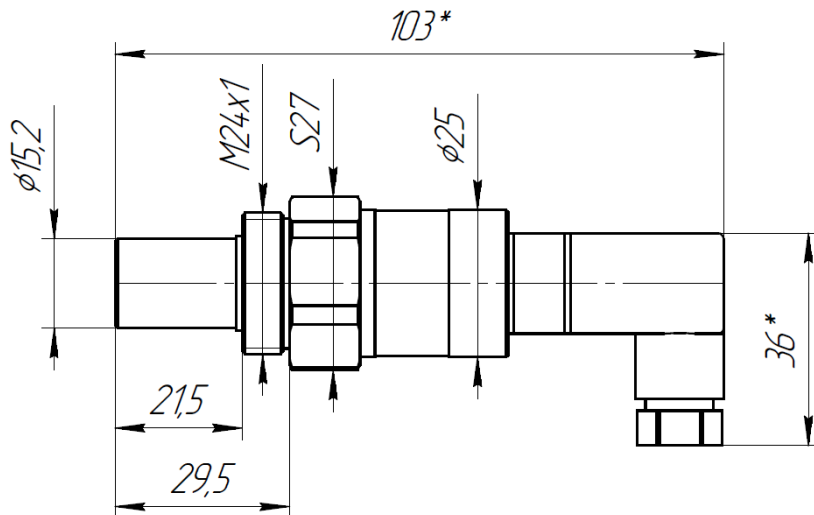


Рис.1. Установочные и габаритные размеры преобразователя измерительного ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В.

Подключение преобразователя к газовой магистрали осуществляется при помощи пробоотборного устройства ПДВ, поставляемого вместе с преобразователем по запросу Потребителя, либо проточной камеры, изготовленной Потребителем в соответствии с конкретными условиями эксплуатации. Подробное описание пробоотборных устройств ПДВ приведено в соответствующем руководстве по эксплуатации.

Конструкция проточной камеры для подключения преобразователя показана рис.2. Для изготовления камеры необходимо использовать материалы, слабо адсорбирующие влагу, например, нержавеющую сталь. Внутренние поверхности камеры должны быть отполированы.

Для подключения проточной камеры преобразователя необходимо использовать только переходники и арматуру из полиэтилена, фторопласта или нержавеющей стали. Запрещается использование уплотнительных прокладок из резины.

Место установки фильтра (если он необходим) необходимо выбирать как можно ближе к точке отбора газа, чтобы в процессе работы не происходило загрязнение магистрали.

Измерение точки инея газов с высоким классом чистоты по влаге целесообразнее производить при давлении в проточной камере, равном давлению в магистрали, так как это позволяет расширить нижнюю границу диапазона измерения. Так, если точка инея газа при нормальном давлении составляет  $-70^{\circ}\text{C}$ , то при избыточном давлении  $7 \text{ кгс/см}^2$  его точка росы/инея составит  $-56^{\circ}\text{C}$ . Однако, для приведения значения влажности к нормальным условиям в этом случае необходимо знать давление в магистрали.

Если значение давления постоянно и известно, его можно ввести в преобразователь, и он будет приводить значение влажности к нормальному давлению. Если давление меняется в широких пределах, необходимо использовать пробоотборное устройство ПДВ-8, в состав которого входит преобразователь давления.



**ВНИМАНИЕ!** При выборе фитингов и подводящей газовой арматуры учитывайте максимальное давление газа в линии. Установку фитингов проводите в соответствии с указаниями производителя. Неправильная установка или превышение максимального давления газа для фитингов и арматуры представляет опасность!

