

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
ФБУ «Пензенский ЦСМ»

Ю. Г. Тюрина

12 сентября 2023 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**РЕГИСТРАТОРЫ ЭЛЕКТРОННЫЕ
МНОГОКАНАЛЬНЫЕ
Ф1772**

Методика поверки
ВРМЦ.421453.001 МП1

г. Пенза
2023

Общие положения

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства проведения первичной и периодической поверок регистраторов электронных многоканальных Ф1772 (далее – регистраторы), предназначенных для измерений, регистрации и визуального представления параметров технологических процессов, преобразованных в сигналы силы и напряжения постоянного тока, и электрического сопротивления постоянному току, сигналы термопар и термопреобразователей сопротивления; сигнализации и позиционного регулирования, а также воспроизведения выходных аналоговых сигналов силы постоянного тока и обмену данными по интерфейсам.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в описании типа регистраторов.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечиваются:

– передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ4-91;

– передача единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ13-2023;

– передача единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ14-2014.

При определении метрологических характеристик поверяемого регистратора используется метод прямых измерений.

Проверка регистратора в сокращенном объеме возможна.

1 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела, пункта МП	Проведение операции при	
		первой поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	5	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	7	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8	да	да
Определение основной погрешности аналоговых входов	8.1	да	да
Определение основной погрешности измерений напряжения постоянного тока	8.1.1	да	да
Определение основной погрешности измерений силы постоянного тока	8.1.2	да	да

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер раздела, пункта МП	Проведение операции при	
		первой поверке	периодической поверке
Определение основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току	8.1.3	да	да
Определение основной погрешности измерений сигналов от термопар	8.1.4	да	да
Определение основной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления	8.1.5	да	да
Определение основной погрешности аналоговых выходов	8.2	да	да
Оформление результатов поверки	9	да	да

2 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
 - относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
 - атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

3 Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Основные средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 8	Рабочие эталоны единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 20 мА по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091.	Калибратор универсальный 9100 (рег. № 25985-09 в ФИФ ОЕИ)
	Рабочие эталоны единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 10 В по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520.	Мультиметр цифровой 34401A (рег. № 54848-13 в ФИФ ОЕИ)

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 8	Рабочие эталоны единицы электрического сопротивления 4-го разряда в диапазоне измерений от 10 Ом до 10 кОм по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456.	Магазин сопротивлений М630А (рег. № 60123-15 в ФИФ ОЕИ) Магазин сопротивления Р4831 ¹ (рег. № 38510-08 в ФИФ ОЕИ)
Примечание.		
¹ только для регистраторов класса точности В.		

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Пункт 6.1	Диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа (от 700 до 1100 гПа), пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,25$ кПа ($\pm 2,5$ гПа). Диапазон измерений температуры от 0 до +60 °C, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °C. Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 2 %.	Термогигрометр ИВА-БН-Д (Рег. № 46434-11 в ФИФ ОЕИ)
Раздел 8	Наличие портов USB и Ethernet.	Персональный компьютер

3.2 Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому регистратору.

3.3 Средства поверки должны соответствовать требованиям пунктов 14-16 Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные действующими «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», требования разделов «Указания мер безопасности», приведённых в эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, имеющие II квалификационную группу по электробезопасности в электроустановках до 1000 В.

4.3 Лица, выполняющие измерения, должны быть ознакомлены со всеми действующими инструкциями и правилами по безопасному выполнению работ и требованиями, указанными в эксплуатационных документах на регистраторы и средства поверки.

4.4 Средства поверки, имеющие заземляющую клемму, должны быть заземлены в соответствии с требованиями действующих «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4.5 Клеммы защитного заземления средств поверки необходимо присоединять заземляющим проводником к контуру защитного заземления раньше других присоединений и отсоединять в последнюю очередь.

5 Внешний осмотр средства измерений

5.1 Внешний осмотр поверяемого регистратора производится без включения питания.

