

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических
и радиотехнических измерений»
Западно-Сибирский филиал
(Западно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ»)



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**МОДУЛИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
T1**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-505-RA.RU.310556-2023

г. Новосибирск
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок Модулей измерения температуры Т1 (далее по тексту – Модуль Т1). Модуль Т1 входит в состав Программируемого логического контроллера «АНИКРОН ПЛК-01» (далее по тексту – ПЛК).

1.2 Исключается возможность проведения поверки в сокращенном объеме. Исключается выборочная первичная поверка.

1.3 При подтверждении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

- единицы электрического напряжения в соответствии с Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. №3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2001;
- единицы силы постоянного тока в соответствии с Приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. №2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А», подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91;
- единицы электрического сопротивления в соответствии с Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. №3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока», подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014.

1.4 Проверка Модуля Т1 проводится методом прямых измерений и методом косвенных измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования, подтверждаемые при поверке

Наименование	Ед. изм.	Значение
1	2	3
Диапазоны измерения температуры (термопреобразователи сопротивления)		
Pt50 ($\alpha=0.00385 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -200 до +850
Pt100 ($\alpha=0.00385 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -200 до +850
Pt500 ($\alpha=0.00385 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -200 до +850
Pt1000 ($\alpha=0.00385 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -200 до +850
50П ($\alpha=0.00391 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -200 до +850
100П ($\alpha=0.00391 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -200 до +850
500П ($\alpha=0.00391 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -200 до +850
1000П ($\alpha=0.00391 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -200 до +850
53М ($\alpha=0.00426 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -50 до +200
100М ($\alpha=0.00426 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -50 до +200
500М ($\alpha=0.00426 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -50 до +200
1000М ($\alpha=0.00426 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -50 до +200
100Н ($\alpha=0.00617 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -60 до +180
500Н ($\alpha=0.00617 \text{ C}^{-1}$)	°C	от -60 до +180

Продолжение таблицы 1

1	2	3
1000Н ($\alpha=0.00617\text{ C}^{-1}$)	°C	от -60 до +180
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерения температуры в режиме работы с термопреобразователями сопротивления	%	±1
Диапазоны измерения температуры (термоэлектрические преобразователи)		
TXK (L)	°C	от -130 до +800
TЖК (J)	°C	от -140 до +1200
THH (N)	°C	от -200 до +1300
TXA (K)	°C	от -200 до +1360
ТПП (S)	°C	от +20 до +1750
ТПП (R)	°C	от +20 до +1750
ТПР (B)	°C	от +320 до +1800
TВР (A-1)	°C	от +70 до +2500
TВР (A-2)	°C	от +70 до +1800
TВР (A-3)	°C	от +70 до +1800
TMK (T)	°C	от -150 до +400
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерения температуры в режиме работы с термоэлектрическими преобразователями	%	±1
Диапазон измерения силы постоянного тока	mA	от 0 до 20
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 mA	%	±1
Диапазон измерения силы постоянного тока	mA	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерения силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 mA	%	±1

2 Перечень операций поверки средства измерении

2.1 Для поверки Модуля Т1 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Проверка электрической прочности изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Нет	8.2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия проведения поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения поверки

Наименование характеристики	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, изучившие эксплуатационную документацию на Модуль Т1 и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры от + 15 до + 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 0,4 °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более ± 0,5 кПа	Прибор комбинированный TESTO-622, рег. № 44744-10