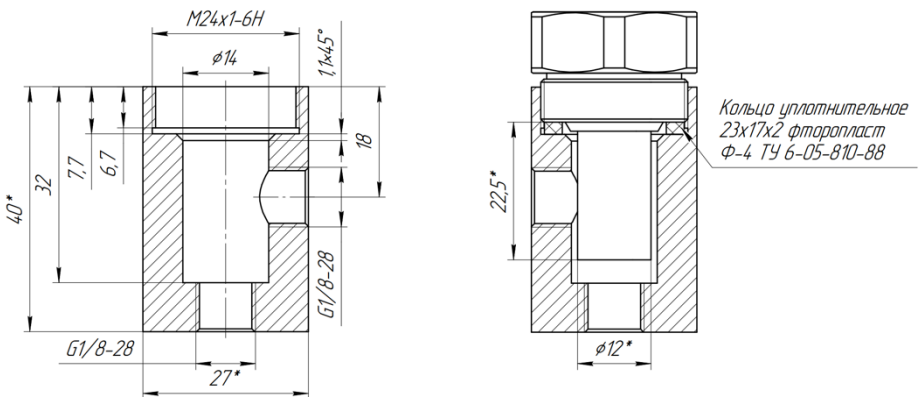


Рис.2. Конструкция проточной камеры для подключения преобразователя измерительного ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В к газовой магистрали.

Перед установкой преобразователя установите на соединительной резьбе уплотнительную прокладку из фторопласта (см. рис.2), вверните преобразователь в проточную камеру. Используя два ключа S27, один из которых фиксируется на шестиграннике преобразователя, а второй на проточной камере, с усилием затяните резьбовое соединение.

## 7.2. ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ВНЕШНИМ УСТРОЙСТВАМ

7.2.1 **Назначения выводов** для подключения преобразователей ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В приведены на рисунках 3-4.

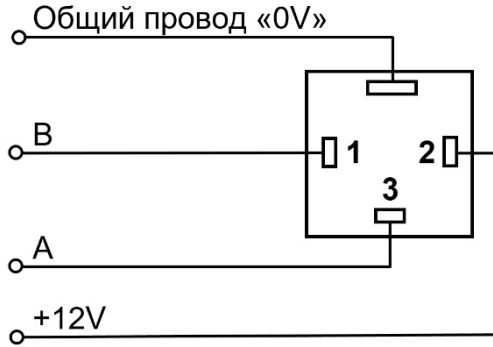


Рис.3. Назначение контактов преобразователя ДВ2ТС-1Т-4П-В.

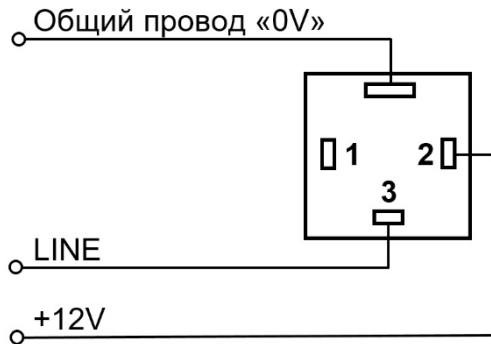


Рис.4. Назначение контактов преобразователя ДВ2ТСМ-1Т-4П-В.

7.2.2. **Подключение преобразователей исполнения -С** к измерительной системе осуществляется по четырем проводам - по одной паре подается напряжение питания (цепи - и +), по другой происходит обмен по интерфейсу RS-485. Преобразователи подключаются к четырехжильному кабелю параллельно, как показано на рис.5. Питание и считывание показаний из преобразователя возможно контроллером ИВА-128 или ПК через преобразователь интерфейса ПИ-1С, либо другими контроллерами Modbus RTU, имеющими интерфейс RS-485 (кроме дифференциальной пары А-В обязательно наличие общей линии GND).