При внешнем осмотре проверяют:

1) прочность крепления соединителей на задней панели;

2) отсутствие грубых механических повреждений корпуса;

3) отсутствие нарушений маркировки и её соответствие сведениям в паспорте регистратора;

4) наличие ЗИП, необходимых для проведения поверки;

5) наличие формуляра.

5.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если при проверке подтверждается их соответствие требованиям п. 5.1.

5.3 При отрицательных результатах внешнего осмотра дальнейшие операции поверки не проводятся.

6 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

6.1 Контроль условий поверки

6.1.1 Контроль условий поверки проводить средствами поверки, приведенными в таблице 1.

6.1.2 Результаты контроля условий поверки считаются положительными, если подтверждается их соответствие требованиям раздела 1.

6.1.3 При отрицательных результатах контроля условий поверки дальнейшие операции поверки не проводятся до достижения условиями поверки требуемых значений.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Должны быть выполнены следующие действия:

- подготовить к работе средства поверки согласно их эксплуатационной документации;
- подготовить к работе регистратор в соответствии с руководством по эксплуатации.

6.3 Опробование средства измерений

6.3.1 Проверка функционирования

Выполняют подключение питания в соответствии со схемой на рисунке 1. Результаты опробования считаются положительными, если изображение выводится на экран, сенсорный экран реагирует на нажатия. Перед началом опробования регистратор должен быть прогрет в течение 30 минут.

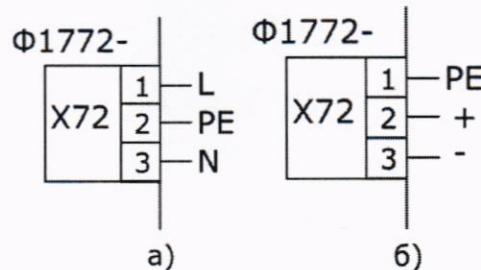


Рисунок 1 – Подключение питания: а) переменного тока; б) постоянного тока

6.3.2 Проверка аналоговых входов

Проверке подвергается каждый вход регистратора на одном (любом) диапазоне.

Выполняют подключение по рисунку 2. На вход регистратора подают сигнал, значение которого должно быть приблизительно равно 0,9 конечного значения наибольшего диапазона измерения входных сигналов соответствующего типа. Прибор допускается к дальнейшей поверке, если показания на его экране соответствуют значению входного сигнала.

6.3.3 Проверка аналоговых выходов

Проверке подвергается каждый выход регистратора.

Выполняют подключение по рисунку 4. В режиме «ручное управление» выходному сигналу канала назначается значение от 18,4 до 20 мА. Значение выходного сигнала регистратора контролируют образцовым миллиамперметром. Прибор допускается к дальнейшей поверке, если показания миллиамперметра соответствуют выходному сигналу регистратора.

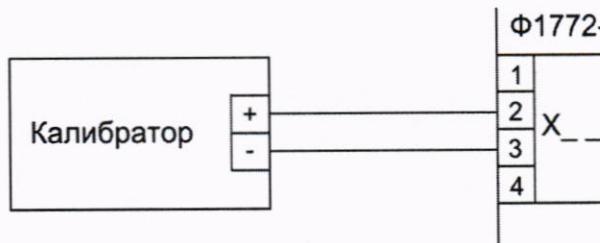


Рисунок 2 – Подключение входных сигналов постоянного напряжения, термопар и сигналов постоянного тока



Рисунок 3 – Подключение входных сигналов сопротивления и термометров сопротивления:
а) четырёхпроводная схема, б) трёхпроводная схема, в) двухпроводная схема

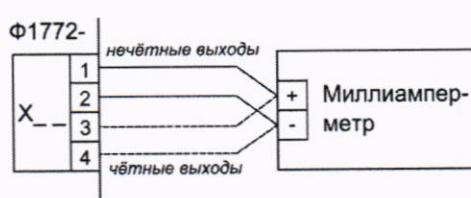


Рисунок 4 – Подключение выходных сигналов

7 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.1 Проверка унифицированного ПО модулей ввода-вывода

С помощью операторского интерфейса регистратора вызывают окно «Информация о приборе/Система/Платы» и выполняют сличение идентификационных параметров на экране регистратора с соответствующими параметрами по таблице 4 для каждого модуля.

