



Государственная система обеспечения единства измерений

Контроллеры программируемые логические VTC-01

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-360-2024

г. Чехов, 2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на контроллеры программируемые логические VTC-01 (далее по тексту – контроллеры) и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к Государственному первичному эталону:

- ГЭТ 4-91 в соответствии с приказом Росстандарта от 1 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»;

- ГЭТ 13-2023 в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. №1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- ГЭТ 14-2014 в соответствии с приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

1.3 Передача единиц величин при поверке осуществляется методом прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в Таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Кол-во каналов	Входной/ выходной сигнал	Диапазон измерений входного/ выходного сигнала	Дискретность	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾
1	2	3	4	5
Модуль ввода аналоговых сигналов в виде силы и напряжения постоянного тока AI8				
8	Сигналы напряжения постоянного тока	от -10 до +10 В	16 бит	$\pm 0,005$ В
	Сигналы силы постоянного тока	от 0 до 20 мА	16 бит	$\pm 0,01$ мА
Модуль ввода сигналов от термопреобразователей сопротивления RTD8				
8	Сигналы от термо- преобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009	Pt50	от -200 до +250 °C включ.	0,001 °C
			св. +250 до +850 °C	$\pm 0,23$ °C
		Pt100	от -200 до +250 °C включ.	$\pm 0,12$ °C
			св. +250 до +850 °C	$\pm 0,23$ °C
		Pt200	от -200 до +250 °C включ.	$\pm 0,15$ °C
			св. +250 до +850 °C	$\pm 0,3$ °C

Продолжение таблицы 1

Кол-во каналов	Входной/ выходной сигнал	Диапазон измерений входного/ выходного сигнала	Дискретность	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾
1	2	3	4	5
	Pt1000	от -200 до +250 °C включ.	Дискретность	±0,15 °C
		св. +250 до +850 °C		±0,3 °C
	50П	от -200 до +260 °C включ.		±0,12 °C
		св. +260 до +850 °C		±0,23 °C
	100П	от -200 до +260 °C включ.		±0,12 °C
		св. +260 до +850 °C		±0,23 °C
	500П	от -200 до +260 °C включ.		±0,15 °C
		св. +260 до +850 °C		±0,3 °C
	Cu50	от -50 до +200 °C		±0,1 °C
	Cu100	от -50 до +200 °C		±0,1 °C
	50M	от -180 до +200 °C		±0,1 °C
	100M	от -180 до +200 °C		±0,1 °C
8	Электрическое сопротивление постоянного электрического тока	от 10 до 100 Ом включ.	0,001 Ом	±0,02 Ом
		св. 100 до 200 Ом включ.		±0,04 Ом
		св. 200 до 400 Ом включ.		±0,08 Ом
		св. 400 до 1000 Ом включ.		±0,25 Ом
		св. 1000 до 2000 Ом включ.		±0,5 Ом
		св. 2000 до 4000 Ом		±1 Ом

Продолжение таблицы 1

Кол-во каналов	Входной/ выходной сигнал	Диапазон измерений входного/ выходного сигнала	Дискретность	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾	
1	2	3	4	5	
Модуль ввода сигналов от термоэлектрических преобразователей (термопар) ТС8					
8	Сигналы от термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 8.585-2001	ТПП (R)	от -50 до +1600 °C включ. св. +1600 до +1768 °C	0,001 °C	
		ТПП (S)	от -50 до +1768 °C	±1,35 °C	
		ТПР (B)	от +200 до +1820 °C	±1,2 °C	
		ТЖК (J)	от -210 до +345 °C включ. св. +345 до +1200 °C	±1,25 °C	
		ТМК (T)	от -210 до +365 °C включ. св. +365 до +400 °C	±0,25 °C	
		TXK и (E)	от -210 до +270 °C включ. св. +270 до +1000 °C	±0,35 °C	
		TXA (K)	от -270 до +460 °C включ. св. +460 до +1372 °C	±0,5 °C	
		THH (N)	от -270 до +550 °C включ. св. +550 до +1300 °C	±0,35 °C	
		TXK (L)	от -200 до +250 °C включ. св. +250 до +800 °C	±1 °C	
		TMK (M)	от -200 до +100 °C	±0,45 °C	
				±0,2 °C	
				±0,4 °C	
				±0,5 °C	
				±0,3 °C	
Модуль счетных импульсов EFC12					
12	Сигналы частоты следования импульсов	от 0 до 15 кГц включ. св. 15 до 100 кГц		0,001 Гц	
				±0,005 %	
4	Количество импульсов ²⁾	от 0 до 10^{13} имп.	1 имп.	±1 имп.	
Модуль измерения мостовых схем RMB4					
4	Сигналы от мостовых схем	Напряжение возбуждения мостовой схемы	от 1 до 2,5 В включ.	16 бит	
			св. 2,5 до 5 В включ.	±0,00125 В	
			св. 5 до 10 В	±0,0025 В	
	Дифференциальное напряжение мостовой схемы		от -10 до +10 мВ	±0,005 В	
			от -20 до +20 мВ	±0,015 мВ	
			от -40 до +40 мВ	±0,02 мВ	
				±0,04 мВ	