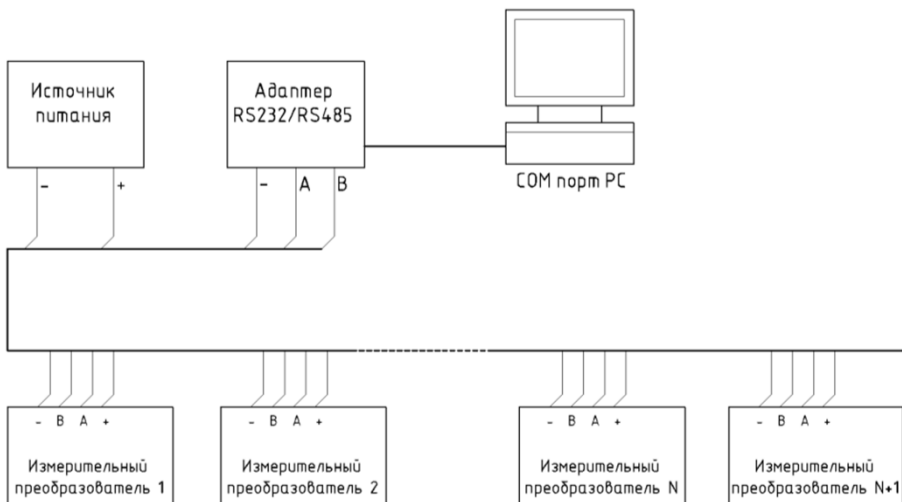


Рис.5. Схема подключения преобразователей.

Для подсоединения напряжения питания и съема выходных сигналов преобразователь оснащен четырех-контактным разъемом. Назначение гнезд разъема приведено в таблице 6.

Таблица 6.

Контакт	Назначение
⊥ (широкий)	Общий
1	В (-)
2	+9...+15В
3	А (+)

Измерительная система с может содержать не более 128 преобразователей на одной линии (количество преобразователей определяется типом используемого в них буфера).

Рекомендуется размещать преобразователи вдоль одного отрезка кабеля и минимизировать длину ответвлений к отдельным датчикам. Максимальная длина линии при этом может достигать 1000 м. Для обеспечения устойчивой работы измерительной системы при большой протяженности линии и большого

количества преобразователей 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 преобразователей было менее 9В.
3. Не допускается совместная прокладка кабеля между измерительным преобразователем и вторичным устройством с силовыми цепями.

Необходимо учитывать, что согласно протоколу Modbus (смотрите Приложение 1), каждый преобразователь в сети должен иметь свой уникальный номер от 1 до 247. Назначение сетевого номера может осуществляться с помощью служебной программы MicroSetup.exe (см. следующий раздел) или отправкой соответствующей команды. Ввод сетевых номеров в преобразователи должен быть произведен до их установки в измерительную систему. При вводе сетевого номера к РС должен быть подключен только один преобразователь!

**7.2.3. Подключение преобразователей исполнения -СМ** к измерительной системе осуществляется по трём проводам - по одной паре подается напряжение питания (цепи - и +), по третьему происходит обмен по интерфейсу  $\mu$ ForLan. Преобразователи подключаются к трёхжильному кабелю параллельно.

Для подсоединения напряжения питания и съема выходных сигналов преобразователь оснащен четырех-контактным разъемом. Назначение гнезд разъема приведено в таблице 7.

Таблица 7.

Контакт	Назначение
$\perp$ (широкий)	Общий
2	+9...+15В
3	Line (+)

Преобразователи модификации -СМ могут подключаться через преобразователи интерфейса USB- $\mu$ ForLan (ПИ-1СМ или КК-2) к персональному компьютеру, ИВА-6Б2, ИВА-6Б2-К-DIN и другим вторичным приборам для считывания измеренных значений (см. соответствующие руководства по эксплуатации). Преобразователи подключаются к вторичным приборам двухпроводным или трехпроводным двухпроводным кабелем, по которому осуществляется питание измерительных преобразователей и обмен данными по протоколу Modbus.

7.2.4. Преобразователи могут подключаться параллельно, при этом каждый преобразователь должен иметь свой индивидуальный, предварительно установленный в соответствии с руководством по эксплуатации сетевой номер.

7.2.5. Для работы с преобразователями может использоваться программа **SensNet**, доступная в разделе «Поддержка – Загрузка» на сайте [microfor.ru](http://microfor.ru).