7.2 Проверка программы центрального процессора

С помощью операторского интерфейса регистратора вызывают окно «Информация о приборе/Общие» и выполняют сличение идентификационных параметров на экране регистратора с соответствующими параметрами по таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО регистратора

Название ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Унифицированное программное обеспечение модулей ввода-вывода регистратора	Regigraf_IO_program	v. 2.4.2	0x8EA3	CRC16
Программа центрального процессора регистратора	Regigraf_Core_program	v. 0.4.0	0xC64DE3F9	CRC32
Программа для работы с прибором для установки на ПК	Regigraf_PC_program	v. 3.25	0xB4D95A17	CRC32

7.3 Проверка программы для работы с прибором для установки на ПК

Запускают программу с флеш-карты из комплекта поставки регистратора на ПК.

С помощью операторского интерфейса ПО вызывают окно «О программе» и выполняют сличение идентификационных параметров на экране ПК с соответствующими параметрами по таблице 4.

Примечание – Допускается не выполнять проверку программы для установки на ПК, если она не используется для снятия показаний регистратора при определении МХ регистратора в ходе поверки, соответствующая отметка делается в формуляре регистратора.

7.4 Прибор допускается к дальнейшей поверке, если во всех случаях:

1) идентификационное наименование и контрольная сумма метрологически-значимой части исполняемого кода соответствуют таблице 4;

2) версия ПО регистратора не ниже версий, указанных в таблице 4 для соответствующей программы.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Определение основной погрешности аналоговых входов

Параметры настройки аналоговых входов: функции «Контроль обрыва», «Усреднение», «Фильтр», «Извлечение корня»/«Пересчёт в Кельвины» отключены.

Остальные параметры настройки принимают значения в соответствии с указаниями 8.1.1-8.1.5.

Определение основной погрешности измерений (далее – ОП) выполняется при следующих значениях входных сигналов:

$$X_1 = D_h + (0,05 - 0,1) \cdot D_x; X_2 = D_h + (0,2 - 0,3) \cdot D_x; X_3 = D_h + (0,4 - 0,6) \cdot D_x;$$
$$X_4 = D_h + (0,7 - 0,8) \cdot D_x; X_5 = D_h + (0,9 - 1,0) \cdot D_x.$$

где X_1-X_5 – номинальные значения входных сигналов в точках 1-5;

D_h – начальное значение диапазона измерений входного сигнала;

D_x – диапазон измерений входного сигнала.

Рекомендуемые значения входных сигналов приведены в таблицах 5-9.

При проведении первичной поверки допускается уменьшить число поверяемых точек на дополнительных диапазонах до трёх (X_1 , X_3 , X_5). Сигналы термопреобразователей сопротивления (далее – ТС) и термопар считаются дополнительными диапазонами для сигналов сопротивления и напряжения соответственно.

Предусмотрено 2 способа определения основной погрешности:

– способ А – когда дискретность назначеннной шкалы позволяет определить действительное значение сигнала непосредственно по показаниям поверяемого регистратора;

– способ Б – когда дискретность назначеннной шкалы требует определять действительное значение сигнала по показаниям эталонного прибора.

Способ А применяется при первичной поверке регистратора, а также при периодической поверке, если выполняется неравенство:

$$\frac{\Delta_{Bxj}}{(D_{kj'} - D_{hj'})} \cdot 100 \geq 5 \cdot \frac{q'_{stj}}{(D'_k - D'_h)} \cdot 100 \quad (1),$$

где Δ_{Bxj} – абсолютная погрешность измерений входного сигнала (в номинальном диапазоне j) по таблицам 5-9, в единицах измерения входного сигнала;

$D_{kj'}$ – конечное значение отрезка диапазона j входного сигнала, для которого назначается шкала, в единицах измерений входного сигнала;

$D_{hj'}$ – начальное значение диапазона j входного сигнала, для которого назначается шкала, в единицах измерений входного сигнала;

q'_{st} – единица младшего разряда шкалы, назначенной для канала, в единицах измерения этой шкалы;

D'_k – конечное значение шкалы, присвоенной каналу, в единицах этой шкалы;

D'_h – начальное значение шкалы, присвоенной каналу, в единицах этой шкалы.