¹⁾ Пределы допускаемой основной погрешности в нормальных условиях (при температуре окружающей среды от +21 до +25 °C);

²⁾ Характеристики каналов модулей счета импульсов: погрешности указаны для каждого 1000000 импульсов, амплитуды импульса положительной полярности 5 В и минимальной длительности импульса 1 мкс;

Примечание - в % указаны пределы допускаемой приведенной погрешности (нормируемым значением для приведенной погрешности является максимальное значение диапазона измерений), в абсолютных величинах – пределы допускаемой абсолютной погрешности

1.5 Проверка контроллеров проводится в части отдельных функциональных измерительных модулей из состава контроллера. Проверка модулей проводится в установленном диапазоне измерений. Допускается проведение периодической поверки контроллеров в части отдельных измерительных каналов и (или) для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с письменным заявлением владельца контроллера с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.
Таблица 2 – Перечень операций 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	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Оформление результатов поверки	да	да	12

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Условия поверки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8.395-80, эксплуатационной документации на поверяемые средства измерений, правил содержания и применения эталонов, эксплуатационной документации средств измерений, применяемых в качестве поверки.

3.2 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 2 ;
- относительная влажность воздуха, не более, % до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационной документацией на средства поверки и поверяемые контроллеры.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяются средства поверки (основные и вспомогательные), перечисленные в таблице 3.

Таблица 3 – Основные средства 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 средств измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +10 °C до +50 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,2 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности в диапазоне измерений от 0 до 90 % с абсолютной погрешностью не более 2 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью ±0,3 кПа.</p>	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного электрического тока	<p>Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 в диапазоне воспроизведений от минус 10 до плюс 10 В</p>	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег.№ 70345-18
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного электрического тока	<p>Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1×10^{-16} до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 в диапазоне воспроизведений от 0 до 20 мА</p>	
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока	<p>Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 в диапазоне воспроизведений от 10 до 4000 Ом</p>	
п. 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления	<p>Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 в диапазоне воспроизведений до 4000 Ом</p>	

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. 10.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры преобразователями термоэлектрическими	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 в диапазоне воспроизведений до 80 мВ	
п. 10.6 Определение приведенной погрешности измерений частоты следования импульсов	Рабочий эталон 5-го разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 в диапазоне генерации от 0 до 100 кГц	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3422/1, Рег.№ 71343-18
п. 10.7 Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов	Рабочий эталон 5-го разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 в диапазоне генерации прямоугольных сигналов частотой 100 кГц с длительностью импульса 1 мкс и амплитудой напряжения импульсов 5 В	
п. 10.8 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения возбуждения мостовой схемы	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 в диапазоне воспроизведений от 1 до 10 В	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег.№ 70345-18
п. 10.9 Определение абсолютной погрешности измерений дифференциального напряжения мостовой схемы	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457 в диапазоне воспроизведений от минус 40 до плюс 40 мВ	
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

– общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

– правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 15 декабря 2020 года № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и контроллеры.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре контроллеров проверяется:

– соответствие внешнего вида, маркировки, комплектности описанию типа и эксплуатационной документации на контроллеры;

– отсутствие видимых повреждений контроллеров, которые могут повлиять на его работу.

7.2 Контроллеры, не отвечающие перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Перед проведением операций поверки провести контроль условий окружающей среды в помещении, где проводится поверка.

8.1.2 Провести измерения влияющих факторов, указанных в п.3, при помощи соответствующего средства измерений.

8.1.3 Результаты измерений влияющих факторов должны находиться в пределах, указанных в п.3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий окружающей среды в соответствии с п.3.

8.1.4 Перед началом поверки контроллеры необходимо выдержать в отключенном состоянии при условиях указанных в п.3, не менее двух часов.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование контроллеров проводить в следующей последовательности:

8.2.1.1 Подключить контроллер и функциональные модули, входящие в состав контроллера в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.2.2 При помощи персонального компьютера с установленным прикладным программным обеспечением (далее по тексту – внешнее ПО) подключиться к контроллеру в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.2.3 При опробовании контроллеров необходимо удостовериться, что после включения и подключения внешнего ПО контроллер функционирует в штатном режиме: загорелись индикаторы подключения, отсутствуют сообщения об ошибках в запущенном внешнем ПО.

8.2.2.4 Контроллеры, не отвечающие данному требованию, признаются непригодными к применению и дальнейшей поверке не подлежат.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Для идентификации программного обеспечения (далее – ПО) контроллеров необходимо запустить ПО.

9.2 После загрузки ПО в верхней левой части появившегося окна наблюдать наименование и номер версии ПО контроллера.

9.3 Для идентификации ПО функциональных модулей контроллера необходимо перейти по вкладке «Rack». В появившемся окне отобразится информация о ПО (наименование и номер версии ПО) функциональных модулей.

