

ТЕРМОАНЕМОМЕТР

ТТМ-2-04

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

И ПАСПОРТ

ТФАП.407282.004 РЭ



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ	4
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЯ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	4
3 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ	5
4 ПОДГОТОВКА ТЕРМОАНЕМОМЕТРА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И РАБОТА	8
5 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	9
6 МАРКИРОВАНИЕ, ПЛОМБИРОВАНИЕ, УПАКОВКА	10
7 ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	10
8 КОМПЛЕКТНОСТЬ	11
9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ	12
10 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	13
11 ДАННЫЕ О ПОВЕРКЕ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА.....	14
12 ДАННЫЕ О РЕМОНТЕ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	16
Свидетельство об утверждении типа средств измерений.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	17
методика поверки.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	21
Протокол обмена и команды управления	21
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	23
Работа по протоколу Modbus RTU и TCP.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации и паспорт являются документом, удостоверяющим основные параметры и технические характеристики преобразователя-термоанемометра ТТМ-2-04, далее – термоанемометра или ТТМ-2-04, в исполнениях ТТМ-2-04-01 и ТТМ-2-04-02.

Настоящее руководство по эксплуатации и паспорт позволяет ознакомиться с устройством и принципом работы термоанемометра и устанавливают правила его эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности к работе.

Термоанемометр выпускается согласно ТУ 4311-005-29359805-04, имеет свидетельство об утверждении типа средств измерений ОС.С.28.001.А № 39829/4 и зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 44377-10.

В конструкцию, внешний вид, электрические схемы и программное обеспечение термоанемометра могут быть внесены изменения, не ухудшающие его метрологические и технические характеристики, без предварительного уведомления.

Права на топологию всех печатных плат, схемные решения, программное обеспечение и конструктивное исполнение принадлежат изготовителю – АО «ЭКСИС». Копирование и использование – только с разрешения изготовителя.

В случае передачи термоанемометра на другое предприятие или в другое подразделение для эксплуатации или ремонта, настоящее руководство по эксплуатации и паспорт подлежат передаче вместе с термоанемометром.

1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

- 1.1 Термоанемометр предназначен для измерений скорости воздушного потока в жилых и производственных помещениях, системах кондиционирования, отопления и вентиляции.
- 1.2 Термоанемометр может применяться в различных технологических процессах в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве и других отраслях хозяйства.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЯ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- 2.1 Основные технические характеристики термоанемометра приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование параметра, единицы измерения	Значение
Диапазон измерения скорости воздушного потока, м/с	от 0,1 до 30
Диапазон индикации скорости воздушного потока, м/с	от 0,01 до 0,1
Погрешность измерения скорости воздушного потока, м/с, не более	$\pm (0,05 + 0,05V)$, где V – измеренная скорость потока, м/с
Напряжение питания термоанемометра постоянным током, В	от 12 до 30
Потребляемая термоанемометром мощность, Вт, не более	1,5
Цифровой интерфейс связи	RS-485
Длина линии связи RS-485, м, не более	1000
Аналоговый выходной сигнал, ток, мА (определяется при заказе, либо настраивается пользователем)	4...20; 0...20; 0..5
Допустимое сопротивление нагрузки аналогового выхода, Ом, не более	500
Габаритные размеры измерительного блока, мм, не более	90x85x35
Габаритные размеры измерительного зонда, мм	Ø11, L= 85, 160 (определяется при заказе)
Присоединительная резьба зонда	M16x1,5
Степень пылевлагозащиты корпуса термоанемометра	IP54
Масса термоанемометра, кг, не более	0,3
Средний срок службы, лет, не менее	5

- 2.2 Условия эксплуатации приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2

Наименование параметра, единицы измерения	Значение
Рабочие условия термоанемометра - температура воздуха, °C - относительная влажность, % (без конденсации влаги) - атмосферное давление, кПа	от - 40 до + 60 от 10 до 95 от 84 до 106
Рабочие условия соединительных кабелей - температура воздуха, °C - относительная влажность, % (без конденсации влаги) - атмосферное давление, кПа	от - 40 до + 60 от 10 до 95 от 84 до 106

ВНИМАНИЕ! Содержание механических и агрессивных примесей в окружающей и контролируемой среде (хлора, серы, аммиака, фосфора, мышьяка, сурьмы и их соединений), отравляющих элементы датчика, не должно превышать санитарные нормы согласно ГОСТ 12.1.005-88 и уровня ПДК.

