



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора по науке

А.Ю. Кузин



«14» 04 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОНТРОЛЛЕРЫ СБОРА ДАННЫХ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ZET 037T

Методика поверки

РТ-МП-375-201/2-2026

г. Москва
2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР	6
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ	7
8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	8
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	14

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок контроллеров сбора данных тензометрических ZET 037T (далее – контроллеры).

1.2 Контроллеры предназначены для измерения электрических сигналов тензометрических и мостовых первичных измерительных преобразователей физических величин.

1.3 Определение метрологических характеристик контроллеров проводят методом прямых измерений, при котором на входе каждого измерительного канала воспроизводят эталонные значения коэффициента преобразования мостовой схемы (мВ/В), а результаты измерений считывают с дисплея компьютера под управлением операционной системой Windows с установленным программным обеспечением ZETLAB.

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 «Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения гэт13-2023;

- передача единицы переменного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706 «Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 \div 3 \cdot 10^7$ Гц: гэт89-2008.

2 Перечень операций поверки

2.1 Для поверки контроллеров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Подготовка к поверке	Да	Да	7.1
Контроль условий поверки	Да	Да	7.2
Опробование средства измерений	Да	Да	7.3
Проверка программного обеспечения	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	9

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Экспериментальные работы по определению метрологических характеристик контроллеров выполняют в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C от +21 до +25;
- относительная влажность, %, не более 80.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 В таблице 2 приведены метрологические и технические требования к средствам поверки.

Таблица 2 - Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 7.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +21 до +25 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 0,5$ °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 3,0$ %	Измерители-регистраторы параметров микроклимата ТКА-ПКЛ (26)-Д, рег. № 76454-19 (далее - средство контроля условий поверки)
п. 7.3 Опробование; п. 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Крейт, предназначенный для установки плат контроллера, распределения питания и организации обмена данными с компьютером	Блок регистрации многоканальной измерительной системы ZET 037
п. 9.1 Определение основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (постоянный ток)	Эталоны коэффициента преобразования мостовой схемы (отношения напряжений) в диапазоне воспроизведения от 0 до 100 мВ/В на постоянном токе, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов по локальной поверочной схеме (ЛПС), обеспечивающей прослеживание к государственному первичному эталону единицы постоянного электрического напряжения.	Калибраторы K148, рег. № 41772-09 (далее - калибратор мВ/В)
	Эталоны единицы постоянного электрического напряжения, в т.ч. средства измерений, применяемые в качестве эталонов, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов 2 разряда по Приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне измерений от 0 до 10 В.	Мультиметры цифровые прецизионные Fluke 8508A, рег. № 25984-14; Мультиметры цифровые 34470A рег. № 63371-16; Калибраторы-вольтметры универсальные H4-12, рег. № 37463-08 (далее - вольтметры)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 9.1 Определение основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (постоянный ток)	Три магазина сопротивлений класса точности не ниже 0,05, обеспечивающие установку электрического сопротивления в диапазоне от 1 до 350 Ом с дискретностью не менее 0,5 Ом	Магазины сопротивлений ПрофКИП Р33, ПрофКИП Р4831, ПрофКИП МСР, ПрофКИП МСМ, ПрофКИП Р4834, рег. № 80016-20 (далее - магазины сопротивлений)
п. 9.2 Определение основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (переменный ток)	Эталоны коэффициента преобразования мостовой схемы (отношения напряжений) в диапазоне воспроизведения от 0 до 100 мВ/В на переменном токе, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов по локальной поверочной схеме (ЛПС), обеспечивающей прослеживание к государственному первичному эталону единицы переменного электрического напряжения.	Калибраторы К148, рег. № 41772-09 (калибратор мВ/В)
п. 9.3 Определение неравномерности динамической амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и различия АЧХ разных измерительных каналов контроллера	Эталоны единицы постоянного электрического напряжения, в т.ч. средства измерений, применяемые в качестве эталонов, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов 2 разряда по Приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне измерений от 0 до 10 В.	Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12, рег. № 37463-08; Мультиметры цифровые 34470А рег. № 63371-16 (вольтметры)
	Эталоны единицы переменного электрического напряжения, в т.ч. средства измерений, применяемые в качестве эталонов, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов 3 разряда по Приказу Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706 в диапазоне измерений от 0 до 10 В.	Мультиметры цифровые прецизионные Fluke 8508А, рег. № 25984-14; Мультиметры цифровые 34470А рег. № 63371-16 (вольтметры)
	Эталоны единицы частоты, в т.ч. средства измерений, применяемые в качестве эталонов, соответствующие требованиям не ниже рабочих эталонов 5 разряда по Приказу Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 в диапазоне воспроизведения от 3 до 2000 Гц с возможностью работы в двухканальном режиме с синхронным сопровождением и инверсией.	Генераторы сигналов произвольной формы 33512В, рег. № 72915-18 (далее - двухканальный синхронный генератор)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 9.3 Определение неравномерности динамической амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и различия АЧХ разных измерительных каналов контроллера	Магазин сопротивлений или мера сопротивлений класса точности не ниже 0,05, обеспечивающие установку электрического сопротивления значением 350 Ом	Магазины сопротивлений ПрофКИП Р33, ПрофКИП Р4831, ПрофКИП МСР, ПрофКИП МСМ, ПрофКИП Р4834, рег. № 80016-20 (магазин сопротивлений)
Примечания 1 рег. № - регистрационный номер средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее - ФИФ ОЕИ). 2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. 3 Погрешности установки входных электрических сигналов от схем подключений с эталонами в условиях поверки не должны быть более 1/3 пределов допускаемых погрешностей поверяемого средства измерений		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении экспериментальных работ следует соблюдать требования по охране труда, предусмотренные документами «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н), ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», ГОСТ IEC 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», действующими местными инструкциями по технике безопасности, указаниями по безопасности, приведенными в эксплуатационно-технической документации на контроллеры, используемые эталоны, средства измерений и испытательное оборудование.