9.4 Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение						Внешнее ПО
	ВПО						
Идентификационное наименование ПО	PLU1	EFC12	AI8	RTD8	TC8	RMB4	VTmanager
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	v1.16a	v1.04a	v1.02a	v1.01a	v1.01a	v1.01a	v1.64
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-	-	-	-	-

9.5 Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, контроллер признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного электрического тока

10.1.1 Для определения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного электрического тока применяется калибратор многофункциональный Fluke 5522A (далее по тексту - калибратор) в режиме генерации напряжения постоянного электрического тока.

10.1.2 Подключить провода калибратора к сигнальным контактам разъема соответствующих модулей контроллеров (In+ и In-) соответствующего измерительного канала по схеме на рисунке 1 в соответствии с руководством по эксплуатации..

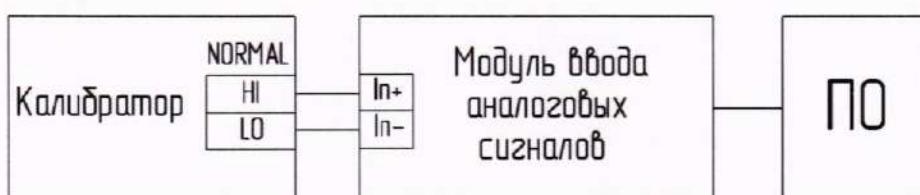


Рисунок 1 – Схема подключения для определения погрешностей

10.1.3 Абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного электрического тока определять для каждого измерительного канала (далее по тексту – ИК) модулей контроллеров и проводить не менее, чем в пяти контрольных точках ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) в следующих контрольных точках: -10 В, -5 В, 0 В, +5 В, +10 В для диапазона ИК от -10 В до +10 В, согласно таблице 5.

10.1.4 На калибраторе последовательно установить значения напряжения постоянного электрического тока и осуществлять отсчет по показаниям контроллера на экране персонального компьютера при помощи внешнего ПО.

10.1.5 Отсчет результатов показаний контроллера и калибратора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.1.6 Повторить операции по п. 4.10.2 – 4.10.4 для остальных ИК.

10.1.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного электрического тока для каждого ИК контроллера по формуле (1).

$$\Delta U = U_k - U_{\text{эт}}, \quad (1)$$

где U_k – показания контроллера, В

$U_{\text{эт}}$ – показания калибратора, В

10.1.8 Для каждого ИК контроллера заполнить таблицу 5.

Таблица 5 - Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного электрического тока измерительного канала контроллера

ИК	Контрольная точка, В	Заданное значение, $U_{\text{эт}}$, В	Макс. измеренное значение, U_k , В	Абсолютная погрешность, ΔU , В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, В	Результат
-10						
-5						
0						
+5						
+10						

10.1.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного электрического тока, не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного электрического тока

10.2.1 Для определения абсолютной погрешности измерений силы постоянного электрического тока применяется калибратор многофункциональный Fluke 5522A в режиме генерации силы постоянного электрического тока.

10.2.2 Подключить провода калибратора к сигнальным контактам разъема соответствующих модулей контроллеров (In+ и In-) соответствующего измерительного канала по схеме на рисунке 2 в соответствии с руководством по эксплуатации.

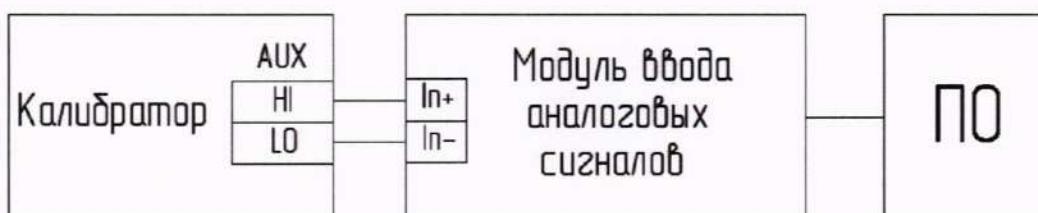


Рисунок 2 – Схема подключения для определения погрешностей

10.2.3 Абсолютную погрешность измерений силы постоянного электрического тока определять для каждого ИК контроллеров и проводить не менее, чем в пяти контрольных точках ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) в следующих контрольных точках: 0,5 мА, 5 мА, 10 мА, 15 мА, 20 мА для диапазона ИК от 0 до 20 мА, согласно таблице 6.

10.2.4 На калибраторе последовательно установить значения силы постоянного электрического тока и осуществлять отсчет по показаниям контроллера на экране персонального компьютера при помощи внешнего ПО.

10.2.5 Отсчет результатов показаний контроллера и калибратора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.2.6 Повторить операции по п. 10.2.2 – 10.2.4 для остальных ИК.

10.2.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного электрического тока для каждого ИК контроллера по формуле (2).

$$\Delta I = I_k - I_{\text{эт}}, \quad (2)$$

где I_k – показания контроллера, мА

$I_{\text{эт}}$ – показания калибратора, мА

10.2.8 Для каждого ИК контроллера заполнить таблицу 6.

