



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОННО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ»
АО «НИИЭМП»

МИКРООММЕТР ТС-2

Руководство по эксплуатации

РУКЮ 411212.039 РЭ



РОССИЯ



Пенза

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) содержит сведения, необходимые для эксплуатации микроомметра ТС-2 (далее - омметра). Эти сведения включают информацию о назначении и области применения омметра, составе и принципе его действия, техническому обслуживанию, подготовке и порядке работы.

Персонал, эксплуатирующий омметр, должен иметь квалификационную группу по ПТБ не ниже 3.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его технико-эксплуатационные параметры, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отражённые в настоящем документе.

1 Описание и работа

1.1 Назначение и область применения.

1.1.1 Омметр предназначен для измерения в лабораторных или цеховых условиях электрического сопротивления постоянному току.

1.1.2 Нормальные условия эксплуатации омметра приведены в таблице 1.1:

Таблица 1.1

Температура воздуха окружающей среды, °С	от 15 до 25
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 84 до 106 (630–795)
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Напряжение сети питания, В	от 215,6 до 224,4
Частота источника питания, Гц	от 49 до 51

1.1.3 Рабочие условия эксплуатации омметра приведены в таблице 1.2:

Таблица 1.2

Температура воздуха окружающей среды, °С	от 15 до 25
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 84 до 106 (630–795)
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Напряжение сети питания, В	от 215,6 до 224,4
Частота источника питания, Гц	от 49 до 51

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Единица младшего разряда, значение измерительного тока, пределы основной погрешности омметра и время измерения при измерении электрического сопротивления на соответствующих пределах измерений приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Пределы измерений	Единица младшего разряда (емр)	Пределы допускаемой основной погрешности, %	Измерительный ток, А, не более	Время измерения, с, не более
100 мкОм	1 нОм	$\pm \left(0,1 + 0,1 \cdot \left(\frac{R_{\text{п}}}{R_x} - 1 \right) \right)$	10	4
1 мОм	10 нОм	$\pm \left(0,05 + 0,01 \cdot \left(\frac{R_{\text{п}}}{R_x} - 1 \right) \right)$	10	4
10 мОм	100 нОм		10	4
100 мОм	1 мкОм		1	4
1 Ом	10 мкОм		1	2
10 Ом	100 мкОм		0,001	2

100 Ом	1 МОм	$\pm \left(0,05 + 0,01 \cdot \left(\frac{R_{\text{п}}}{R_{\text{x}}} - 1 \right) \right)$	0,001	2
1 кОм	10 МОм		0,0001	2
10 кОм	100 МОм		0,0001	2

Примечание - Пределы допускаемой основной приведенной погрешности приведены без учета подключения интерфейсным кабелем к ПК

1.2.2 Время установления рабочего режима омметра – 30 минут.

1.2.3 Омметр обеспечивает технические характеристики в соответствии с таблицей 1.3 в рабочих условиях применения при проведении измерений в течении не более 5 минут на пределах 1 МОм и 100 мкОм (на остальных пределах измерения – без ограничения).

1.2.4 Продолжительность непрерывной работы омметра от сети без времени установления рабочего режима не менее 16 ч. Время перерыва до повторного включения не менее 5 мин.

1.2.5 Омметр соответствует I классу защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током по ГОСТ Р МЭК 536.

1.2.6 Изоляция омметра в нормальных условиях применения выдерживает в течение 1 мин без пробоя и перекрытия изоляции действие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц и действующим значением 1,5 кВ между замкнутыми штырями вилки сетевого кабеля и любым входным измерительным разъемом омметра.

1.2.7 Сопротивление изоляции между замкнутыми штырями вилки сетевого кабеля и заземляющим зажимом омметра в нормальных условиях применения не менее 20 МОм.

1.2.8 Сопротивление между заземляющим зажимом омметра и заземляющим контактом разъема подключения кабеля сетевого питания не более 0,1 Ом.

1.2.9 Степень защиты оболочки омметра по ГОСТ 14254 IP40. Категория монтажа I, степень загрязнения 1.