Если неравенство 1 не выполняется, поверку проводят по способу Б.

Проведение поверки по способу А.

Последовательность операций при поверке:

1) выполняют подключение регистратора по рисункам 1-4 (сигналы сопротивления и термопреобразователей сопротивления подключаются по любой из схем а), б) или в), при этом для 3-х и 2-х проводной схемы выполняется коррекция сопротивлений проводников в режиме «Калибровка»);

2) выполняют настройку регистратора для измерений поверяемого диапазона сигналов и вывода результатов измерений;

3) подают на вход регистратора входной сигнал, соответствующий поверяемой точке;

4) выполняют снятие показаний регистратора.

Основная погрешность регистратора рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{ij} = |Y_{ij} - X_{ij}| \quad (2),$$

где Y_{ij} – результат измерения прибором входного сигнала в точке i диапазона j ;

X_{ij} – действительное значение входного сигнала в точке i диапазона j .

Если хотя бы для одной точки Δ_{ij} превышают пределы допускаемой основной погрешности, приведённый в таблицах 5-9 для соответствующего типа сигналов, диапазона измерений и класса точности, прибор бракуется.

Проведение поверки по способу Б.

Последовательность операций при поверке:

1), 2) аналогично поверке по способу А;

3) изменения входной сигнал, добиваются соответствия показаний регистратора значению поверяемой точки;

4) плавно увеличивая (уменьшая) значение входного сигнала до тех пор, пока не начнёт происходить изменение показаний испытуемого регистратора на ближайшее большее (меньшее), определяют по эталонному прибору значения Y_{ij1} и Y_{ij2} .

Основная погрешность регистратора определяется как наибольшее из значений, полученных по формуле:

$$\Delta_{ij}' = |Y_{ij1,2} - N_{ij}| \quad (3),$$

где $Y_{ij1,2}$ – действительное значение входного сигнала в точке i диапазона j при смене показаний на ближайшее большее $Y_{ij1,2}$ или меньшее $Y_{ij1,2}$ значение;

N_{ij} – номинальное значение входного сигнала в точке i диапазона j .

Если хотя бы для одной Δ_{ij}' превышают пределы допускаемой основной погрешности, рассчитанный по формуле (4), прибор бракуется.

$$\Delta_{\text{шк}}' = \left(\frac{\Delta_{Bxj}}{(D_{kj'} - D_{Bxj'})} + \frac{0,5 \cdot q_{st}'}{(D_k' - D_h')} \right) \cdot (D_k' - D_h') \quad (4),$$

где $\Delta_{\text{шк}}'$ – предел допускаемой погрешности шкалы, назначенной для канала;

Δ_{Bxj} , $D_{kj'}$, $D_{Bxj'}$, q_{st}' , D_k' , D_h' – тоже что в формуле (1).

8.1.1 Определение основной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Рекомендуется проведение поверки при значениях входных сигналов, приведённых в таблице 5.

Таблица 5 – Рекомендуемые значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов напряжения постоянного тока

Диапазон измерения, мВ	Контрольные точки		Пределы допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , мВ	
	№	Напряжение, мВ	к.т. А	к.т. В
от -100 до +100	1	-90	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
	2	-60		
	3	+10		
	4	+50		
	5	+95		
от -1000 до +1000	1	-900	± 1	± 2
	2	-600		
	3	+100		
	4	+500		
	5	+950		

Продолжение таблицы 5

Диапазон измерения, мВ	Контрольные точки		Пределы допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , мВ	
	№	Напряжение, мВ	к.т. А	к.т. В
от -10 000 до +10 000*	1	-9000	± 10	± 20
	2	-6 000		
	3	-100		
	4	+5000		
	5	+9500		

Примечание – *с делителем Ф1772ВД.