Таблица 6 - Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного электрического тока измерительного канала контроллера

ИК	Контрольная точка, мА	Заданное значение, $I_{эт}$, мА	Макс. измеренное значение, I_k , мА	Абсолютная погрешность, Δ_I , мА	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, мА	Результат
	0,5					
	5					
	10					
	15					
	20					

10.2.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера абсолютная погрешность измерений силы постоянного электрического тока, не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока

10.3.1 Для определения абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока применяется калибратор многофункциональный Fluke 5522A в режиме генерации электрического сопротивления постоянного тока.

10.3.2 Подключить провода калибратора к сигнальным контактам ($In+$ и $In-$) и контактам возбуждения ($EX+$ и $EX-$) разъема соответствующих модулей контроллеров соответствующего измерительного канала по четырем проводной схеме на рисунке 3 в соответствии с руководством по эксплуатации.

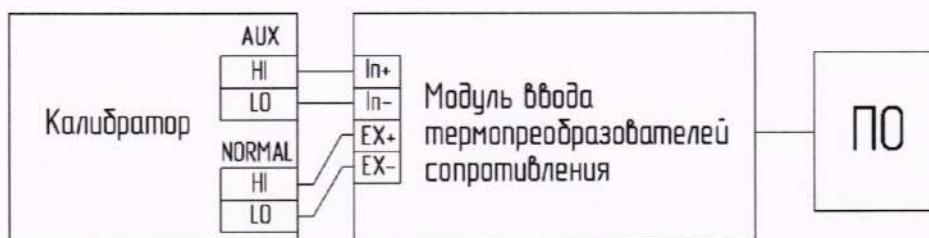


Рисунок 3 – Схема подключения для определения погрешностей

10.3.3 Абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления постоянного тока определять для каждого ИК и проводить не менее, чем в трех контрольных точках ($i = 1, 2, 3$) для каждого поддиапазона измерений в следующих контрольных точках: 10 Ом, 50 Ом, 100 Ом, 150 Ом, 200 Ом, 300 Ом, 400 Ом, 700 Ом, 1000 Ом, 1500 Ом, 2000 Ом, 3000 Ом, 4000 Ом, согласно таблице 7.

10.3.4 На калибраторе последовательно установить значения электрического сопротивления постоянного тока и осуществлять отсчет по показаниям контроллера на экране персонального компьютера при помощи внешнего ПО.

10.3.5 Отсчет результатов показаний контроллера и калибратора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.3.6 Повторить операции по п. 10.3.2 – 10.3.4 для остальных ИК.

10.3.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока для каждого ИК контроллера по формуле (3).

$$\Delta_R = R_k - R_{эт}, \quad (3)$$

где R_k – показания контроллера, Ом

$R_{эт}$ – показания калибратора, Ом

10.3.8 Для каждого ИК контроллера заполнить таблицу 7.

Таблица 7 - Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока измерительного канала контроллера

№ ИК	Контрольная точка, Ом	Заданное значение, $R_{\text{ЭТ}}$, Ом	Макс. измеренное значение, R_k , Ом	Абсолютная погрешность, ΔR , Ом	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, Ом	Результат
	10					
	50					
	100					
	150					
	200					
	300					
	400					
	700					
	1000					
	1500					
	2000					
	3000					
	4000					

10.3.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления постоянного тока, не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления

10.4.1 Для определения абсолютной погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления применяется калибратор многофункциональный Fluke 5522A в режиме генерации электрического сопротивления постоянного тока.

10.4.2 Подключить провода калибратора к сигнальным контактам ($In+$ и $In-$) и kontaktам возбуждения ($EX+$ и $EX-$) разъема соответствующих модулей контроллеров соответствующего измерительного канала по четырем проводной схеме по схеме на рисунке 4 в соответствии с руководством по эксплуатации.

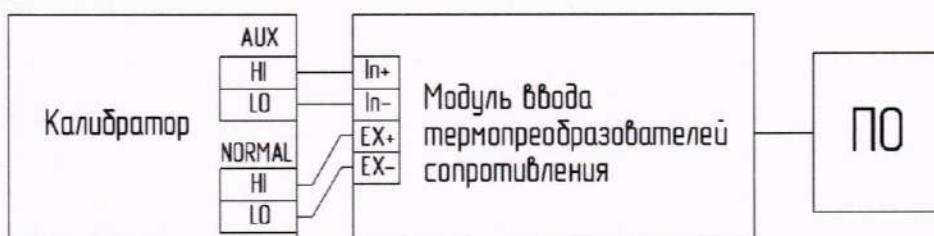


Рисунок 4 – Схема подключения для определения погрешностей

10.4.3 Абсолютную погрешность измерений температуры термопреобразователями сопротивления определять для каждого ИК и проводить не менее, чем в пяти контрольных точках X_{TCi} ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), равномерно распределенных внутри диапазона измерений, согласно таблице 8.

10.4.4 На измерительный канал модулей контроллера подавать значения электрического сопротивления постоянного тока R_i , эквивалентные значению температуры в соответствии с проверяемой номинальной статической характеристикой (НСХ) термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 и осуществлять отсчет по показаниям контроллера в температурном эквиваленте на экране персонального компьютера при помощи внешнего ПО.