Продолжение таблицы 4

1	2	3
п.8.2 Проверка электрической прочности изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Пробойная установка с выходным напряжением постоянного тока 500 В и мощностью не менее 0,2 кВА на стороне высокого напряжения	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. №50682-12
п.8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Эталонные средства воспроизведения электрического сопротивления постоянного тока от 0 до 10 кОм с относительной погрешностью не более $\pm 0,3\%$ Источник питания постоянного тока 24 В Модуль управления Персональный компьютер с установленной программой проверки функционирования контроллера*	Калибратор многофункциональный Fluke 5502A, рег. № 55804-13 Источник питания постоянного тока GW Insteek GPC-73060D, рег. №55898-13 Модуль управления R1 из состава ПЛК Персональный компьютер со свободным разъемом USB
п.10 Определение метрологических характеристик	Эталонные средства воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1 В с относительной погрешностью не более $\pm 0,3\%$ Эталонные средства воспроизведения электрического сопротивления постоянного тока от 0 до 10 кОм с относительной погрешностью не более $\pm 0,3\%$ Эталонные средства измерения силы постоянного тока от 0 до 20 мА с относительной погрешностью не более $\pm 0,3\%$ Источник питания постоянного тока 24 В Модуль управления Персональный компьютер с установленной программой проверки функционирования контроллера*	Калибратор многофункциональный Fluke 5502A, рег. № 55804-13 Вольтметр универсальный В7-78/1, рег. №31773-06 Источник питания постоянного тока GW Insteek GPC-73060D, рег. №55898-13 Модуль управления R1 из состава ПЛК Персональный компьютер со свободным разъемом USB
	Резистор переменный 22 кОм 3 Вт	Резистор переменный ППБ-ЗА 3 Вт 22 кОм

Примечание: Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

** Программа и руководство по её эксплуатации расположены на сайте производителя.*

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Минтруда и Соцзащиты от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», а также требования безопасности и меры предосторожности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие Модуля Т1 следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений;
- отсутствие внутри Модуля Т1 незакрепленных предметов (определяется встряхиванием, переворачиванием);
- четкость обозначений, чистоту разъемов, наличие и целостность пломб.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Выдержать Модуль Т1 в условиях окружающей среды не менее 2 ч. согласно п. 3.1.

8.2 Проверка электрической прочности изоляции

8.2.1 Испытание электрической прочности изоляции Модуля Т1 проводят при отсутствии внешних соединений.

8.2.2 Подключают установку для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 к объединённым клеммам измерительных каналов (разъемы X1, X2, X4, X5 и X6) и объединённым контактам внутренней цепи (шина ПЛК, разъем X7) согласно схемы подключения указанной на рисунке 1.