Первичная поверка диапазона от -10 000 до +10 000 мВ производится для всех каналов регистратора с использованием любого образца делителя.

Периодическая поверка диапазона от -10 000 до +10 000 мВ выполняется только если прибор эксплуатируется с делителями Ф1772ВД. Проверка производится только для тех каналов, для которых используются делители Ф1772ВД, с соответствующим образом образцами делителей. При оформлении результатов поверки делается соответствующая отметка в формуляре регистратора.

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешности находятся в пределах, указанных в таблице 5 для соответствующего класса точности.

8.1.2 Определение основной погрешности измерений силы постоянного тока

Рекомендуется проведение поверки при значениях входных сигналов, приведённых в таблице 6.

Таблица 6 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при определении погрешности измерений сигналов силы постоянного тока

Диапазон измерения, мА	Контрольные точки		Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , мА	
	№	Ток, мА	к.т. А	к.т. В
от -20 до +20	1	-18	$\pm 0,04$	$\pm 0,08$
	2	-12		
	3	-2		
	4	+10		
	5	+17		
от -5 до +5	1	-4,5	$\pm 0,015$	$\pm 0,03$
	2	-3,0		
	3	-0,5		
	4	+2,5		
	5	+4,0		
от 0 до +20	1	+1,0	$\pm 0,02$	$\pm 0,04$
	2	+4,0		
	3	+10,0		
	4	+16,0		
	5	+19,0		
от +4 до +20	1	+4,8	$\pm 0,016$	$\pm 0,032$
	2	+7,2		
	3	+12,0		
	4	+16,8		
	5	+19,2		
от 0 до +5	1	+0,25	$\pm 0,0075$	$\pm 0,015$
	2	+1,50		
	3	+2,50		
	4	+3,50		
	5	+4,75		

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешности находятся в пределах, указанных в таблице 6 для соответствующего класса точности.

8.1.3 Определение основной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току

Рекомендуется проведение поверки при значениях входных сигналов приведённых в таблице 7.

Приступать к снятию показаний следует не ранее чем через 2 минуты после подключения эталона к входу регистратора.

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешности находятся в пределах, указанных в таблице 7 для соответствующего класса точности.

Таблица 7 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при определении погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току

Диапазон измерения, Ом	Контрольные точки		Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , Ом	
	№	Сопротивление, Ом	к.т. А	к.т. В
от 0 до 100	1	5	$\pm 0,15$	$\pm 0,3$
	2	25		
	3	45		
	4	75		
	5	95		
от 0 до 400	1	20	$\pm 0,4$	$\pm 0,8$
	2	100		
	3	200		
	4	300		
	5	380		
от 0 до 4000	1	250	± 4	± 8
	2	1000		
	3	2000		
	4	3000		
	5	3800		

8.1.4 Определение основной погрешности измерений сигналов от термопар

При поверке компенсация температуры холодного спая отключается.

Рекомендуется проведение поверки при значениях входных сигналов приведённых в таблице 8.

Таблица 8 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при определении погрешности измерений сигналов термопар

Тип ТП	Контрольные точки			Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	
	№	Температура, °C	Напряжение, мВ	к.т. А	к.т. В
ТПП (R)	1	+100	+0,647	$\pm 5,0$	$\pm 10,0$
	2	+350	+2,896		
	3	+850	+8,571		
	4	+1250	+13,926		
	5	+1700	+20,222		
ТПП (S)	1	+100	+0,646	$\pm 5,0$	$\pm 10,0$
	2	+350	+2,786		
	3	+850	+7,893		
	4	+1250	+12,554		
	5	+1700	+17,947		