3 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.1 Устройство термоанемометра

Термоанемометр изготавливается в металлическом корпусе, внутри которого располагается печатная плата. На верхней крышке измерительного блока располагается измерительный зонд, а на нижней разъем для подключения интерфейсного кабеля (для исполнения ТТМ-2-04-01 – четырех контактный РС-4, для исполнения ТТМ-2-04-02 – семи контактный РС-7); рисунок 3.1

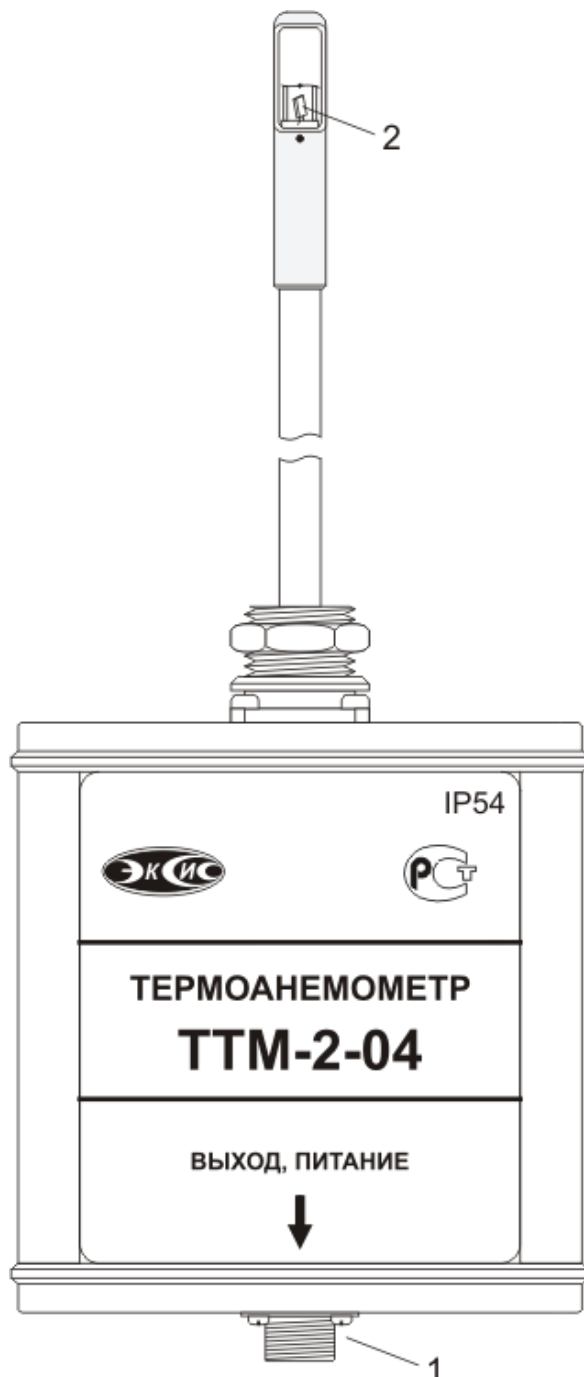


Рисунок 3.1 Вид термоанемометра

- 1 – разъём подключения
- 2 – сенсор скорости

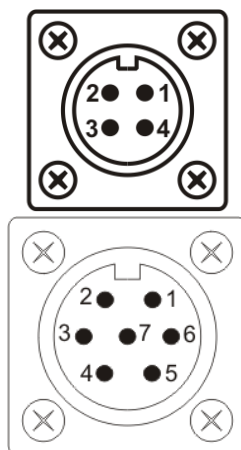


Рисунок 3.2 Цоколевка разъемов подключения
RS-4 и RS-7 сверху вниз

Цоколевка разъема подключения ТТМ-2-04-01

Таблица 3.1

Контакт №	Сигнал
1	Цифровой выход – сигнал В RS-485 интерфейса
2	Цифровой выход – сигнал А RS-485 интерфейса
3	Земля (–)
4	Питание (+)

Цоколевка разъема подключения ТТМ-2-04-02

Таблица 3.2

Контакт №	Сигнал
1	Земля (–)
2	Земля (–)
3	Аналоговый выход – токовый сигнал
4	Не задействован
5	Питание (+)
6	Цифровой выход – сигнал А RS-485 интерфейса
7	Цифровой выход – сигнал В RS-485 интерфейса

3.2 Принцип работы термоанемометра

3.2.1 Измерение скорости

Принцип работы термоанемометра основан на измерении температурного сопротивления нагретого терморезистора, охлаждаемого воздушным потоком. В качестве чувствительных элементов для измерения температуры и скорости потока воздуха используются миниатюрные платиновые терморезисторы.