1.2.10 Максимальная мощность потребления омметра от сети электропитания во время измерения не более 60 В·А.

1.2.11 Питание омметра осуществляется от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В частотой (50 ± 1) Гц.

1.2.12 Габаритные размеры омметра (без входного кабеля) приведены в таблице 1.4:

Таблица 1.4

Наименование	Значение
Длина, мм, не более	330
Ширина, мм, не более	300
Высота, мм, не более	150

1.2.11 Габаритные размеры омметра в упаковке приведены в таблице 1.5:

Наименование	Значение
Длина, мм, не более	400
Ширина, мм, не более	350
Высота, мм, не более	250

1.2.13 Масса омметра не более 3,2 кг.

1.2.14 Масса омметра в полной комплектности в транспортной таре не более 4 кг.

1.2.15 Комплект поставки омметра приведен в таблице 1.6:

Таблица 1.6:

Наименование составной части	Количество, шт
1 Микроомметр ТС-2РУКЮ 411212.039	1
2 Кабель сетевого питания длиной 3 м	1

3 Кабель интерфейсный интерфейсный для подключения к ПК РУКЮ.685641.029	1
4 Кабель измерительный РУКЮ.685641.006	1
5 «Микроомметр ТС-2. Руководство по эксплуатации РУКЮ.411212.039 РЭ»	1
6 Ящик упаковочный	1

Примечание -омметр может комплектоваться кабелем измерительным с контакторами, конструкция которых согласовывается с потребителем.

1.2.16 При соблюдении правил эксплуатации, изложенных в настоящем руководстве по эксплуатации, ориентировочный срок службы омметра составляет 10 лет.

1.3 Устройство и работа

1.3.1 Принцип работы омметра основан на измерении сопротивления методом амперметра-вольтметра при протекании через контролируемый объект постоянного измерительного тока.

1.3.2 Измерение осуществляется по четырехпроводной схеме.

1.3.3 Омметр имеет возможность обмена данными и управления с ПЭВМ через стандартный интерфейс RS-232. Описание протокола обмена данными омметра приведено в приложении А.

1.3.4 На лицевой панели омметра(рисунок 1) расположены:

- 1 – переключатель «СЕТЬ» сетевого питания;
- 2 – гнездаподключения измерительного кабеля;
- 3 – табло отображения предела и результата измерения;
- 4 иб – кнопки «▲» и «▼» выбора предела измерения;
- 5 - кнопка «ПУСК/СТОП» управления режимами работы.

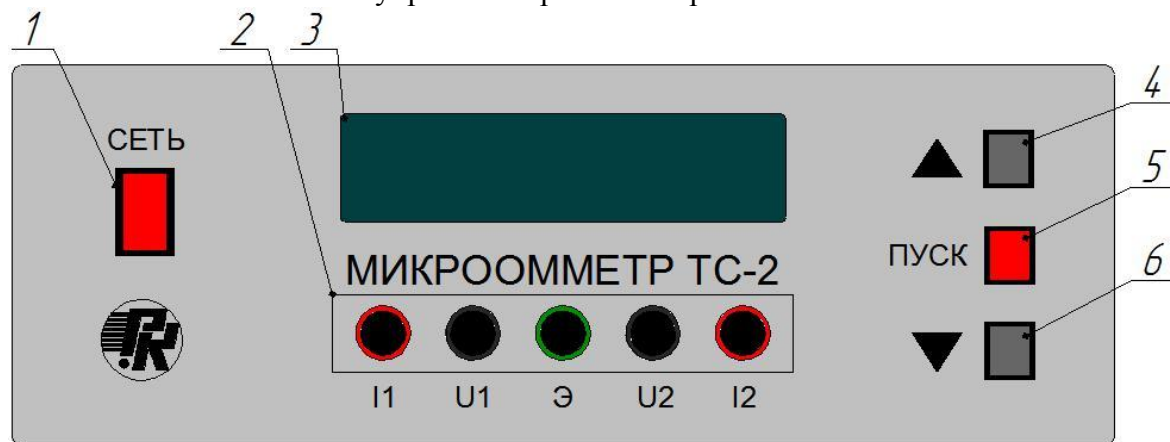


Рисунок 1

1.3.5 На задней панели омметра (рисунок 2) расположены:

- 1 – радиатор;
- 2 – разъем интерфейса RS-232;
- 3 – клемма защитного заземления;
- 4 – разъём сетевого питания (с колодкой плавкого предохранителя).