Продолжение таблицы 8

Тип ТП	Контрольные точки			Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	
	№	Температура, °C	Напряжение, мВ	к.т. А	к.т. В
ТПР (В)	1	+550	+1,505	$\pm 6,0$	$\pm 10,0$
	2	+750	+2,782		
	3	+1100	+5,780		
	4	+1400	+8,956		$\pm 5,0$
	5	+1750	+13,014		
ТЖК (J)	1	-140	-6,159	$\pm 1,5$	$\pm 3,0$
	2	+100	+5,269		
	3	+500	+27,393		$\pm 2,0$
	4	+800	+45,494		
	5	+1150	+66,679		
TMK (T)	1	-180	-5,261	$\pm 2,0$	$\pm 4,0$
	2	-100	-3,379		
	3	+100	+4,279		$\pm 2,0$
	4	+220	+10,362		
	5	+370	+19,03		
TXKh(E)	1	-140	-6,907	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
	2	+40	+2,42		
	3	+400	+28,946		$\pm 1,0$
	4	+640	+48,313		
	5	+940	+71,844		
TXA (K)	1	-120	-4,138	$\pm 1,5$	$\pm 3,0$
	2	+100	+4,096		
	3	+550	+22,776		$\pm 2,0$
	4	+900	+37,326		
	5	+1300	+52,41		
THH (N)	1	-120	-2,808	$\pm 2,0$	$\pm 4,0$
	2	+100	+2,774		
	3	+550	+18,672		$\pm 2,0$
	4	+850	+30,416		
	5	+1220	+44,588		
TBP (A-1)	1	+150	+2,086	$\pm 2,5$	$\pm 5,0$
	2	+500	+7,908		
	3	+1250	+19,876		$\pm 8,0$
	4	+1750	+26,416		
	5	+2350	+32,448		
TBP (A-2)	1	+100	+1,338	$\pm 3,0$	$\pm 6,0$
	2	+350	+5,423		
	3	+900	+14,696		$\pm 6,0$
	4	+1250	+20,059		
	5	+1700	+26,059		
TBP (A-3)	1	+100	+1,319	$\pm 3,0$	$\pm 6,0$
	2	+350	+5,303		
	3	+900	+14,411		$\pm 6,0$
	4	+1250	+19,7		
	5	+1700	+25,608		

Продолжение таблицы 8

Тип ТП	Контрольные точки			Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	
	№	Температура, °C	Напряжение, мВ	к.т. А	к.т. В
TXK (L)	1	-150	-7,831	±1,0	±2,0
	2	0	0	±0,5	±1,0
	3	+300	+22,843		
	4	+500	+40,299		
	5	+750	+62,197		
TMK (M)	1	-180	-5,7810	±2,0	±4,0
	2	-140	-4,8590		
	3	-50	-2,0000		
	4	+10	+0,4310	±1,0	±2,0
	5	+85	+3,9600		

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешности находятся в пределах, указанных в таблице 8 для соответствующего класса точности.

8.1.5 Определение основной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления

Рекомендуется проведение поверки при значениях входных сигналов приведённых в таблице 9.

Таблица 9.1 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов платиновых ТС (коэффициент $\alpha = 0,00385$), диапазон от -200 до +850 °C

Температура, °C	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом, для типов ТС				
	№	Pt50	Pt100	Pt500	Pt1000
-150	1	19,8616	39,7232	198,616	397,232
0	2	50,0000	100,000	500,000	1000,00
+350	3	114,858	229,716	1148,58	2297,16
+550	4	148,744	297,487	1487,44	2974,87
+800	5	187,852	375,704	1878,52	3757,04
Пределы допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,5	±0,3	±0,5	±0,4
	к.т. В	±1,0	±0,6	±1,0	±0,6

Таблица 9.1.1 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов платиновых ТС (коэффициент $\alpha = 0,00385$), диапазон от -50 до +250 °C