3.2.2 Цифровой интерфейс связи

С помощью цифрового интерфейса из термоанемометра могут быть считаны текущие значения измерения, изменены настройки термоанемометра. Термоанемометр может работать с компьютером или иными контроллерами по RS-485 интерфейсу. Протокол обмена с термоанемометром приведен в **ПРИЛОЖЕНИИ В**. Скорость обмена устанавливается на этапе производства равной 4800 бит/с и может быть изменена по заказу в пределах от 1200 до 9600 бит/с.

3.2.3 Аналоговый выходной сигнал

В исполнении ТТМ-2-04-02 термоанемометр преобразовывает скорость воздушного в унифицированный электрический выходной сигнал постоянного тока, подаваемый на внешний разъем. Диапазон выходного сигнала и границы изменений настраиваются на этапе производства или могут быть изменены пользователем с помощью прилагаемого программного обеспечения. Формулы пересчета тока в скорость приведены ниже:

$$V = \frac{It - 4}{16} * (V_{\max} - V_{\min}) + V_{\min}, \text{ м/с для выходного тока } 4 \dots 20 \text{ мА},$$

$$V = \frac{It}{20} * (V_{\max} - V_{\min}) + V_{\min}, \text{ м/с для выходного тока } 0 \dots 20 \text{ мА},$$

$$V = \frac{It}{5} * (V_{\max} - V_{\min}) + V_{\min}, \text{ м/с для выходного тока } 0 \dots 5 \text{ мА}.$$

Где It – измеренное миллиамперметром значение тока, мА; $V_{\max}$ и $V_{\min}$ – соответственно верхнее и нижнее значения диапазона измерения скорости потока.

4 ПОДГОТОВКА ТЕРМОАНЕМОМЕТРА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ И РАБОТА

- 4.1 Извлечь термоанемометр из упаковочной тары. Если термоанемометр внесен в теплое помещение из холодного, необходимо дать термоанемометру прогреться до комнатной температуры в течение 2-х часов.
- 4.2 Изготовить интерфейсный кабель в зависимости от предполагаемого метода получения данных измерений (по цифровому или аналоговому интерфейсам) в соответствии с таблицами № 3.1, 3.2.
- 4.3 Если предполагается использование термоанемометра в воздуховоде - установить фланец с резьбой M16x1,5 для крепления термоанемометра на воздуховоде.
- 4.4 Установить термоанемометр в место измерения так чтобы точка на головке зонда была направлена навстречу воздушному потоку, рисунок 4.1

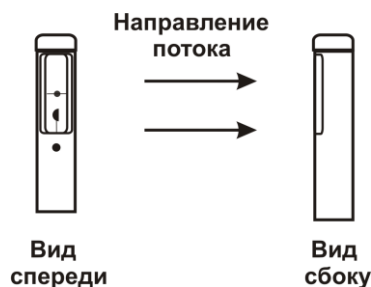


Рисунок 4.1 Правильная установка зонда в потоке

- 4.5 При комплектации термоанемометра диском с программным обеспечением, установить его на компьютер.
- 4.6 Подключить интерфейсный кабель к термоанемометру и считывающему устройству.
- 4.7 При включении термоанемометра осуществляется предварительный прогрев и тестирование в течение 20 секунд.
- 4.8 При работе по цифровому интерфейсу производить опрос термоанемометра с частотой не чаще раза в секунду.
- 4.9 После использования термоанемометра отключить от него интерфейсный кабель.
- 4.10 Для подтверждения технических характеристик изделия необходимо ежегодно производить поверку термоанемометра. Методика поверки приведена в **ПРИЛОЖЕНИИ Б** настоящего паспорта.
- 4.11 Рекомендуется ежегодно проводить сервисное обслуживание прибора на заводе-изготовителе.

5 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица 5.1

Неисправность, внешнее проявление	Дополнительный признак	Возможная причина	Способ устранения
Нет обмена с компьютером		Неправильные установки в программе	Установить значения сетевого адреса, скорости обмена, СОМ-порта, тип термоанемометра
		Неверно смонтирован или поврежден интерфейсный кабель	Проверить кабель
Нет аналогового сигнала		Неверно смонтирован или поврежден интерфейсный кабель	Проверить кабель

6 МАРКИРОВАНИЕ, ПЛОМБИРОВАНИЕ, УПАКОВКА

- 6.1** На передней панели измерительного блока нанесена следующая информация:
- наименование термоанемометра
 - товарный знак предприятия-изготовителя
 - знак утверждения типа
- 6.2** На задней панели измерительного блока указывается:
- заводской номер и дата выпуска
- 6.3** Пломбирование термоанемометра выполняется:
- у измерительного блока термоанемометра - с нижней стороны корпуса в одном, либо в двух крепежных винтах.
- 6.4** Термоанемометр и его составные части упаковываются в упаковочную тару – картонную коробку, ящик, чехол или полиэтиленовый пакет.