### 7.3. РАБОТА С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ MicroSetup

Служебная программа MicroSetup (microsetup.exe), доступная в разделе «Поддержка – Загрузка» на сайте [microfor.ru](http://microfor.ru), предназначена для записи сетевых номеров преобразователей.

Для работы программы MicroSetup 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](http://microfor.ru).

Подключите только один преобразователь к компьютеру в соответствии с разделом 6.4.

Запустите программу microsetup.exe, при этом открывается окно, показанное на рис.6.

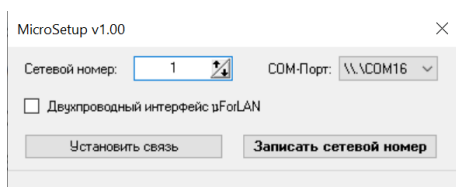


Рис.6. Окно программы microsetup.exe при первом запуске.

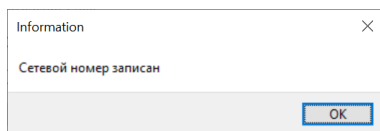
В окошке «COM-Порт» установите номер порта, к которому подключен преобразователь интерфейса.

Галочка «Двухпроводный интерфейс μForLAN» должна быть снята для преобразователя исполнения -С и установлена для преобразователя исполнения -СМ.

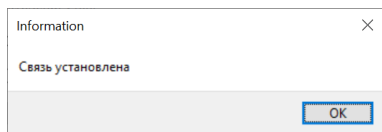
Установите в окошке «Сетевой номер» требуемый номер (от 1 до 255) и нажмите кнопку «Записать сетевой номер».

Если в этот момент будут подключены несколько преобразователей, указанный сетевой номер будет записан во все преобразователи!

Программа выведет информационное сообщение:



Для проверки связи с преобразователем с известным сетевым номером введите этот номер в поле «Сетевой номер» и нажмите кнопку «Установить связь». В случае успешной установки связи, программа выведет информационное сообщение:



Если программа покажет сообщение об ошибке связи, проверьте:

- 1) правильность указания СОМ-порта через «Диспетчер устройств» Windows;
- 2) правильность подключения преобразователя (наличие требуемого питания, заземления, правильность подключения контактов).

#### **7.4. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

После включения питания преобразователь становится готов к работе через несколько секунд.

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

## 8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Перечень работ для различных видов технического обслуживания преобразователя приведен в таблице 8.

Таблица 8.

Периодичность ТО	Содержание работ	Критерий успешности	Материалы
Не реже 1 раза в год и перед проведением проверки	Осмотр защитного колпачка, поверхности сенсора влажности и места установки сенсоров в преобразователе влажности и температуры	На указанных поверхностях не должно содержаться механических частиц и загрязнений	Кисть беличья №3, вода дистиллированная, раствор моющий нейтральный, спирт изопропиловый ОСЧ, сжатый воздух очищенный, пароочиститель КТ-906 или аналогичный
При наличии загрязнений на поверхности колпачка, сенсора влажности и места установки сенсоров	Отмывка поверхности сенсора влажности от загрязнений: - отмывка кисточкой в моющем растворе; - промывка в дистиллированной воде или обработка паром; - сушка сжатым воздухом; - промывка спиртом; - сушка сжатым воздухом		
При выходе абсолютной погрешности измерений за допустимые пределы	Юстировка на предприятии-изготовителе	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения соответствуют описанию типа СИ	

## 9. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Перечень возможных неисправностей и методы их устранения приведены в таблице 9.

Таблица 9.