Температура, °C	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом, для типов ТС				
	№	Pt50	Pt100	Pt500	Pt1000
-35	1	43,124	86,248	431,239	862,478
+10	2	51,951	103,903	519,513	1039,03
+70	3	63,538	127,075	635,376	1270,75
+160	4	80,527	161,054	805,272	1610,54
+220	5	91,594	183,188	915,938	1831,88
Пределы допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,3	±0,2	±0,3	±0,2
	к.т. В	±0,6	±0,4	±0,6	±0,4

Таблица 9.2 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов платиновых ТС (коэффициент $\alpha = 0,00391$), диапазон от -200 до $+850$ °C

Температура, °C	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом, для типов ТС				
	№	50П	100П	500П	1000П
-150	1	19,3927	38,7854	193,927	387,854
0	2	50,0000	100,000	500,000	1000,00
+350	3	115,880	231,760	1158,80	2317,60
+550	4	150,313	300,626	1503,13	3006,26
+800	5	190,069	380,138	1900,69	3801,38
Пределы допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,5	±0,3	±0,5	±0,4
	к.т. В	±1,0	±0,6	±1,0	±0,6

Таблица 9.2.1 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов платиновых ТС (коэффициент $\alpha = 0,00391$), диапазон от -200 до $+850$ °C

Температура, °C	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом, для типов ТС				
	№	50П	100П	500П	1000П
-35	1	43,017	86,034	430,172	860,344
+10	2	51,982	103,963	519,816	1039,63
+70	3	63,748	127,497	637,484	1274,97
+160	4	81,004	162,009	810,044	1620,09
+220	5	92,245	184,491	922,455	1844,91
Пределы допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,3	±0,2	±0,3	±0,2
	к.т. В	±0,6	±0,4	±0,6	±0,4

Таблица 9.3 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов платиновых ТС типа Гр.21 (коэффициент $\alpha = 0,00391$), диапазон от -200 до $+650$ °C

Температура, °C	№	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом
-150	1	17,841
0	2	46,000
+250	3	89,964
+400	4	114,731
+600	5	145,872
Пределы допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,5
	к.т. В	±1,0

Таблица 9.3.1 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов платиновых ТС типа Гр.21 (коэффициент $\alpha = 0,00391$), диапазон от -50 до $+250$ °C

Температура, °C	№	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом
-35	1	39,576
+10	2	47,823
+70	3	58,649
+160	4	74,524
+220	5	84,866
Пределы допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,3
	к.т. В	±0,6

Таблица 9.4 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов медных ТС типа 50М* (коэффициент $\alpha = 0,00426$)

Температура, °C	№	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом
-40	1	41,48
0	2	50,00
+70	3	64,91
+120	4	75,56
+190	5	90,47
Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,3
	к.т. В	±1,0

Таблица 9.5 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов медных ТС типа Гр.23 (коэффициент $\alpha = 0,00426$)

Температура, °C	№	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом
-40	1	43,969
0	2	53,000
+70	3	68,805
+110	4	77,836
+170	5	91,383
Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,3
	к.т. В	±1,0

Таблица 9.6 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов медных ТС (коэффициент $\alpha = 0,00428$)

Температура, °C	№	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом, для типов ТС	
		50М	100М
-160	1	14,825	29,650
-100	2	28,268	56,536
0	3	50,000	100,000
+90	4	69,260	138,520
+180	5	88,520	177,040
Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,3	±0,2
	к.т. В	±0,6	±0,4

Таблица 9.6.1 – Значения входного сигнала и пределы допускаемой погрешности при проверке сигналов никелевых ТС (коэффициент $\alpha = 0,00428$)

Температура, °C	№	Электрическое сопротивление постоянному току меры, Ом, для типов ТС		
		100Н	500Н	1000Н
-50	1	74,207	371,037	742,074
0	2	100,000	500,000	1000,000
+60	3	135,410	677,05	1354,098
+110	4	168,745	843,72	1687,449
+170	5	214,822	1074,11	2148,220
Предел допускаемой погрешности Δ_{Bxj} , °C	к.т. А	±0,2	±0,2	±0,2
	к.т. В	±0,4	±0,4	±0,4

Допускается выборочная первичная поверка сигналов ТС: один (любой) тип для каждого входа.