7 ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

- 7.1** Термоанемометры хранят в картонной коробке, в специальном упаковочном чехле или в полиэтиленовом пакете в сухом проветриваемом помещении, при отсутствии паров кислот и других едких летучих веществ, вызывающих коррозию, при температуре от плюс 5 до плюс 40 °С и относительной влажности от 30 до 80 %.
- 7.2** Транспортирование допускается всеми видами транспорта в закрытых транспортных средствах, обеспечивающих сохранность упаковки, при температуре от минус 50 °С до плюс 50 °С и относительной влажности до 98 % при температуре 35 °С.

8 КОМПЛЕКТНОСТЬ

8.1 Комплектность поставки термоанемометра приведена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Наименование комплектующих изделий, программного обеспечения, документации		Кол-во
1 ⁽¹⁾	Термоанемометр ТТМ-2-04 – возможны следующие варианты исполнения	1 шт.
1.1	Термоанемометр ТТМ-2-04-01	
1.2	Термоанемометр ТТМ-2-04-02	
2	Ответный разъем для интерфейсного кабеля	1 шт.
3	Контргайка Ш19х4 М16х1,5	1 шт.
4 ⁽²⁾	Диск с программным обеспечением	1 шт.
5 ⁽²⁾	Упаковочный чехол	1 шт.
6	Поверка	1 экз.
7	Руководство по эксплуатации и паспорт	1 экз.

(1) – вариант исполнения определяется при заказе

(2) – позиции поставляются по специальному заказу

9 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

9.1 Термоанемометр ТТМ-2-04-____ зав. № _____ изготовлен в соответствии с ТУ 4311-005-29359805-04 и комплектами конструкторской документации ТФАП.407282.004-03, ТФАП.407282.004-04, ТФАП.407282.004-05, ТФАП.407282.004-06, ТФАП.407282.004-08 и признан годным для эксплуатации.

9.2 Поставляемая конфигурация:

Название комплектующей части	Тип	Количество
Ответный разъем к интерфейсному кабелю		
Упаковочный чехол		
Программное обеспечение, CD-диск или USB-накопитель		
Свидетельство о поверке №		

9.3 Заводские настройки аналогового выхода:

Параметр	Диапазон	Ток
Скорость потока, м/с		☐ 4...20мА, ☐ 0...20мА, ☐ 0...5мА

Дата выпуска _____ 202 г.

Представитель ОТК _____

Дата продажи _____ 202 г.

Представитель изготовителя _____

МП.

АО "ЭКСИС"
✉ 124460 Москва, Зеленоград, а/я 146
☎ Тел/Факс (800) 707-75-45,
(499) 731-10-00, (499) 731-77-00
(495) 651-06-22, (495) 506-58-35
E-mail: eksis@eksis.ru
Web: www.eksis.ru