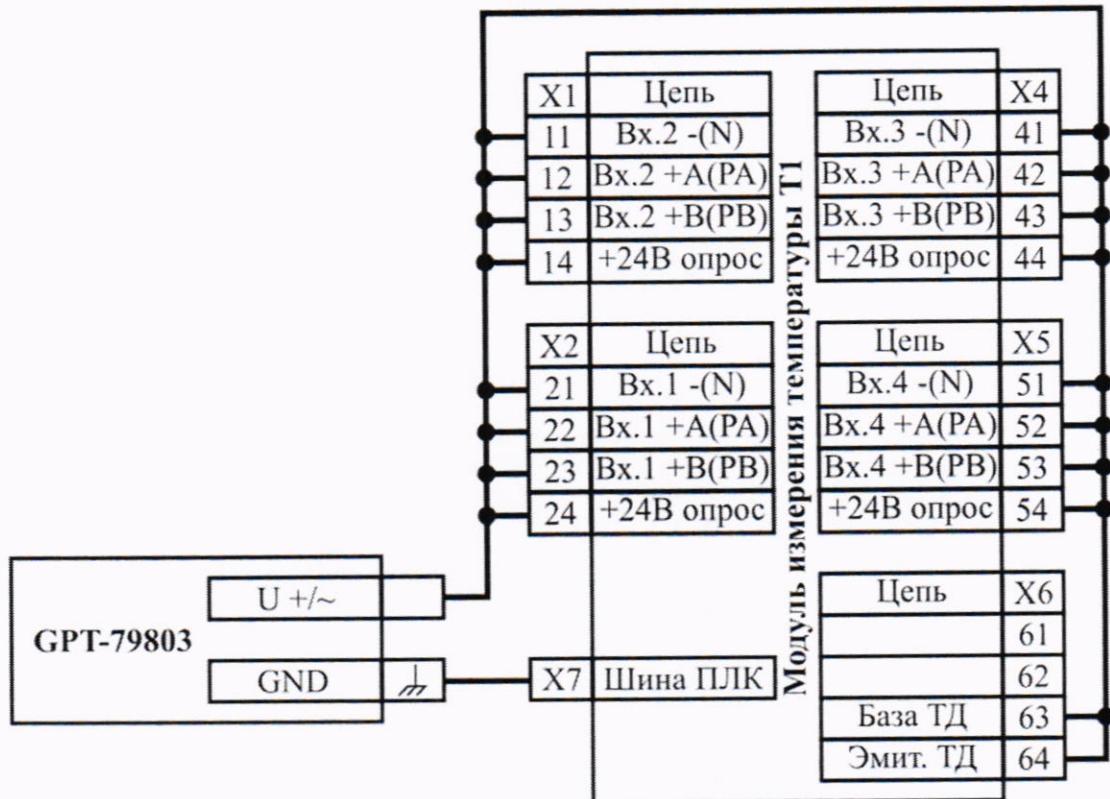


Рисунок 1 – Схема подключения для испытания электрической прочности

8.2.3 Изоляция электрических цепей должна выдерживать в течение 1 минуты действие испытательного напряжения 500 В постоянного тока без пробоя и перекрытия изоляции. Напряжение подают плавно или ступенчато за время (5–10) с, начиная с минимального до испытательного значения, равного 500 В. Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 минуты, затем напряжение плавно снижают с той же скоростью до минимального значения.

8.2.4 Результаты проверки считаются положительными, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции. Появление коронного разряда или шума при испытании не являются признаками неудовлетворительных результатов проверки.

8.3 Опробование

8.3.1 Целью опробования служит проверка работоспособности Модуля Т1.

8.3.2 Подключить калибратор Fluke 5502A к первому измерительному каналу – к выводам 21 (вход 1, отрицательный (N)), 22 (вход 1, положительный А (PA)) и 23 (вход 1, положительный В (PB)) Модуля Т1, согласно схемы подключения, указанной на рисунке 2.