Приступать к снятию показаний следует не ранее чем через 2 минуты после подключения эталона к входу регистратора.

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешности находятся в пределах, указанных в таблице 9 для соответствующего класса точности.

8.2 Определение основной погрешности аналоговых выходов

Значение выходного сигнала регистратора может устанавливаться в режиме «ручное управление» или выбираться из таблицы под управлением аналоговых входов регистратора.

В последнем случае источником сигнала назначается «канал» регистратора, которому назначена шкала, идентичная поверяемому диапазону выходного сигнала. Источником данных канала назначается математический канал, в котором для входного сигнала назначена табличная функция преобразования. Тип и диапазон входного сигнала, используемого для управления, могут быть любым. Таблица содержит значения выходного сигнала, при которых выполняется поверка, функции «интерполяция» и «экстраполяция» отключены.

Определение основной погрешности формирования выходных сигналов выполняется при следующих значениях сигналов:

$$X_1 = D_h + (0,05 - 0,1) \cdot D_x; X_2 = D_h + (0,2 - 0,3) \cdot D_x; X_3 = D_h + (0,4 - 0,6) \cdot D_x;$$
$$X_4 = D_h + (0,7 - 0,8) \cdot D_x; X_5 = D_h + (0,9 - 1,0) \cdot D_x.$$

где X_1-X_5 – действительные значения выходных сигналов в точках 1-5;

D_h – начальное значение диапазона выходного сигнала;

D_x – диапазон выходного сигнала.

Рекомендуемые значения входных сигналов приведены в таблице 9.

Основная погрешность регистратора рассчитывается по формуле:

$$Y_{\text{изм}ij} - X_{\text{вып}ij} \quad (5)$$

где $Y_{\text{изм}ij}$ – результат измерения входного сигнала регистратора в точке i диапазона j ;

$X_{\text{вып}ij}$ – действительное значение входного сигнала в точке i диапазона j .

Последовательность операций при поверке:

1) выполняют подключение регистратора по рисунку 4;

2) выполняют настройку регистратора для формирования выходных сигналов в поверяемом диапазоне;

3) устанавливают значение выходного сигнала регистратора;

4) снимают показания миллиамперметра.

Рекомендуется проведение поверки при значениях входных сигналов, приведённых в таблице 10.

Таблица 10 – Значения выходного сигнала и пределы допускаемой погрешности формирования выходных сигналов

Диапазон выходного сигнала, мА	Контрольные точки		Предел допускаемой погрешности, мА
	№	Ток, мА	
от 0 до +20	1	1,0	$\pm 0,04$
	2	4,0	
	3	10,0	
	4	16,0	
	5	19,0	
от +4 до +20	1	4,8	$\pm 0,032$
	2	7,2	
	3	12,0	
	4	16,8	
	5	19,2	
от 0 до +5	1	0,25	$\pm 0,025$
	2	1,50	
	3	2,50	
	4	3,50	
	5	4,75	

Прибор бракуется если хотя бы для одной точки разность между номинальным значением выходного сигнала ($X_{выхi}$) и показаниями миллиамперметра (Y_i) превышают предел допускаемой основной погрешности, указанный в таблице 10.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Сведения о результатах поверки регистратора должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с указаниями части 3 статьи 20 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку, в сроки, установленные Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

9.2 По заявлению владельца регистратора или лица, представившего регистратор на поверку, в случае положительных результатов поверки выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, или делается соответствующая запись с нанесением знака поверки, заверяемая подписью поверителя, в формуляре регистратора.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки, по заявлению владельца регистратора или лица, представившего регистратор на поверку, выдается извещение о непригодности к применению, по форме и содержанию удовлетворяющее требованиям Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, с указанием причин непригодности.

9.4 По заявлению владельца регистратора или лица, представившего регистратор на поверку, оформляют протокол поверки по форме, принятой в организации, проводившей поверку.