10.4.5 Отсчет результатов показаний контроллера и калибратора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.4.6 Повторить операции по п. 10.4.2 – 10.4.4 для остальных ИК.

10.4.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления для каждого ИК контроллера по формуле (4).

$$\Delta_{TC} = T_k - X_{TCi}, \quad (4)$$

где X_{TCi} – значения проверяемых контрольных точек, °C

T_k – показания контроллера, °C

10.4.8 Для каждого ИК контроллера заполнить таблицу 8.

Таблица 8 - Определение абсолютной погрешности измерений температуры термопреобразователями сопротивления измерительного канала контроллера

№ ИК	Контрольная точка, X_{TCi} , °C	Задаваемое значение по ГОСТ 6651-2009, R_i , Ом	Макс. измеренное значение, T_k , °C	Абсолютная погрешность, Δ_{TC} , °C	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, °C	Результат
для термопреобразователей сопротивления типа: Pt 50						
-200	9,26					
+63	62,195					
+325	110,46					
+588	154,92					
+850	195,24					
для термопреобразователей сопротивления типа: Pt 100						
-200	18,52					
+63	124,39					
+325	220,92					
+588	309,84					
+850	390,48					
для термопреобразователей сопротивления типа: Pt 200						
-200	37,04					
+63	248,78					
+325	441,84					
+588	619,68					
+850	780,96					
для термопреобразователей сопротивления типа: Pt1000						
-200	185,2					
+63	1243,9					
+325	2209,2					
+588	3098,4					
+850	3904,8					
для термопреобразователей сопротивления типа: 50П						
-200	8,62					
+63	62,385					
+325	111,41					
+588	156,59					
+850	197,58					
для термопреобразователей сопротивления типа: 100П						
-200	17,24					
+63	124,77					
+325	222,82					
+588	313,18					
+850	395,16					
для термопреобразователей сопротивления типа: 500П						
-200	86,2					
+63	623,85					
+325	1114,1					
+588	1565,9					
+850	1975,8					

№ ИК	Контрольная точка, X_{TCi} , °C	Задаваемое значение по ГОСТ 6651-2009, R_i , Ом	Макс. измеренное значение, T_k , °C	Абсолютная погрешность, Δ_{TC} , °C	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, °C	Результат
для термопреобразователей сопротивления типа: Cu50						
-50	39,35					
+13	52,769					
+75	65,975					
+138	79,394					
+200	92,6					
для термопреобразователей сопротивления типа: Cu100						
-50	78,7					
+13	105,538					
+75	131,95					
+138	158,788					
+200	185,2					
для термопреобразователей сопротивления типа: 50M						
-180	10,265					
-85	31,575					
+10	52,14					
+105	72,47					
+200	92,8					
для термопреобразователей сопротивления типа: 100M						
-180	20,53					
-85	63,15					
+10	104,28					
+105	144,94					
+200	185,6					
для термопреобразователей сопротивления типа: Ni100						
-69	65,29					
-7	96,19					
+90	154,94					
130	183,34					
+180	223,21					
для термопреобразователей сопротивления типа: Ni1000						
-69	652,9					
-7	961,9					
+90	1549,4					
+130	1833,4					
+180	2232,1					

10.4.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера абсолютная погрешность измерений температуры термопреобразователями сопротивления не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры термоэлектрическими преобразователями

10.5.1 Для определения абсолютной погрешности измерений температуры термоэлектрическими преобразователями применяется калибратор многофункциональный Fluke 5522A в режиме генерации напряжения постоянного электрического тока.

10.5.2 Подключить провода калибратора к сигнальным контактам разъема соответствующих модулей контроллеров (+ и -) соответствующего измерительного канала по схеме на рисунке 5 в соответствии с руководством по эксплуатации.

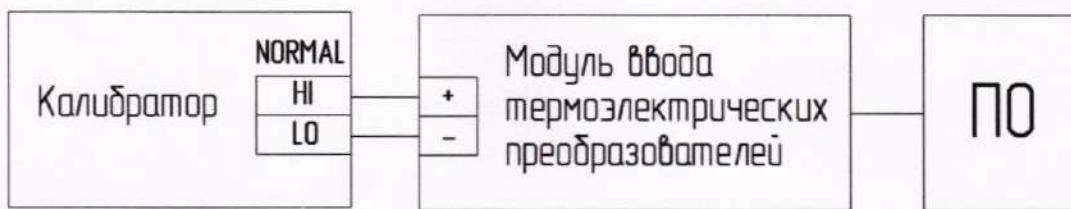


Рисунок 5 – Схема подключения для определения погрешностей

10.5.3 Абсолютную погрешность измерений температуры термоэлектрическими преобразователями определять для каждого ИК и проводить не менее, чем в пяти контрольных точках $X_{\text{ТП}i}$ ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), равномерно распределенных внутри диапазона измерений, согласно таблице 9.