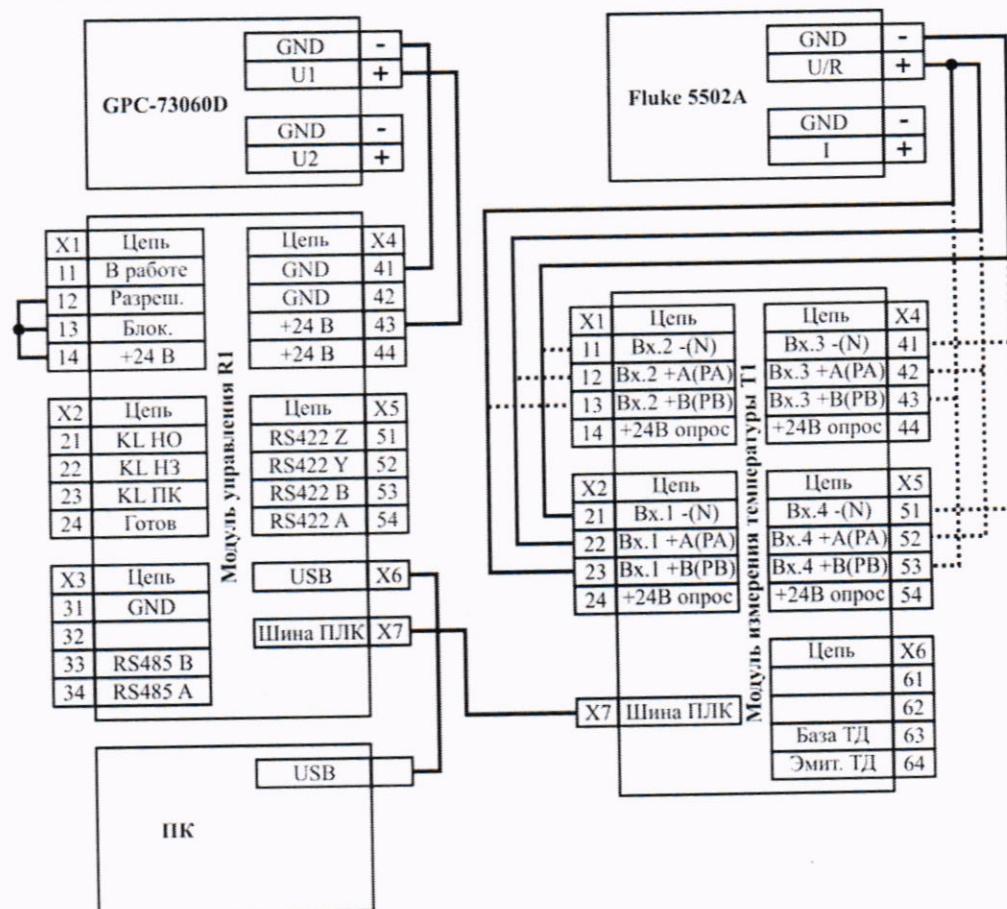


Рисунок 2 – Схема подключения для измерения температуры в режиме работы с термопреобразователями сопротивления

8.3.3 Включить питание модуля управления R1, установив на выходе источника питания постоянного тока GW Insteck GPC-73060D напряжение 24 В.

8.3.4 В программе проверки функционирования подключиться к модулю управления R1, перейти в режим проверки модуля T1 и выбрать режим измерения «Pt50».

8.3.5 Провести измерения значений температуры в 3 точках для всего диапазона измерений для режима измерения «Pt50» (например – минус 200 °C, 0 °C и плюс 850 °C):

- установить на калибраторе Fluke 5502A воспроизводимое значение электрического сопротивления эквивалентное измеряемому значению температуры согласно ГОСТ 6651-2009

«ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний»;

- в программе проверки функционирования считать измеренное значение температуры.

8.3.6 Повторить п. 8.3.5 методики поверки для оставшихся каналов – для этого подключить калибратор Fluke 5502A:

- к выводам 11 (вход 2, отрицательный (N)), 12 (вход 2, положительный A (PA)) и 13 (вход 2, положительный B (PB)) Модуля T1 для измерений во 2 канале;

- к выводам 41 (вход 3, отрицательный (N)), 42 (вход 3, положительный A (PA)) и 43 (вход 3, положительный B (PB)) Модуля T1 для измерений в 3 канале;

- к выводам 51 (вход 4, отрицательный (N)), 52 (вход 4, положительный A (PA)) и 53 (вход 4, положительный B (PB)) Модуля T1 для измерений в 4 канале.

8.3.7 При значительном отклонении значений измеряемой температуры от воспроизводимых значений, Модуль T1 признают непригодным к применению и дальнейшие операции не производятся.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения проводить визуально – номер версии ПО содержится на боковой стороне корпуса Модуля T1 (рисунок 3) и отображается в окне программы проверки функционирования, в режиме проверки модуля T1.