10 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

- 10.1** Изготовитель гарантирует соответствие термоанемометра требованиям ТУ 4311-005-29359805-04 при соблюдении потребителем условий эксплуатации, хранения и транспортирования.
- 10.2** Гарантийный срок эксплуатации термоанемометра – 12 месяцев со дня продажи.
- 10.3** В случае выхода термоанемометра из строя в течение гарантийного срока при условии соблюдения потребителем условий эксплуатации, хранения и транспортирования изготовитель обязуется осуществить его бесплатный ремонт.
- 10.4** В случае проведения гарантийного ремонта гарантия на прибор продлевается на время ремонта, которое отмечается в листе данных о ремонте прибора.
- 10.5** Доставка прибора изготовителю осуществляется за счет потребителя. Для отправки прибора в ремонт необходимо: упаковать прибор надлежащим образом во избежание повреждений при его транспортировке; вместе с сопроводительным письмом, оформленным на фирменном бланке, с указанием полных реквизитов, контактной информацией (контактный телефон, e-mail, контактное лицо), целей отправления прибора и описанием неисправностей (при их наличии) привезти лично либо отправить любой транспортной компанией в офис предприятия-изготовителя по адресу: 124460, г. Москва, г. Зеленоград, проезд 4922-й, дом 4, строение 2, пом. I, ком.25г.
Адрес для отправлений ФГУП «Почта России»: 124460, г. Москва, г. Зеленоград, а/я 146.
- 10.6** Гарантия изготовителя не распространяется и бесплатный ремонт не осуществляется:
1. в случаях если в документе «Руководство по эксплуатации и паспорт» отсутствуют или содержатся изменения (исправления) сведений в разделе «Сведения о приемке»;
 2. в случаях внешних или внутренних повреждений (механических, термических и прочих) прибора, разъемов, кабелей, сенсоров;
 3. в случаях нарушений пломбирования прибора, при наличии следов несанкционированного вскрытия и изменения конструкции;
 4. в случаях загрязнений корпуса прибора или датчиков;
 5. в случаях выхода из строя прибора или датчиков в результате работы в среде недопустимо высоких концентраций активных газов;
- 10.7** Периодическая поверка термоанемометра не входит в гарантийные обязательства изготовителя.
- 10.8** Изготовитель осуществляет платный послегарантийный ремонт и сервисное обслуживание прибора.
- 10.9** Гарантия изготовителя на выполненные работы послегарантийного ремонта, составляет шесть месяцев со дня отгрузки прибора. Гарантия распространяется на замененные/отремонтированные при послегарантийном ремонте детали.
- 10.10** Рекомендуются ежегодно проводить сервисное обслуживание прибора на заводе-изготовителе.
- 10.11** Изготовитель не несет гарантийных обязательств на поставленное оборудование, если оно подвергалось ремонту или обслуживанию в не сертифицированных изготовителем сервисных структурах.

11 ДАННЫЕ О ПОВЕРКЕ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА

Таблица 11.1

Дата поверки	Контролируемый параметр	Результат поверки (годен, не годен)	Дата следующей поверки	Наименование органа, проводившего поверку	Подпись и печать (клеймо) поверителя

12 ДАННЫЕ О РЕМОНТЕ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА

Таблица 12.1

Дата поступления	Неисправность	Выполненные работы	Дата завершения ремонта

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Свидетельство об утверждении типа средств измерений


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО
об утверждении типа средств измерений

ОС.С.28.001.А № 39829/4

Срок действия до **12 марта 2025 г.**

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Термоанемометры ТТМ-2

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
**Акционерное общество "Экологические сенсоры и системы" ("ЭКСИС"),
г. Москва, г. Зеленоград**

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № **44377-10**

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
МП 2550-0133-2010

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ **1 год**

Свидетельство об утверждении типа продлено приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от **12 марта 2020 г. № 507**

Описание типа средств измерений является обязательным приложением к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства

А.В.Кулешов



"16" 03 2020 г.

Серия СИ

№ 043729

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Методика поверки

Настоящая методика поверки распространяется на термоанемометры ТТМ-2 (модификации ТТМ-2-01, ТТМ-2-02, ТТМ-2-03, ТТМ-2-04, ТТМ-2/4-05, ТТМ-2/Х-06), в дальнейшем - термоанемометры, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки. Межповерочный интервал - 1 год.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.
Таблица 1.

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения операции при поверке	
			Первичная	Периодическая
1	Внешний осмотр.	7.1.	Да	Да
2	Опробование.	7.2.	Да	Да
3	Проверка электрического сопротивления изоляции (для модификации ТТМ-2/Х-06 в пластмассовом корпусе).	7.3.	Да	Да
4	Проверка переходного сопротивления заземления термоанемометра (для модификаций ТТМ-2/4-05, ТТМ-2/Х-06 в металлическом корпусе).	7.4.	Да	Да
5	Определение абсолютной погрешности при измерении скорости воздушного потока.	7.5.	Да	Да
6	Оформление результатов поверки.	8	Да	Да

1.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2.

№ п/п	Наименование и обозначение средства поверки	Метрологические характеристики	Номер пункта методики поверки
1	Мегаомметр М4100/3 ТУ 25-04.2131-78	Предел измерений 100 МОм, класс точности 1,0	7.3
2	Источник токов и напряжений ИТН-1	Ток не менее 25 А	7.4.
3	Вольтметр универсальный цифровой В7-27, ТУ Тг2.710.005-08	Класс точности 0,25	7.4
4	Эталонная аэродинамическая установка АДС-700/100	Диапазон воспроизведений скоростей воздушного потока: (0,1-100) м/с, погрешность $\pm(0,01+0,01V)$, где V - значения скорости воздушного потока, м/с	7.5

Продолжение таблицы 2.