10.5.4 На измерительный канал модулей контроллера подавать значение напряжения постоянного электрического тока U_i , эквивалентное значению температуры в соответствии с проверяемой номинальной статической характеристикой (НСХ) термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 8.585-2001 и осуществлять отсчет по показаниям контроллера в температурном эквиваленте на экране персонального компьютера при помощи внешнего ПО.

10.5.5 Отсчет результатов показаний контроллера и калибратора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.5.6 Повторить операции по п. 10.5.2 – 10.5.4 для остальных ИК.

10.5.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений температуры термоэлектрическими преобразователями для каждого ИК контроллера по формуле (5).

$$\Delta_{\text{ТП}} = T_k - X_{\text{ТП}i}, \quad (5)$$

где $X_{\text{ТП}i}$ – значения проверяемых контрольных точек, $^{\circ}\text{C}$

T_k – показания контроллера, $^{\circ}\text{C}$

10.5.8 Для каждого ИК контроллера заполнить таблицу 9.

Таблица 9 - Определение абсолютной погрешности измерений температуры термоэлектрическими преобразователями измерительного канала контроллера

№ ИК	Контрольная точка, $X_{\text{ТП}i}$, $^{\circ}\text{C}$	Заданное значение по ГОСТ 8.585-2001, U_i , мВ	Макс. измеренное значение, T_k , $^{\circ}\text{C}$	Абсолютная погрешность, $\Delta_{\text{ТП}}$, $^{\circ}\text{C}$	Предельы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, $^{\circ}\text{C}$	Результат
для термоэлектрических преобразователей типа: ТПП (R)						
-50	-0,226					
+404,5	3,46					
+859	8,685					
+1313,5	14,826					
+1768	21,101					
для термоэлектрических преобразователей типа: ТПП (S)						
-50	-0,236					
+404,5	3,307					
+859	7,992					
+1313,5	13,329					
+1768	18,693					
для термоэлектрических преобразователей типа: ТПР (B)						
+200	0,178					
+705	2,465					
+1210	6,89					
+1715	12,607					

№ ИК	Контрольная точка, $X_{ТПi}$, °C	Заданное значение по ГОСТ 8.585-2001, U_i , мВ	Макс. измеренное значение, T_k , °C	Абсолютная погрешность, Δ_{TP} , °C	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, °C	Результат
	+1820	13,82				
для термоэлектрических преобразователей типа: ТЖК (J)						
	-210	-8,095				
	+142,5	7,624				
	+495	27,113				
	+847,5	48,587				
	+1200	69,553				
для термоэлектрических преобразователей типа: ТМК (T)						
	-210	-5,753				
	-57,5	-2,087				
	+95	4,046				
	+247,5	11,902				
	+400	20,872				
для термоэлектрических преобразователей типа: ТХКн (E)						
	-210	-9,063				
	+92,5	5,848				
	+395	28,546				
	+697,5	52,953				
	+1000	76,373				
для термоэлектрических преобразователей типа: ТХА (K)						
	-270	-6,458				
	+140,5	5,775				
	+551	22,819				
	+961,5	39,787				
	+1372	54,886				
для термоэлектрических преобразователей типа: ТНН (N)						
	-270	-4,345				
	+122,5	3,466				
	+515	17,323				
	+907,5	32,683				
	+1300	47,513				
для термоэлектрических преобразователей типа: ТХК (L)						
	-200	-9,488				
	+50	3,306				
	+300	22,843				
	+550	44,709				
	+800	66,466				
для термоэлектрических преобразователей типа: ТМК (M)						
	-200	-6,154				
	-125	-4,455				
	50	2,252				
	75	3,462				
	100	4,722				

10.5.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера абсолютная погрешность измерений температуры термоэлектрическими преобразователями не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.6 Определение приведенной погрешности измерений частоты следования импульсов

10.6.1 Для определения приведенной погрешности измерений частоты следования импульсов применяется генератор сигналов специальной формы АКИП-3422/1 (далее по тексту - генератор) в режиме генерации частоты.

10.6.2 Подключить провода генератора к сигнальным контактам разъема соответствующих модулей контроллеров (**IO** и **IŌ**) соответствующего измерительного канала по схеме на рисунке 6 в соответствии с руководством по эксплуатации.



Рисунок 6 – Схема подключения для определения погрешностей

10.6.3 Приведенную погрешность измерений частоты следования импульсов определять для каждого ИК и проводить не менее, чем в трех контрольных точках ($i = 1, 2, 3$) для каждого поддиапазона измерений в следующих контрольных точках: 0 кГц, 10 кГц, 15 кГц, 50 кГц, 100 кГц, согласно таблице 10.

10.6.4 На генераторе последовательно установить значения частоты и осуществлять отсчет по показаниям контроллера на экране персонального компьютера при помощи внешнего ПО.

10.6.5 Отсчет результатов показаний контроллера и генератора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.6.6 Повторить операции по п. 10.6.2 – 10.6.4 для остальных ИК.