Признак неисправности	Причины неисправности	Метод устранения
Нет ответа от преобразователя	Преобразователь не подключен к сети	Проверьте подключение преобразователя 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 00000 (dec) по каналу влажности или температуры	Преобразователь не успел измерить влажность после первого включения	Производите считывание значения влажности как минимум через пять секунд после подачи напряжения питания
	Неисправность сенсора влажности или температуры	Ремонт на предприятии изготовителе
	Напряжение питания преобразователя ниже 6 В	Проверьте напряжение питания преобразователя

## 10. ВСТРОЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение (далее – ПО) преобразователей – встроенное, предназначено для обеспечения работы преобразователей в соответствии с их техническими и метрологическими характеристиками.

Преобразователи могут на основании измеренных значений рассчитывать массовую концентрацию влаги ( $\text{г/м}^3$ ).

## 11. ПОВЕРКА

Поверка осуществляется по документу ЦАРЯ.2553.004-01 МП «ГСИ. Преобразователи измерительные влажности и температуры ДВ2. Методика поверки» (изменение 1), утвержденному Восточно-Сибирским филиалом ФГУП «ВНИИФТРИ» в 2025 году.

Подробная информация по отправке преобразователей в поверку на предприятие-изготовитель содержится на сайте [microfor.ru](http://microfor.ru) в разделе «Услуги – Как сдать приборы в поверку».

## 12. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА)

12.1. Предприятие-изготовитель (поставщик) гарантирует соответствие качества измерительного преобразователя влажности и температуры ДВ2 требованиям технических условий ТУ 4321-008-77511225-2010 при соблюдении условий и правил эксплуатации, установленных настоящим руководством по эксплуатации.

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

12.3. Гарантия не распространяется на приборы:

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

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

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

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

12.7. Адрес предприятия-изготовителя:

ООО НПК «МИКРОФОР».

124498, Москва, Зеленоград, пр. 4922, д.4, стр.2

Телефон/факс +7 (495) 913-3187.

[microfor.ru](http://microfor.ru)

[mail@microfor.ru](mailto:mail@microfor.ru).

### **13. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ**

13.1. Преобразователи, упакованные в соответствии с ТУ 4321-008-77511225-2010, 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.

13.2. Преобразователи 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.

### **14. СРОК СЛУЖБЫ**

Срок службы преобразователей составляет не менее 6 лет.

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

### **15. УТИЛИЗАЦИЯ**

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

Запрещается выбрасывать преобразователи вместе с бытовыми отходами.

### **16. СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ**

Преобразователи содержат незначительное количество драгметаллов, утилизация которых не представляется экономически целесообразной. В связи с этим сведения о содержании драгметаллов в преобразователях не приводятся, и обязательные мероприятия по подготовке к утилизации не проводятся.

## 17. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

Измерительные преобразователи влажности и температуры ДВ2ТС\_\_-1Т-4П-В  
зав.№ \_\_\_\_\_  
соответствуют техническим условиям ТУ 4321-008-77511225-2010 и признаны  
годными к эксплуатации.

Дата выпуска " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ " 202\_\_ г.

Штамп ОТК:

\_\_\_\_\_   
подпись ответственного лица

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАБОТА С ИНТЕРФЕЙСОМ MODBUS

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 и диагностика. 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 преобразователем, чей сетевой адрес указывается в посылке. Однако, определена команда записи во все преобразователи, без получения ответа.

### Команда чтения группы регистров (03h, 04h)

Читает содержимое группы регистров, начиная с указанного адреса. Адресация ведётся с единицы. В качестве примера дано чтение регистра температуры точки инея по адресу 0004h из преобразователя с сетевым номером 0001h. Содержимое регистра по температуре точки инея в старшем байте F0h, в младшем байте 60h соответствует -40,00°C:

<b>ПОСЫЛКА:</b>	номер преобразователя	01h
	идентификатор команды	03h (или 04h)
	адрес регистра, старший байт	00h
	адрес регистра, младший байт	04h
	число считываемых регистров ст.	00h
	число считываемых регистров мл.	01h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi
<b>ОТВЕТ:</b>	номер преобразователя	01h
	идентификатор команды	03h (или 04h)
	число считанных байт	02h
	данные (DP), старший байт	F0h
	данные (DP), младший байт	60h
	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 преобразователь с сетевым номером 0004h по адресу 1000h:

<b>ПОСЫЛКА:</b>	номер преобразователя	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 преобразователя	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 преобразователи, используя для этого «широковещательный» адрес 0. В качестве примера дана запись сетевого номера 0001h (старший байт 00h, младший байт 01h) во все преобразователи по адресу 1000h. Для изменения сетевого номера преобразователя нужно оставить в сети только этот преобразователь, убрав все остальные, и записать новый сетевой адрес:

<b>ПОСЫЛКА:</b>	номер преобразователя	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.

### Запуск процедуры автокоррекции (08h):

Команда предназначена для запуска процедуры автокоррекции (автокалибровки) преобразователя ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В (см. п. 6). В качестве примера приводится посылка для запуска автокоррекции преобразователя с сетевым номером 01h.

#### ПОСЫЛКА:

номер преобразователя	01h
идентификатор команды	08h
функция, старший байт	00h
функция, младший байт	22h
операнд, старший байт	00h
операнд, младший байт	01h
контрольная сумма, младший байт	crc_lo
контрольная сумма, старший байт	crc_hi

**ОТВЕТ идентичен посылке.**

### Команда чтения одного регистра (19h)

Читает содержимое регистра по указанному адресу. В качестве примера дано чтение регистра температуры точки инея по адресу 0206h из преобразователя с сетевым номером 0001h. Содержимое регистра по температуре точки росы/инея в старшем байте F0h, в младшем байте 60h соответствует -40,00°C:

<b>ПОСЫЛКА:</b>	номер преобразователя	01h
	идентификатор команды	19h
	адрес регистра, старший байт	02h
	адрес регистра, младший байт	06h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi

<b>ОТВЕТ:</b>	номер преобразователя	01h
	идентификатор команды	19h
	содержимое регистра, старший байт	F0h
	содержимое регистра, младший байт	60h
	контрольная сумма, младший байт	crc_lo
	контрольная сумма, старший байт	crc_hi

### Адреса ячеек преобразователя

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
Относительная влажность при рабочем давлении, %	0001h	0200h	integer	2	× 100
	0029h		float	4	IEEE-754
Температура, °C	0002h	0202h	integer	2	signed × 100
	0041h		float	4	IEEE-754
Избыточное давление, кгс/см <sup>2</sup>	0003h	0204h	integer	2	signed × MUL
	0043h		float	4	IEEE-754
MUL	070Dh	1018h*	integer	2	1000 / 100
Температура точки росы/иней при рабочем давлении, °C	0004h	0206h	integer	2	signed × 100
	002Fh		float	4	IEEE-754
Массовая концентрация влаги при рабочем давлении, г/м <sup>3</sup>	0005h	0208h	integer	2	× 100
	0035h		float	4	IEEE-754
Относительная влажность (при 1 атм. абс.), %	0006h	020Ah	integer	2	× 100
	002Bh		float	4	IEEE-754
Относительная влажность (при 8 атм. абс.), %	0007h	020Ch	integer	2	× 100
	002Dh		float	4	IEEE-754
Точка росы/иней (при 1 атм. абс.), °C	0008h	020Eh	integer	2	signed × 100
	0031h		float	4	IEEE-754
Точка росы/иней (при 8 атм. абс.), °C	0009h	0210h	integer	2	signed × 100
	0033h		float	4	IEEE-754
Массовая концентрация влаги (при 1 атм. абс.), г/м <sup>3</sup>	000Ah	0212h	integer	2	× 1000
	0037h		float	4	IEEE-754