1	2	3	4
---	---	---	---

5	Барометр-анероид контрольный БАММ-1 ТУ-25-04-1618-72	Верхний предел измерений 106,7 кПа Погрешность измерений $\pm 0,2$ кПа	5.1
6	Термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 215-73	Диапазон измерений от 0 до 50 оС Погрешность измерений $\pm 0,2$ °С	5.1
7	Термогигрометр ИВТМ-7 По ТУ4311-001-29359805-01	Диапазон измерений относительной влажности от 2 до 98 % Погрешность измерений ± 2 %	5.1
8	Секундомер СДПр-1-2-000, ТУ25-1819.0021-90	Погрешность измерений $\pm 0,2$ с	7.5

Примечание - Допускается оборудование и средства поверки заменять аналогичными, обеспечивающими требуемую точность измерений.

2.2. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены в соответствии с ПР50.2.006-94 и иметь действующие свидетельства о поверке.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1. К проведению поверки допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию и право проведения поверки средств измерений скорости воздушного потока, а также изучившие настоящую методику поверки.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Во время подготовки и проведения поверки должны соблюдаться правила безопасной работы, установленные в эксплуатационной документации на средства поверки (таблица 2).

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

5.1. Все операции поверки проводят в нормальных климатических условиях:
температура окружающего воздуха и поверочной среды, °С $20 \pm 0,5$;
относительная влажность воздуха в диапазоне, % от 30 до 80;
атмосферное давление в диапазоне, кПа (мм рт.ст.) от 97,3 до 101,3 (от 730 до 760)

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1. Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с принципом действия термоанемометров по описанию, приведенному в руководстве по эксплуатации.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр.
При внешнем осмотре должно быть установлено:

- Отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность и метрологические характеристики термоанемометров;
- Наличие четких надписей и маркировки на корпусах термоанемометров.

7.2. Опробование.

Опробование термоанемометров производится в соответствии с Руководством по эксплуатации на каждый конкретный термоанемометр.

7.3. Проверка электрического сопротивления изоляции.

Проверка электрического сопротивления изоляции для термоанемометра ТТМ-2/Х-06 в пластмассовом корпусе проводится по ГОСТ 12997-84, мегаомметром с рабочим напряжением 500 В.

Проверка производится при включенной кнопке “Сеть”. Мегаомметр подключается между корпусом и сетевыми клеммными контактами. Отсчет показаний должен производиться через 1 мин после приложения измерительного напряжения к термоанемометру. Термоанемометр считается выдержавшим проверку, если электрическое сопротивление изоляции не менее 40 МОм.

7.4. Проверка переходного сопротивления заземления.

Проверку переходного сопротивления заземления для термоанемометров ТТМ-2/4-05, ТТМ-2/Х-06 в металлическом корпусе проводят по ГОСТ Р 51350-99 путем пропускания тока 25А и измерения падения напряжения, с последующим вычислением величины сопротивления по формуле: $R = U/I$, где U – напряжение, I – ток.

Ток пропускают между зажимом защитного заземления термоанемометра и каждой из токопроводящих частей корпуса термоанемометра.

Термоанемометр считается выдержавшим проверку, если максимальная величина переходного сопротивления не превышает 0,1 Ом.

7.5. Проверка абсолютной погрешности при измерении скорости воздушного потока.

Проверку абсолютной погрешности термоанемометра осуществлять с помощью эталонной аэродинамической установки АДС-700/100 в следующей последовательности:

7.5.1. Подготовить термоанемометр к проведению проверки согласно Руководству по эксплуатации.

7.5.2. Включить термоанемометр.

7.5.3. Поместить зонд термоанемометра в рабочую зону аэродинамической трубы эталонной установки АДС-700/100.

7.5.4. Задать в аэродинамической трубе воздушный поток со скоростью 0,1 м/с.

7.5.5. Далее зарегистрировать не менее трех показаний термоанемометра в течение 30-40 с. Снятие показаний термоанемометра начинать не ранее, чем за 10 с после установления скорости.

7.5.6. После снятия показаний вычислить среднее арифметическое значение показаний термоанемометра по следующей формуле: $V_{ср.} = (V_1 + V_2 + V_3)/3$, где V_1, V_2, V_3 – показания термоанемометра (значение скорости), соответственно при первом, втором и третьем измерении.