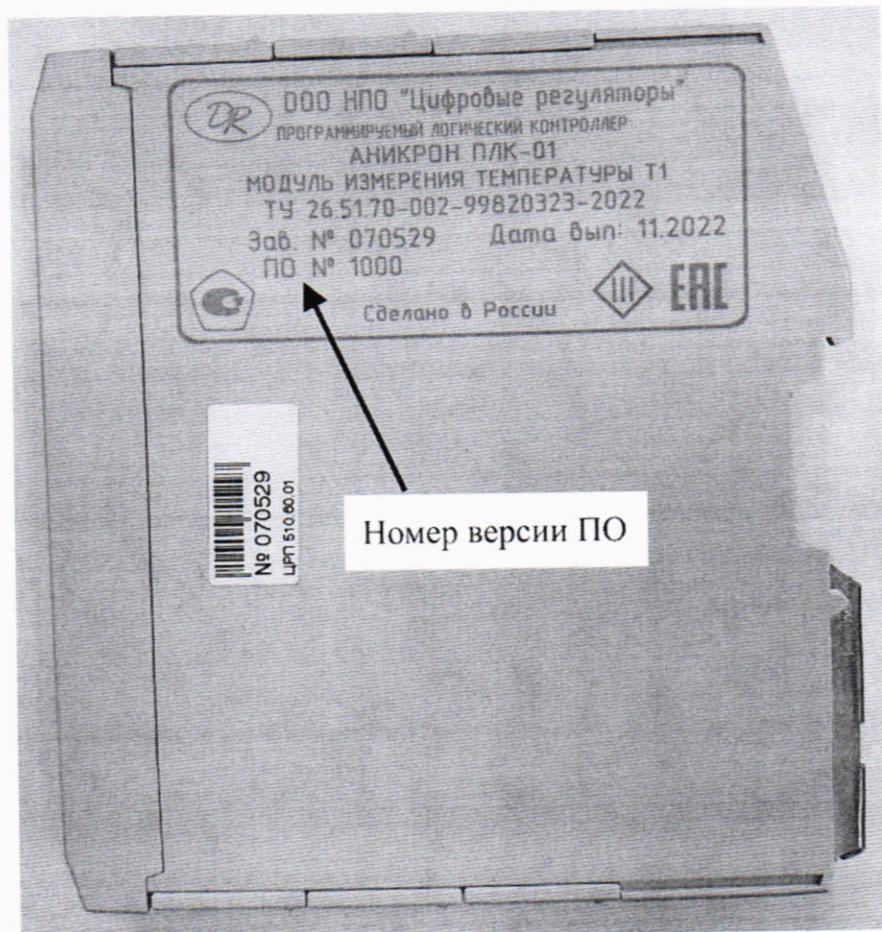


Рисунок 3 – Вид сбоку с нанесенной маркировкой

9.2 Номера версии встроенного ПО на боковой стороне и в программе проверки функционирования должны совпадать и соответствовать таблице 5.

Таблица 5 – Наименование ПО и идентификационные данные

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
Встроенное	–	1000 и выше

9.3 Модуль Т1 допускается к дальнейшей поверке, если номер версии программного обеспечения соответствует требованиям.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение приведенной относительной погрешности измерения температуры в режиме работы с термопреобразователями сопротивления

10.1.1 Подключить калибратор Fluke 5502A к первому измерительному каналу – к выводам 21 (вход 1, отрицательный (N)), 22 (вход 1, положительный A (PA)) и 23 (вход 1, положительный B (PB)) Модуля T1, согласно схемы подключения, указанной на рисунке 2.

10.1.2 Включить питание модуля управления R1, установив на выходе источника питания постоянного тока GW Instek GPC-73060D напряжение 24 В.

10.1.3 В программе проверки функционирования подключиться к модулю управления R1, перейти в режим проверки модуля T1 и выбрать режим измерения «Pt50».

10.1.4 Провести измерения значений в 5 точках для всего диапазона измерений:

- установить на калибраторе Fluke 5502A воспроизводимое значение электрического сопротивления эквивалентное измеряемому значению температуры согласно ГОСТ 6651-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний»;

- в программе проверки функционирования считать измеренное значение.

10.1.5 Для каждой точки рассчитать приведенную относительную погрешность измерения по формуле 1:

$$\gamma = \frac{X_{изм} - X_{эт}}{X_{max} - X_{min}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где $X_{изм}$ – измеренное значение;

$X_{эт}$ – воспроизводимое значение;

X_{min} и X_{max} – нижняя и верхняя границы диапазона измерений.

10.1.6 Повторить п.п. 10.1.4 и 10.1.5 для остальных режимов измерения: «Pt100», «Pt500», «Pt1000», «50P», «100P», «500P», «1000P», «Cu100», «Cu500», «Cu1000», «Ni100», «Ni500», «Ni1000» и «53M».

10.1.7 Повторить п.п. 10.1.3 - 10.1.6 методики поверки для оставшихся каналов – для этого подключить калибратор Fluke 5502A:

- к выводам 11 (вход 2, отрицательный (N)), 12 (вход 2, положительный A (PA)) и 13 (вход 2, положительный B (PB)) Модуля T1 для измерений во 2 канале;

- к выводам 41 (вход 3, отрицательный (N)), 42 (вход 3, положительный A (PA)) и 43 (вход 3, положительный B (PB)) Модуля T1 для измерений в 3 канале;

- к выводам 51 (вход 4, отрицательный (N)), 52 (вход 4, положительный A (PA)) и 53 (вход 4, положительный B (PB)) Модуля T1 для измерений в 4 канале.