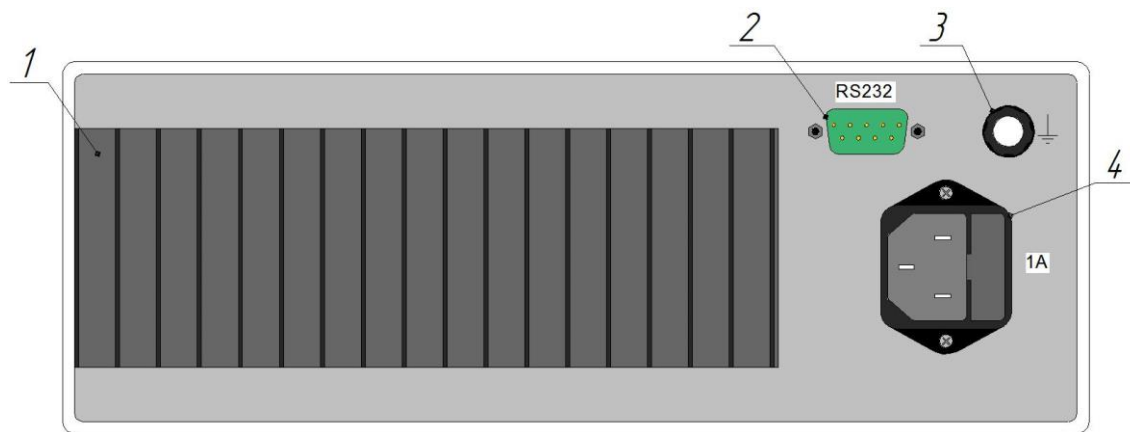


Рисунок 2

1.3.6 Омметр имеет пластиковый корпус и ручку для переноски.

2 Указание мер безопасности

ВНИМАНИЕ!

Запрещается подключать измерительные цепи омметра к объектам, находящимся под напряжением, или к незаземленным объектам, способным накапливать большой статический заряд.

2.1 Работу с омметром должен проводить персонал, прошедший обучение в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004 и имеющий квалификационную группу по правилам техники безопасности не ниже 3.

2.2 При работе с омметром обслуживающий персонал должен соблюдать общие требования по технической эксплуатации измерительных приборов, установленные ГОСТ 12.3.019.

2.3 Омметр снабжён сетевой вилкой с заземляющим контактом. При подключении вилки сетевого питания омметра к розетке, не имеющей заземляющего контакта необходимо перед работой подключить медным проводом сечением не менее $1,5 \text{ мм}^2$ зажим защитного заземления блока измерительного (поз. 3 на рисунке 2) к заземляющему контуру.

2.4 Предохранитель, находящийся в сетевом разьеме (поз.4 на рисунке 2), заменять только после отключения сетевого шнура омметра от сети $\sim 220 \text{ В}$.

3 Подготовка к работе

3.1 Установить омметр на горизонтальной поверхности вблизи мест заземления.

Примечание - при работе исключить попадание внутрь корпуса прибора влаги, загрязнений и т.п.

3.2 Подключить омметр в соответствии с п. 2 настоящего руководства по эксплуатации к шине заземления.

3.3 Подключить кабель измерительный к разьему (поз. 2 на рисунке 1).

3.4 Соединить колодку кабеля сетевого питания с разьёмом (поз. 4 на рисунке 2) омметра.

3.5 Подключить вилку сетевого кабеля омметра к сети $\sim 220 \text{ В}$.

4 Порядок работы

4.1 Включить омметр, установив переключатель «СЕТЬ» в положение «Включено». При этом прибор устанавливается в режим выбора предела измерения и на табло индицируется сообщение «Выбор предела 10 кОм».