Назначение	адрес для 03h, 04h	адрес для 19h	тип данных	размер, байт	Примечание
Массовая концентрация влаги (при 8 атм. абс.), г/м <sup>3</sup>	000Bh	0214h	integer	2	× 1000
	0039h		float	4	IEEE-754
Молярная доля влаги (если преобр. находится при рабочем давлении 070Fh), ppm	003Bh		float	4	IEEE-754
Молярная доля влаги (если преобр. находится при 1 атм. абс.), ppm	003Dh		float	4	IEEE-754
Молярная доля влаги (если преобр. находится при 8 атм. абс.), ppm	003Fh		float	4	IEEE-754
Фиксированное значение избыточного рабочего давления газа, кгс/см <sup>2</sup>	070Fh	101Ch**	integer	2	× 1000
Напряжение питания, В	017h	022Ch	integer	2	× 100

\* – может быть записан командой 06h (см. выше);

\*\* – может быть записан командой 06h (см. выше), используется для расчета значений влажности, приведенных к абсолютным давлениям 1 и 8 атм. абс. (требуется перезапуск преобразователя).

### Расчёт значений, считываемых с преобразователя

Значение температуры точки росы/иней в градусах Цельсия, считанное из регистра с адресом 0004h, вычисляется следующим образом:

$$DP = 0,01 \cdot (256 \cdot \text{старший\_байт} + \text{младший\_байт})$$

Обратите внимание, что значение температуры точки росы/иней может являться отрицательным, используйте знаковое представление числа (signed integer).

### Примеры значений, считываемых с преобразователя

Значение измеренной преобразователем температуры точки росы/иней в °С, считанное из регистра с адресом 0004h, 16-битное целое число со знаком, выраженное в сотых долях °С. F060h – -40,00°С.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Таблица перевода объемных доли влаги в температуру точки росы/иней при нормальных условиях.**

Таблица перевода объемных доли влаги (ppmV) в температуру точки росы/иней (°C) при нормальных условиях (давление 760 мм рт.ст., температура 20 °C).

ppm, объемная доля	Температура точки росы/иней, °C	ppm, объемная доля	Температура точки росы/иней, °C	ppm, объемная доля	Температура точки росы/иней, °C
0,00159	-110	0,748	-78	63,1	-46
0,0025	-108	1,03	-76	79,9	-44
0,0039	-106	1,41	-74	101	-42
0,00601	-104	1,91	-72	127	-40
0,00917	-102	2,58	-70	159	-38
0,0138	-100	3,47	-68	198	-36
0,0207	-98	4,63	-66	246	-34
0,0308	-96	6,14	-64	304	-32
0,0452	-94	8,12	-62	375	-30
0,066	-92	10,7	-60	461	-28
0,0955	-90	13,9	-58	565	-26
0,137	-88	18,1	-56	690	-24
0,195	-86	23,5	-54	840	-22
0,276	-84	30,3	-52	1019	-20
0,387	-82	38,8	-50		-
0,54	-80	49,6	-48		-



## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ.....	1
2.	НАЗНАЧЕНИЕ И ОПИСАНИЕ.....	1
3.	ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	3
4.	СОСТАВ И КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ.....	5
5.	УСТРОЙСТВО И РАБОТА.....	6
6.	ОСОБЕННОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДВ2ТС(М)-1Т-4П-В .....	7
7.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	10
7.1.	ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ К ГАЗОВОЙ МАГИСТРАЛИ 10	
7.2.	ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ВНЕШНИМ УСТРОЙСТВАМ .....	12
7.3.	РАБОТА С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ MicroSetup.....	15
7.4.	МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.....	16
8.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	17
9.	ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ ..	18
10.	ВСТРОЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ .....	18
11.	ПОВЕРКА .....	19
12.	ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ (ПОСТАВЩИКА).....	19
13.	ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ.....	20
14.	СРОК СЛУЖБЫ.....	20
15.	УТИЛИЗАЦИЯ.....	20
16.	СВЕДЕНИЯ О ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ .....	20
17.	СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ.....	21
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАБОТА С ИНТЕРФЕЙСОМ MODBUS.....	22
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Таблица перевода объемных доли влаги в температуру точки росы/инейя при нормальных условиях.....	27