10.2 Определение приведенной относительной погрешности измерения температуры в режиме работы с термопреобразователями напряжения

10.2.1 Подключить калибратор Fluke 5502A к первому измерительному каналу – выводы 21 (вход 1, отрицательный (N)) и 22 (вход 1, положительный A (PA)) Модуля T1, согласно схемы подключения, указанной на рисунке 4.

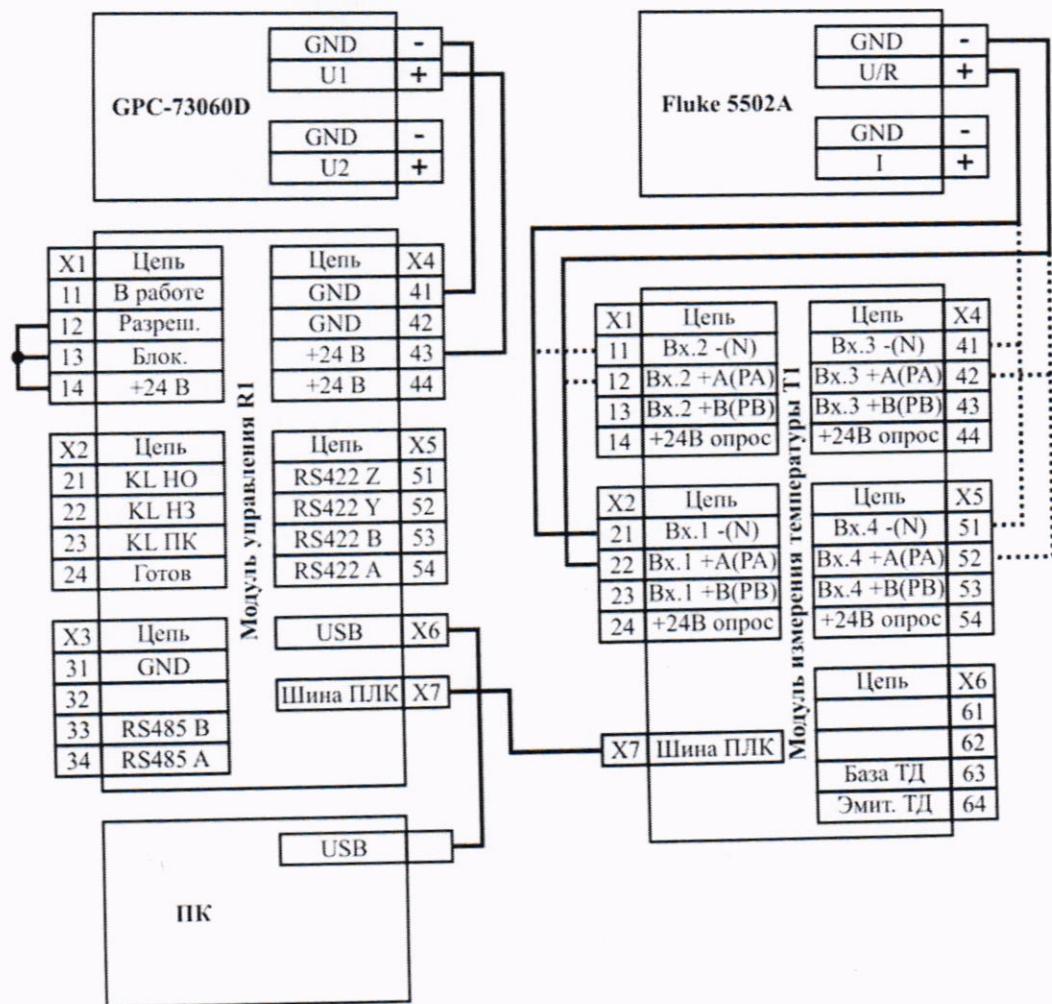


Рисунок 4 – Схема подключения для измерения температуры в режиме работы с термопреобразователями напряжения

10.2.2 Включить питание модуля управления R1, установив на выходе источника питания постоянного тока GW Instek GPC-73060D напряжение 24 В.