4.2 Подключить измерительный кабель к объекту измерения в соответствии с маркировкой токовых и потенциальных контактов.

Примечание - при подключении необходимо обеспечивать надёжный контакт цепей входного кабеля с объектом измерения.

4.3 Кнопками «▲» или «▼» (поз. 4 и 6 на рисунке 1) выбрать необходимый предел измерения.

4.4 Нажатием кнопки «ПУСК» (поз. 5 на рисунке 1) перевести омметр в режим измерения. Для выхода из режима измерения в режим выбора предела измерения необходимо повторно нажать кнопку «ПУСК».

5 Возможные неисправности и способы их устранения

Перечень возможных неисправностей омметра приведен в таблице 5.1:

Таблица 5.1

Наименование неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
Не горит табло индикации результатов измерения при включении питания омметра.	Перегорел предохранитель. Неисправен кабель сетевого питания.	Заменить предохранитель. Исправить повреждение кабеля.
Нестабильность показаний результатов измерений.	Ненадежное заземление омметра. Ненадежное контактирование измерительного кабеля с ОИ.	Восстановить надежное заземление омметра. Добиться надежного контактирования с ОИ

Примечание - при проявлении неисправности, не указанной в таблице 5, омметр должен быть снят с эксплуатации до устранения неисправности.

6 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание производится с целью бесперебойной работы, поддержания эксплуатационной надежности и повышения эффективности использования омметра.

6.1 Общие указания

6.1.1 Перечень работ по техническому обслуживанию омметра приведены в таблице 6.1:

Таблица 6.1

Периодичность обслуживания	Содержание работ и метод их проведения	Технические требования	Приборы, инструменты, материалы для проведения работ
1 раз в квартал	1 Удаление пыли ветошью, слегка увлажненной спиртом 2 Проведение внешнего осмотра	1 Проверка состояния креплений 2 Проверка отсутствия повреждений	Ветошь, 500 г
1 раз в год	Поверка	Проверка метрологических характеристик см. раздел 7.	

ВНИМАНИЕ!

Запрещается очистка поверхности лицевой панели омметра веществами, содержащими растворители. Рекомендуется очистка поверхности мыльным раствором или спиртом.

7 Поверка

7.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки омметра.

7.2 Омметр подлежит обязательной поверке. Межповерочный интервал 1 год. Поверка микроомметра проводится по ГОСТ 8.366 с дополнениями, приведенными в настоящем разделе.

7.3 Операции и средства поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 7.1:

Таблица 7.1

Наименование операции	Номер пункта методики	Выполнение операций	
		первичной поверки	периодической поверки
1 Внешний осмотр	7.7.1	+	+
2 Проверка электрической прочности изоляции	7.7.2	+	-
3 Определение сопротивления защитного заземления	7.7.3	+	-
4 Определение сопротивления изоляции	7.7.4	+	-
5 Опробование	7.7.5	+	+
6 Проверка основной погрешности измерения сопротивления	7.7.6	+	+

7.4 Условия поверки

7.4.1 При проведении поверки омметра должны соблюдаться условия, приведённые в таблице 7.2:

Таблица 7.2

Наименование	Значение
Температура воздуха окружающей среды, °С	от 18 до 22
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 84 до 106 (630–795)
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Напряжение сети питания, В	от 215,6 до 224,4
Частота источника питания, Гц	от 49 до 51

7.5 Средства поверки

7.5.1 При проведении поверки омметра должны применяться средства измерений, указанные в таблице 7.3:

Таблица 7.3

№	Средства поверки	Технические характеристики
Основные средства измерений		
1	Мера электрического сопротивления многозначная Р3026	Диапазон воспроизводимых сопротивлений от 0 до 111111 Ом ступенями 0,01 Ом. Класс точности 0,005 – 0,02. ТУ 25-04 ОПВ 539.045-81
2	Катушка электрического сопротивления измерительная Р331	Номинальное значение сопротивления – 100 Ом; Класс точности – 0,01.
3	Катушка электрического сопротивления измерительная Р321	Номинальное значение сопротивления – 10 Ом; Класс точности – 0,01.
4	Катушка электрического сопротивления измерительная Р321	Номинальное значение сопротивления – 1 Ом; Класс точности – 0,01.
5	Катушка электрического сопротивления измерительная Р321	Номинальное значение сопротивления – 0,1 Ом; Класс точности – 0,01.
6	Катушка электрического сопротивления измерительная Р310	Номинальное значение сопротивления – 0,01 Ом; Класс точности – 0,01.
7	Катушка электрического сопротивления измерительная Р310	Номинальное значение сопротивления – 0,001 Ом; Класс точности – 0,01.
8	Катушка электрического сопротивления измерительная Р323	Номинальное значение сопротивления – 0,0001 Ом; Класс точности – 0,05.
9	Шунт измерительный 75ШИС-7,5кА-0,5	Номинальное сопротивление 10 мкОм Класс точности 0,5
10	Мегомметр М4101	Предел измерений до 200 МОм; Выходное напряжение до 1000 В.
11	Измеритель сопротивления заземления ИСЗ	Диапазон измерений сопротивлений до 2 Ом; Погрешность измерения сопротивления $\pm 2,5$ %.
Вспомогательное оборудование		
12	Универсальная пробойная установка УПУ-1М	Диапазон выходных переменных напряжений от 0 до 10 кВ; Пульсации выходного напряжения ± 5 %.
Средства контроля условий поверки		
13	Гигрометр психрометрический ВИТ 2	Диапазон измерений температуры от 15 до 41 °С; Цена деления 0,2 °С; Диапазон измерений относительной влажности от 20 до 93 %; Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения влажности ± 1 %.
14	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1	Диапазон измерений давления от 80 кПа до 107 кПа; Абсолютная погрешность измерений давления ± 1 кПа.

№	Средства поверки	Технические характеристики
15	Частотомер сетевой Ф 246	Диапазон измерений частоты от 45 до 55 Гц; Входное напряжение частотомера от 176 до 264 В; Предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,04$ %.
16	Вольтметр Э 545	Диапазон измерений от 0 до 300 В; Класс точности 0,5.

Примечание – допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики поверки.

7.6 Требования безопасности

7.6.1 При проведении поверки руководствуются Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ – 016, РД 153 –34.0 – 03.150 «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей».

7.7 Проведение поверки

7.7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- поверяемый омметр должен быть укомплектован в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации;
- омметр не должен иметь механических повреждений, которые могут повлиять на его метрологические и технические характеристики, а также на безопасность персонала;
- заводской номер и тип, нанесенные на корпус омметра, должны быть четкими и не допускать неоднозначности в прочтении.

7.7.2 Проверка электрической прочности изоляции

7.7.2.1 Проверку электрической прочности изоляции на пробой проводить на универсальной пробойной установке УПУ-1М (далее - установке) следующим образом.

7.7.2.2 Замкнуть между собой входные штыри вилки кабеля сетевого питания омметра и подключить к ним выходную шину пробойной установки, а вторую выходную шину установки - к любому входному измерительному разъему омметра.

7.7.2.3 Включить установку и, повышая напряжение (плавно или равномерно ступенями не более, чем по 300 В, так, чтобы оно достигло испытательного значения за 5–10 с), установить значение выходного напряжения равным 1500 В.

7.7.2.4 Выдержать омметр под испытательным напряжением в течение 1 мин. Отключить испытательное напряжение.

7.7.2.5 Результаты считать удовлетворительными при выполнении требований 1.2.9. Появление “короны” или шума при испытании не является признаком неудовлетворительных результатов.

7.7.3 Проверка сопротивления защитного заземления

7.7.3.1 Электрическое сопротивление между заземляющим зажимом омметра и заземляющим контактом разъема подключения кабеля сетевого питания проверять с помощью измерителя сопротивления заземления.

7.7.3.2 Омметр считается выдержавшим проверку, если измеренное сопротивление не превышает 0,1 Ом.

7.7.4 Проверка сопротивления изоляции

7.7.4.1 Проверку сопротивления изоляции омметра проводить мегомметром следующим образом.