10.6.7 Рассчитать значения приведенной погрешности измерений частоты следования импульсов для каждого ИК контроллера по формуле (6).

$$\delta_F = \frac{F_k - F_{\text{эт}}}{F_N} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где $F_{\text{эт}}$ – показания генератора, Гц

F_k – показания контроллера, Гц

F_N – максимальное значение диапазона измерений, Гц

10.6.8 Для каждого ИК контроллера заполняют таблицу 10.

Таблица 10 - Определение приведенной погрешности измерений частоты следования импульсов измерительного канала контроллера.

№ ИК	Контрольная точка, Гц	Заданное значение, $F_{\text{эт}}$, Гц	Макс. измеренное значение, F_k , Гц	Приведенная погрешность, δ_F , %	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	Результат
	0					
	10000					
	15000					
	50000					
	100000					

10.6.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера приведенная погрешность измерений частоты следования импульсов не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.7 Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов

10.7.1 Для определения абсолютной погрешности измерений количества импульсов применяется генератор сигналов специальной формы АКИП-3422/1 в режиме пакетной модуляции.

10.7.2 Подключить провода генератора к сигнальным контактам разъема соответствующих модулей контроллеров (10 и 10) соответствующего измерительного канала по схеме на рисунке 7 в соответствии с руководством по эксплуатации.

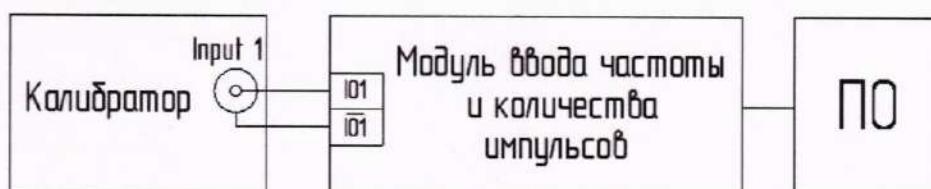


Рисунок 7 – Схема подключения для определения погрешностей

10.7.3 Настроить генератор на режим ручного запуска со следующими параметрами:

- форма сигнала – прямоугольная;
- частота следования импульсов 100 кГц;
- длительность импульса 1 мкс;
- нижний уровень напряжения 5 В;
- верхний уровень напряжения 24 В;
- количество импульсов равное 1000000.

10.7.4 Запустить генератор и после окончания счета импульсов считать показания контроллера.

10.7.5 Отсчет результатов показаний контроллера и генератора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.7.6 Повторить операции по п. 10.7.2 – 10.7.4 для остальных ИК.

10.7.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений количества импульсов для каждого ИК контроллера по формуле (7).

$$\Delta_N = N_k - N_s, \quad (7)$$

где N_s – количество импульсов, установленное на генераторе, имп.

N_k – количество импульсов по показаниям контроллера, имп.

10.7.8 Для каждого ИК контроллера заполняют таблицу 11.

Таблица 11 - Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов измерительного канала контроллера.

№ ИК	Количество импульсов по показаниям контроллера до начала измерений, N_0 , имп	Количество импульсов, установленное на генераторе, N_s , имп	Количество импульсов по показаниям контроллера, N_k , имп	Абсолютная погрешность, Δ_N , имп.	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, имп.	Результат

10.7.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера абсолютная погрешность измерений количества импульсов на каждые 1000000 импульсов не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.8 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения возбуждения мостовой схемы

10.8.1 Для определения абсолютной погрешности измерений напряжения возбуждения мостовой схемы применяется калибратор многофункциональный Fluke 5522A в режиме генерации напряжения постоянного электрического тока.

10.8.2 Подключить провода калибратора к контактам разъема соответствующего модуля контроллера ($In+$ и $In-$) соответствующего измерительного канала в соответствии со схемой на рисунке 8 в соответствии с руководством по эксплуатации.

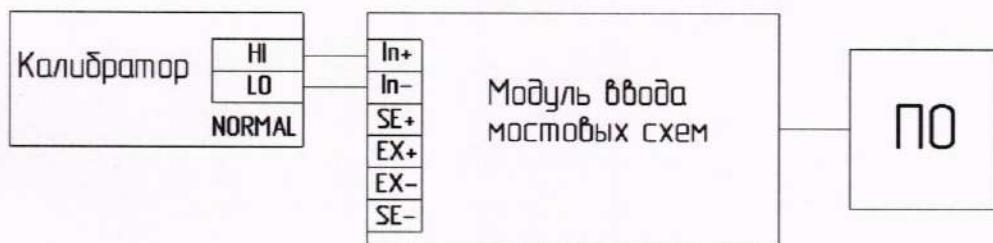


Рисунок 8 – Схема подключения для определения погрешностей

10.8.3 Абсолютную погрешность измерений напряжения возбуждения мостовой схемы определять для каждого ИК и проводить не менее, чем в трех контрольных точках ($i = 1, 2, 3$) для каждого поддиапазона измерений в следующих точках: 1 В, 1,75 В, 2,5 В, 3,75 В, 5 В, 7,5 В, 10 В, согласно таблице 12.

10.8.4 На калибраторе последовательно установить значения напряжения постоянного электрического тока и осуществлять отсчет по показаниям контроллера на экране персонального компьютера при помощи внешнего ПО.