10.2.3 В программе проверки функционирования подключиться к модулю управления R1, перейти в режим проверки модуля T1 и выбрать режим измерения датчика «TXK (L)».

10.2.4 Провести измерения значений в 5 точках для всего диапазона измерений:

- установить на калибраторе Fluke 5502A воспроизводимое значение напряжения постоянного тока эквивалентное разнице температуры между измеряемым значением температуры на «рабочем конце» и «свободным концом» («Температура ХС» в программе проверки функционирования) согласно ГОСТ Р 8.585-2001 «ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования»;

- в программе проверки функционирования считать измеренное значение.

10.2.5 Для каждой точки рассчитать приведенную относительную погрешность измерения по формуле 1.

10.2.6 Повторить п.п. 10.2.4 и 10.2.5 для остальных режимов измерения: «ТЖК (J)», «ТНН (N)», «ТХА (K)», «ТПП (S)», «ТПП (R)», «ТПР (B)», «ТВР (A-1)», «ТВР (A-2)», «ТВР (A-3)», «ТМК (T)».

10.2.7 Повторить п.п. 10.2.3 - 10.2.6 методики поверки для оставшихся каналов – для этого подключить калибратор Fluke 5502A:

- к выводам 11 (вход 2, отрицательный (N)) и 12 (вход 2, положительный A (PA)) Модуля T1 для измерений во 2 канале;
- к выводам 41 (вход 3, отрицательный (N)) и 42 (вход 3, положительный A (PA)) Модуля T1 для измерений в 3 канале;



- к выводам 51 (вход 4, отрицательный (N)) и 52 (вход 4, положительный A (PA)) Модуля T1 для измерений в 4 канале.

10.3 Определение приведенной относительной погрешности измерения силы постоянного тока в режиме работы с датчиками токовой петли

10.3.1 Подключить вольтметр универсальный В7-78/1 в режиме измерения силы постоянного тока и переменный резистор R1 номиналом 22 кОм к первому измерительному каналу – к выводам 22 (вход 1, положительный A (PA)) и 24 (+24В для опроса датчиков) Модуля T1, согласно схемы подключения, указанной на рисунке 5.