7.7.4.2 Медным проводником сечением не менее 1,0 мм² замкнуть между собой входные штыри вилки кабеля сетевого питания омметра и подключить к ним выходной зажим мегомметра, а второй выходной зажим мегомметра подключить к заземляющему зажиму омметра

7.7.4.3 Измерить электрическое сопротивление изоляции. Отсчет результата измерения производить не ранее, чем через 30 с после подачи измерительного напряжения.

7.7.4.4 Результаты считать удовлетворительными, если измеренное значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

7.7.5 Опробование

7.7.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3, не подключая ее к сети ~ 220 В 50 Гц. В качестве объекта измерения (ОИ) подключить катушку электрического сопротивления с номинальным значением 100 Ом.



Рисунок 3

7.7.5.2 Клавишу «СЕТЬ» включателя сетевого питания омметра установить в положение «Выключено».

7.7.5.3 Подключить схему к сети ~ 220 В. Включить омметр.

7.7.5.4 Выполнить операции, указанные в разделе 4 настоящего руководства по эксплуатации, измерить электрическое сопротивление катушки. При этом на цифровом табло омметра должно отобразиться значение сопротивления близкого к 100 Ом.

7.7.6 Проверка основной погрешности измерения сопротивления

7.7.6.1 Включить омметр и прогреть его в течение 30 мин в режиме выбора предела измерений.

7.7.6.2 Установить омметр на предел измерений «10 кОм» и в качестве ОИ подключить к входному кабелю омметра меру электрического сопротивления многозначную Р3026 с установленным значением 10 000 Ом.

7.7.6.3 Выполняя операции, указанные в разделе 4 настоящего руководства по эксплуатации, измерить электрическое сопротивление ОИ. Зафиксировать установившийся результат измерения – R_u .

7.7.6.4 Вычислить основную погрешность δ_i измерения сопротивления по формуле:

$$\delta_i = \frac{R_u - R_n}{R_n} \cdot 100 \%,$$

где R_u – результат измерений микроомметра;

R_n – номинальное значение измеряемого сопротивления.

7.7.6.5 Повторить операции 7.7.6.3 – 7.7.6.5 последовательно на всех пределах измерений омметра в точках 10 и 100 % от предела измерений. На пределе 1 кОм основная погрешность определяется дополнительно в точках $0,3 \cdot R_k$, $0,5 \cdot R_k$ и $0,7 \cdot R_k$, где R_k – значение предела измерений, равное 1 кОм.

7.7.6.6 Омметр признается пригодным к эксплуатации, если в каждой точке измерения значения γ_i не превышают предельно допускаемых значений, указанных в таблице 3.

7.8 Оформление результатов поверки

7.8.1 Результаты периодической и первичной поверки омметра оформляются выдачей свидетельства о поверке, в котором указывается срок действия и дата очередной поверки. При этом поверительное клеймо наносится либо на свидетельство о поверке, либо непосредственно на прибор.

7.8.2 При отрицательных результатах поверки омметр к применению не допускается и выдают извещение о непригодности с указанием причин.

8 Маркировка и пломбирование

8.1 На боковой панели корпуса омметра находится маркировочная планка, на которую нанесены: наименование – микроомметр ТС-2, товарный знак предприятия-изготовителя, зав. номер и дата изготовления.

8.2 Предприятием-изготовителем осуществляется пломбирование омметра. Место пломбирования находится на верхней панели прибора.

8.3 Снятие пломб производится поверочной организацией, она же после соответствующего ремонта и поверки вновь пломбирует омметр.

9 Транспортирование и хранение

9.1 Предельные условия транспортирования, установленные для группы 3 по ГОСТ 22261:

9.1.1 Климатические условия приведены в таблице 9.1:

Таблица 9.1

Наименование	Значение
Температура воздуха окружающей среды, °С	от минус 50 до 70
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (630–800)
Относительная влажность воздуха, %	до 95 при 30°С

9.1.2 Условия транспортной тряски приведены в таблице 9.2:

Таблица 9.2

Наименование	Значение
число ударов в минуту	от 80 до 120
максимальное ускорение, м/с ²	30
продолжительность воздействия, ч	1

9.1.3 Положение омметра при транспортировании в упаковке в транспортном средстве – горизонтальное.