7.5.7. Определить для текущей скорости абсолютную погрешность термоанемометра по формуле: $\Delta V_{осн} = V_{ср.} - V_0$, где $V_{ср.}$ – среднее арифметическое значение показаний термоанемометра, V_0 – скорость воздушного потока эталонной аэродинамической установки. Рассчитанное значение не должно превышать значения: $\Delta V = \pm(0,05 + 0,05 \cdot V)$, где V – заданная скорость воздушного потока.

7.5.8. Повторить пункты 7.5.4-7.5.7 для скоростей: (0,2±0,02); (2,0±0,2); (5,0±0,5); (10±1,0); (20±1,0); (30±1,0) м/с.

7.5.9. Для многоканальных термоанемометров – ТТМ-2/4-05, ТТМ-2/Х-06 аналогичные измерения проводятся для всех измерительных преобразователей, входящих в их состав.

7.5.10. Термоанемометр считают прошедшим проверку, если абсолютная погрешность не превышает значения ΔV . Соответственно многоканальные термоанемометры считаются прошедшими проверку, если для каждого, входящего в их состав преобразователя, абсолютная погрешность не превышает допустимого значения ΔV .

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте (раздел “Свидетельство о приемке”), заверенной поверителем и удостоверенной оттиском клейма.

8.2. Положительные результаты периодической поверки термоанемометра оформляют выдачей свидетельства о поверке установленного образца.

8.3. При отрицательных результатах поверки термоанемометр бракуют с выдачей извещения о непригодности с указанием причин непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Протокол обмена и команды управления

Протокол обмена строится по принципу ведущий – ведомый в полудуплексном режиме. Термоанемометр всегда является ведомым устройством. Ведущее устройство (компьютер, блок индикации или другое) формирует команду – запрос, а термоанемометр – ответ. Каждый запрос содержит:

- 1) символ начала послышки ведущего устройства;
- 2) адрес ведомого устройства;
- 3) обозначение команды;
- 4) данные, формат которых зависит от типа команды;
- 5) контрольная сумма;
- 6) символ окончания послышки.

Каждый ответ содержит:

- 1) символ начала послышки ведомого устройства;
- 2) адрес ведомого устройства;
- 3) обозначение команды;
- 4) данные, формат которых зависит от типа команды;
- 5) контрольная сумма;
- 6) символ окончания послышки.

Время ожидания ответа не более 300 мс. Обмен осуществляется 10-ти битными словами, каждое из которых состоит из: 1 старт – бит, 1 стоп – бит, 8 информационных бит. Восемь информационных бит слова составляют символ. Для обмена используются ASCII символы.

Принятые условные обозначения:

Обозначение	Описание
\$	Зарезервированный символ начала послышки (1 байт) ведущего устройства.
!	Зарезервированный символ начала послышки (1 байт) ведомого устройства в случае верного выполнения команды.
?	Зарезервированный символ начала послышки (1 байт) ведомого устройства в случае ошибки выполнения команды.
[Addr]	Адрес устройства (4 символа), четырехразрядное шестнадцатеричное число, каждая цифра которого передается текстовым ASCII – символом. Первой передается старшая цифра шестнадцатеричного числа, далее в порядке убывания старшинства остальные цифры. Допустимые значения от 0001h до FFFDh. Адрес FFFFh является общим для термоанемометров. Каждое ведомое устройство обрабатывает команды по двум адресам: 1) FFFFh; 2) изменяемый, назначенный для конкретного экземпляра термоанемометра.
[ch]	Контрольная сумма (2 символа), двухразрядное шестнадцатеричное число, каждая цифра которого передается текстовым ASCII – символом. Первой передается старшая цифра шестнадцатеричного числа. Контрольная сумма вычисляется сложением по модулю 256 всех предыдущих кодов ASCII – символов послышки.
(0Dh)	Зарезервированный символ окончания послышки (1 байт), имеющий шестнадцатеричный код: 0Dh. Для ведущего и ведомого устройств символы конца послышки совпадают.

Описание форматов данных

Обозначение	Описание
Unsigned short int	Целое беззнаковое число, 2 байта, согласно ANSI Unsigned short int. Передается с помощью четырех текстовых ASCII – символов. Каждый байт числа разбивается на два нибла, каждый из которых передается шестнадцатеричной цифрой в кодировке текстовых ASCII – символов. Первым передается старший нибл. Порядок передачи байт обратный. Например, число 4660 = 1234h передается ASCII - символами в следующем порядке: 3, 4, 1, 2.
Float	Число с плавающей запятой, 4 байта, согласно ANSI Float. Передается с помощью восьми текстовых ASCII – символов. Каждый байт числа разбивается на два нибла, каждый из которых передается шестнадцатеричной цифрой в кодировке текстовых ASCII – символов. Первым передается старший нибл. Порядок передачи байт обратный. Например, число 1.23 передается ASCII - символами в следующем порядке: A, 4, 7, 0, 9, D, 3, F.