10.8.5 Отсчет результатов показаний контроллера и калибратора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.8.6 Повторить операции по п. 10.8.2 – 10.8.4 для остальных ИК.

10.8.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений напряжения возбуждения мостовой схемы для каждого ИК контроллера по формуле (8).

$$\Delta_{U_B} = U_k - U_{\text{эт}}, \quad (8)$$

где U_k – показания контроллера, В

$U_{\text{эт}}$ – показания калибратора, В

10.8.8 Для каждого ИК контроллера заполнить таблицу 12.

Таблица 12 - Определение абсолютной погрешности измерений напряжения возбуждения мостовой схемы измерительного канала контроллера.

№ ИК	Контрольная точка, В	Заданное значение, $U_{\text{эт}}$, В	Макс. измеренное значение, U_k , В	Абсолютная погрешность, Δ_{U_B} , В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, В	Результат
1						
1,75						
2,5						
3,75						
5						
7,5						
10						

10.8.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера абсолютная погрешность измерений напряжения возбуждения мостовой схемы не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.9 Определение абсолютной погрешности измерений дифференциального напряжения мостовой схемы

10.9.1 Для определения абсолютной погрешности измерений дифференциального напряжения мостовой схемы применяется калибратор многофункциональный Fluke 5522A в

режиме генерации напряжения постоянного электрического тока.

10.9.2 Подключить провода калибратора к контактам разъема соответствующего модуля контроллера (SE+ и SE-) соответствующего измерительного канала в соответствии со схемой на рисунке 9 в соответствии с руководством по эксплуатации.

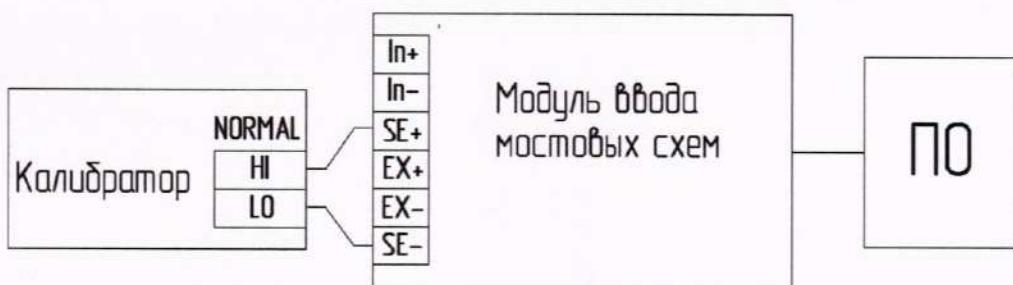


Рисунок 9 – Схема подключения для определения погрешностей

10.9.3 Абсолютную погрешность измерений дифференциального напряжения мостовой схемы определять для каждого ИК и проводить не менее, чем в пяти контрольных точках ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) для каждого поддиапазона измерений в следующих точках: -40 мВ, -30 мВ, -20 мВ, -15 мВ, -10 мВ, -5 мВ, 0 мВ, +5 мВ, +10 мВ, +15 мВ, +20 мВ, +30 мВ, +40 мВ, согласно таблице 13.

10.9.4 На калибраторе последовательно установить значения напряжения постоянного электрического тока и осуществлять отсчет по показаниям контроллера на экране персонального компьютера при помощи внешнего ПО.

10.9.5 Отсчет результатов показаний контроллера и калибратора осуществлять после их стабилизации, через 5-10 секунд после задания контрольного значения.

10.9.6 Повторить операции по п. 10.9.2 – 10.9.4 для остальных ИК.

10.9.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений дифференциального напряжения мостовой схемы для каждого ИК контроллера по формуле (9).

$$\Delta_{\text{Удиф}} = U_k - U_{\text{эт}}, \quad (9)$$

где U_k – показания контроллера, мВ

$U_{\text{эт}}$ – показания калибратора, мВ

10.9.8 Для каждого ИК контроллера заполнить таблицу 13.

Таблица 13 - Определение абсолютной погрешности измерений напряжения возбуждения мостовой схемы измерительного канала контроллера.

№ ИК	Контрольная точка, мВ	Заданное значение, $U_{\text{эт}}$, мВ	Макс. измеренное значение, U_k , мВ	Абсолютная погрешность, $\Delta_{\text{Удиф}}$, мВ	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений, мВ	Результат
-40						
-30						
-20						
-15						
-10						
-5						
0						
+5						
+10						
+15						
+20						
+30						
+40						

10.9.9 Результаты считаются положительными, если для каждого ИК модуля контроллера абсолютная погрешность измерений дифференциального напряжения мостовой схемы не превышают значений, указанных в таблице 1.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Процедуры обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик поверяемого контроллера, указаны в п. 10 настоящей методики поверки.

11.2 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия контроллера метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пунктах с 7 по 10, и соответствие действительных значений метрологических характеристик контроллера требованиям, установленным в таблице 1.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки контроллеров передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком 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, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

12.2 Результаты поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

12.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

К.М. Минабутдинова