9.2 Омметры до введения в эксплуатацию (в течение гарантийного срока хранения) должны храниться в упаковке предприятия – изготовителя на складах при температуре окружающего воздуха от 0 до 40 °С и относительной влажности воздуха 80 % при температуре 35 °С.

9.3 При транспортировании омметра самолетом, его следует располагать в герметизированном отапливаемом отсеке.

9.4 Хранить омметры без упаковки следует при температуре окружающего воздуха от 10 до 40 °С и относительной влажности воздуха 80 % при температуре 25 °С. В атмосфере внутри транспортных средств и помещений для хранения содержание коррозионно-активных агентов должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к атмосфере типа I по ГОСТ 15150.

10 Гарантии изготовителя

10.1 Изготовитель гарантирует соответствие омметра техническим характеристикам, указанным в РЭ при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных настоящим документом.

10.2 Гарантийный срок омметра составляет 12 месяцев со дня его отгрузки.

10.3 Адрес для предъявлений претензий по качеству:
440000, г. Пенза, ул. Каракозова, 44, АО «НИИЭМП»
тел. (8412) 477-140, (8412) 477-240, e-mail: oc@niiemp.ru.

Приложение А

(обязательное)

Описание протокола обмена данными микроомметра ТС-2

А1 Общие положения

При организации связи используется принцип ведущий (MS) – ведомый (SL). В сети может присутствовать только один ведущий узел и несколько ведомых узлов (при использовании переходника с интерфейса RS-232 на интерфейс RS-485). В качестве ведущего узла может выступать персональный компьютер, в качестве ведомого – микроомметр ТС-2. При данной организации инициатором циклов обмена может выступать исключительно ведущий узел.

Запросы ведущего узла - индивидуальные (адресуемые к конкретному узлу). Ведомые узлы осуществляют передачу, отвечая на индивидуальные запросы ведущего узла.

А2 Формат сообщения

Протокол обмена имеет четко определенные форматы сообщений. Ниже описывается формат передачи байта и формат кадров. Соблюдение форматов обеспечивает правильность и устойчивость функционирования соединения.

А2.1 Формат байта

Прибор настроен на работу в формате 8N1 – 8 бит данных, без контроля паритета, 1 стоп бит.

Передача байт осуществляется на скорости 19200 бит/с.

А2.2 Формат кадра

Обмен ведется в символьном виде, кодировка символов - ASCII.

Кадр имеет следующий формат:

[Начало кадра][Разделитель][Адрес][Разделитель][Функция]

[Разделитель][Данные][Разделитель][Контрольная сумма]

[Разделитель][Конец кадра].

Размеры и значения полей представлены в таблице А1:

Таблица А1.

Поле	Значение	Размер	Примечание
Начало кадра	:	1 символ	
Разделитель	␣	1 символ	Пробел
Адрес	0 - 255	1 -3 символа	
Разделитель	␣	1 символ	Пробел
Функция	1 - 7	1 символ	
Разделитель	␣	1 символ	Пробел
Данные	0.000000 - 999.999999	8 - 10 символов	
Разделитель	␣	1 символ	Пробел
Контрольная сумма	0-255	1 -3 символа	
Разделитель	␣	1 символ	Пробел
Конец кадра	!	1 символ	

А2.2.1 Поле адреса

В этом поле содержится адрес SL устройства, которое должно принять сообщение, посланное MS.

Каждый SL должен иметь уникальный адрес, и только адресуемое устройство может ответить на запрос, который содержит его адрес. Когда SL посылает ответ, адрес содержащийся в

нем, информирует MS, с какого устройства послан ответ. В широкопередаточном режиме используется адрес «0». Все SL интерпретируют такое сообщение как выполнение определенного действия, но без посылки подтверждения.

Микрометр ТС-2 по умолчанию имеет адрес «1». Адрес может быть изменен в меню прибора «Адрес устройства». Данное меню вызывается нажатием кнопки «ПУСК» на лицевой панели прибора, при включении питания прибора.