Описание команд управления.

Команда чтения скорости потока:

Формат запроса: \$[Addr]RR000004[ch](0Dh)

Ответ в случае верного выполнения команды: ![Addr]RR[Float] [ch](0Dh)

Ответ в случае ошибки выполнения команды: ?[Addr]RR[ch](0Dh)

Команда чтения температуры потока:

Формат запроса: \$[Addr]RR000404[ch](0Dh)

Ответ в случае верного выполнения команды: ![Addr]RR[Float] [ch](0Dh)

Ответ в случае ошибки выполнения команды: ?[Addr]RR[ch](0Dh)

Команда чтения скорости и температуры потока:

Формат запроса: \$[Addr]RR000008[ch](0Dh)

Ответ в случае верного выполнения команды: ![Addr]RR[Float-V] [Float-T] [ch](0Dh)

Ответ в случае ошибки выполнения команды: ?[Addr]RR[ch](0Dh)

Команда запроса сетевого адреса прибора:

Формат запроса: \$FFFFGAC4(0Dh)

Ответ в случае верного выполнения команды: !FFFGA[Addr] [ch](0Dh)

Ответ в случае ошибки выполнения команды: ?FFFGA[ch](0Dh)

Команда изменения (установки) сетевого адреса прибора:

Формат запроса: \$[Addr1]SA[Addr2] [ch](0Dh)

Ответ в случае верного выполнения команды: ![Addr1]SA[ch](0Dh)

Ответ в случае ошибки выполнения команды: ?[Addr1]SA[ch](0Dh)

[Addr1] – старый адрес прибора

[Addr2] – новый адрес прибора

Прибор переходит на новый адрес после выдачи ответа.

Примеры:

Запрос чтения скорости и температуры потока термоанемометра с адресом 0001:

\$0001RR000008B1[0d]

Ответ устройства с адресом 0001 (скорость потока 20 м/с, температура 20 гр.Ц.)

!0001RR0000A0410000A041B2[0d]

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Работа по протоколу Modbus RTU и TCP

Чтение данных осуществляется функцией 0x04. Количество одновременно читаемых регистров – не более 32-х. При чтении измерений количество регистров и адрес первого из них должно быть кратно 2. Формат измерений – float (4 байта), данных об ошибках – unsigned int (2 байта).

Данные измерений.

На 1 параметр измерения приходится 2 регистра: в регистре с младшим номером хранится старшая часть числа (high word), в регистре с большим номером – младшая часть числа (low word). Измерительный канал включает в себя 2 параметра измерения, на каждый из которых приходится 2 регистра, см. таблицу 1.

Таблица 1 *Параметры измерительного канала TTM-2*

Номер параметра измерения	TTM-2
1	Скорость, м/с
2	Температура, °C

В регистрах 0 и 1 находится значение первого параметра первого канала, в 2 и 3 – второго параметра и т.д

Данные об ошибках параметров измерения.

Данные и ошибки размещены подряд и следуют за последним регистром данных измерений. На 1 значение приходится 1 регистр. Нормальное состояние слова – нулевое значение, иначе – присутствует ошибка.

Для рассмотренного ниже примера в регистре 5 находится слово ошибок, см таблицу 3.

Поддерживаемые стандартные коды ошибок Modbus:

- 0x01 – функция не поддерживается
- 0x02 – неверный адрес данных – запрошенных параметров не существует, либо запрошенный номер регистра измерений не кратно 2
- 0x03 – неверное значение данных – количество запрашиваемых регистров измерений не кратно 2

Формат слова ошибок (может присутствовать несколько типов ошибок):

- Бит 0 – ошибка связи с преобразователем
- Бит 1 – нарушение нижней границы измерения
- Бит 2 – нарушение верхней границы измерения
- Бит 4 – внутренняя ошибка преобразователя
- Бит 5 – ошибка пересчёта
- Бит 6 – комплексная ошибка
- Бит 7 – ошибка вычисляемого параметра

Таблица 2, регистры измерений

Прибор	Канал	Параметр измерения	№ параметра	Регистры
TTM-2	Канал 1	Скорость, м/с	1	0000 0001
		Температура, °C	2	0002 0003

Таблица 3, регистры ошибок

Прибор	Регистры
TTM-2	Ошибка 0004