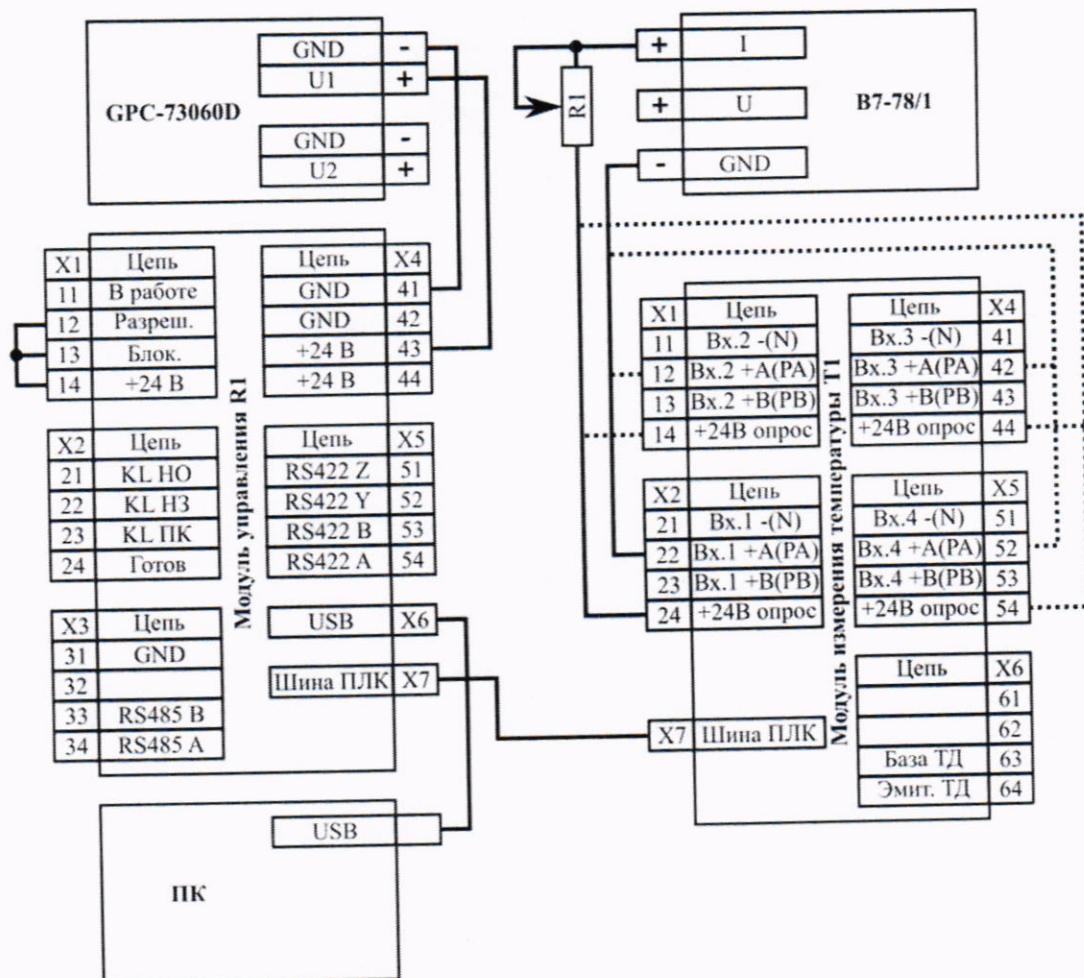


Рисунок 5 – Схема подключения для измерения силы постоянного тока в режиме работы с датчиками токовой петли

10.3.2 Включить питание модуля управления R1, установив на выходе источника питания постоянного тока GW Insteek GPC-73060D напряжение 24 В.

10.3.3 В программе проверки функционирования подключиться к модулю управления R1, перейти в режим проверки модуля T1 и выбрать режим измерения датчика токовой петли «4-20mA».

10.3.4 Провести измерения значений в 5 точках для всего диапазона измерений:

- задать переменным резистором R1 силу постоянного тока, фиксируя значение вольтметром универсальным В7-78/1;

- в программе проверки функционирования считать измеренное значение.

10.3.5 Для каждой точки рассчитать приведенную относительную погрешность измерения по формуле 1.

10.3.6 Повторить п.п. 10.3.4 и 10.3.5 для режима измерения «0-20mA».

10.3.7 Повторить п.п. 10.3.3 - 10.3.6 методики поверки для оставшихся каналов – для этого подключить:

- к выводам 12 (вход 2, положительный А (PA)) и 14 (+24В для опроса датчиков) Модуля Т1 для измерений во 2 канале;
- к выводам 42 (вход 3, положительный А (PA)) и 44 (+24В для опроса датчиков) Модуля Т1 для измерений в 3 канале;
- к выводам 52 (вход 4, положительный А (PA)) и 54 (+24В для опроса датчиков) Модуля Т1 для измерений в 4 канале.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения приведенных относительных погрешностей в разделе 10 методики поверки не превышают пределов погрешностей измерений, указанных в таблице 1. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

11.2 При положительных результатах поверки Модуль Т1 признаётся пригодным к применению (подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

11.3 При отрицательных результатах поверки Модуль Т1 признаётся непригодным к применению (соответствие метрологическим требованиям не подтверждено).

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляют протоколом, форма протокола произвольная.

12.2 При положительных результатах поверки Модуль Т1 признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений. Предусмотрено нанесение знака поверки на Модуль Т1, в виде приклеивания пломбировочной наклейки на крышку и корпус с боковой стороны.

12.3 При отрицательных результатах поверки Модуль Т1 признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и оформляют результаты в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.4 Сведения о результатах и объемах проведенной поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

Начальник сектора №32
Западно-Сибирского филиала
ФГУП «ВНИИФТРИ»

должность


подпись

Кузовников В.М.
Ф.И.О.