A2.2.2 Поле код функции

Поле кода функции указывает адресуемому SL какое действие выполнить. Подробнее в пункте 3.

A2.2.3 Поле данных

Поле данных содержит информацию, необходимую SL для выполнения указанной функции, или содержит данные собранные SL для ответа на запрос.

Содержимым поля данных всегда является число с плавающей точкой, Подробнее в пункте 3.

A2.2.4 Поле контрольной суммы

Это поле позволяет MS и SL проверять сообщение на наличие ошибок. Иногда, вследствие электрических помех или других воздействий, сообщение при пересылке от одного устройства к другому может незначительно измениться. Результат проверки контрольной суммы укажет SL или MS реагировать или не реагировать на такое сообщение. Это увеличивает надежность и эффективность связи.

Контрольная сумма равна сумме по модулю 256(100h) всех ASCII кодов символов, содержащихся в полях адреса, функции и данных.

Пример расчета контрольной суммы представлен в таблице A4.

A3 Описание функций и данных протокола

Запрос от ведущего (Master) и ответ от ведомого (Slave) соответствует формату, представленному в таблице A1, и содержит коды функций и данные, соответствующие им, представленные в таблице A6:

Таблица A2.

Запрос от ведущего			Ответ от ведомого		
Код функции	Функция	Данные	Код функции	Функция	Данные
1	Сообщить о состоянии измерения (вкл/выкл)	0	1	Состоянии измерения (вкл/выкл)	1/0
2	Запустить измерение	0	2	Измерение запущено	1
3	Остановить измерение	0	3	Измерение остановлено	1
4	Сообщить информацию о выбранном пределе	0	4	Выбранный предел ¹	1÷9
5	Сообщить информацию о готовности результата измерения (готов/не готов)	0	5	Готовность результата (готов/не готов)	1/0
6	Запрос результата измерения	0	6	Результат измерения	-999.999999 ÷ +999.999999
7	Изменить предел	1÷9	7	Предел измерения изменен/не изменен	1/0

¹ Соответствие кода предела и его значения приведено в таблице A6.

А4 Пример запроса от ведущего и ответа от ведомого

Ведущее устройство (ПК) запрашивает у устройства, имеющего адрес «1», результат измерения. Для этого в поле функции указывается код «6» функции «Отдать результат измерения». Информация в поле данных, в этом случае не имеет значения и может принимать значение «0».

Таблица А3 – Кадр запроса

Начало кадра	Разд.	Адрес	Разд.	Функция	Разд.	Данные	Разд.	Контрольная сумма	Разд.	Конец кадра
:	␣	1	␣	6	␣	0.000000	␣	229	␣	!

Кадр ответа содержит адрес отвечающего устройства «1» и код функции, на которую устройство отвечает «6». Поле данных содержит значение результата измерения.

Таблица А4 – Кадр ответа

Начало кадра	Разд.	Адрес	Разд.	Функция	Разд.	Данные	Разд.	Контрольная сумма	Разд.	Конец кадра
:	␣	1	␣	6	␣	99.999000	␣	66	␣	!

Пример расчета контрольной суммы для кадра ответа ведомого устройства, представленного в таблице А4 представлен в таблице А5.

Таблица А5.

Поле	Адрес	Функция	Данные								
			Символ	«1»	«6»	«9»	«9»	«.»	«9»	«9»	«9»
Код символа (десятичное значение)	49	54	57	57	46	57	57	57	48	48	48
Сумма =	$49 + 54 + 57 + 57 + 46 + 57 + 57 + 57 + 48 + 48 + 48 = 578$										
Контрольная сумма =	$578 \text{ MOD } 256 = 66$										

Результат представлен в единицах измерения, соответствующих пределу измерения. Код предела измерения содержится в поле данных ответа, на запрос функции с кодом «4». Соответствие кода предела и его значения приведено в таблице А6.

Таблица А6.

Код	Предел
1	10 кОм
2	1 кОм
3	100 Ом
4	10 Ом
5	1 Ом
6	100 мОм
7	10 мОм
8	1 мОм
9	100 мкОм