6 Внешний осмотр

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверяют комплектность поверяемого контроллера на соответствие описанию типа и эксплуатационной документации.

6.1.2 Проверяют маркировку поверяемого контроллера с указанием типа и заводского номера на соответствие требованиям эксплуатационной документации.

6.1.3 Контроллер, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки, проводные линии связи и т. д.) не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены.

6.2 При обнаружении несоответствий по п. 6.1 дальнейшие операции по поверке контроллера прекращают до устранения выявленных несоответствий.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка к поверке.

7.1.1 Проводят проверку наличия и изучают следующие документы:

- эксплуатационно-техническую документацию на контроллеры;
- описание типа контроллеров.

7.1.2 Устанавливают контроллер в блок регистрации (крейт) для организации питания и обмена данными, осуществляют подключение линий связи и устанавливают настройки, необходимые для визуализации результатов измерений на дисплее компьютера под управлением операционной системой Windows с предварительно установленным программным обеспечением (далее - ПО) ZETLAB.

7.1.3 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.2 Контроль условий поверки

7.2.1 В непосредственной близости от поверяемого контроллера с применением средств контроля условий поверки измеряют значения температуры и влажности окружающего воздуха.

7.2.2 Проверяют соответствие измеренных значений допускаемым условиям проведения поверки, указанным в п. 3.1, после чего заносят измеренные значения в протокол поверки.

7.2.3 При обнаружении несоответствий дальнейшие работы приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

7.3 Опробование

7.3.1 Опробование контроллера проводят не ранее, чем через 10 минут после его подключения к источнику питания.

7.3.2 Запускают ПО ZETLAB. Запускают программу «Диспетчер устройств» из меню «Сервисные» панели ZETLAB. Нажатием правой кнопкой мыши на названии устройства вызывают контекстное меню и выбирают «Настройки по умолчанию».

7.3.3 Двойным нажатием левой кнопки мыши открывают свойства модуля ZET 037T. Выставляют следующие параметры:

- тип датчика – пользовательский;
- схема измерения – мостовая (шестипроводная) DC;
- ток питания – 5 мА.

7.3.4 В настройках опробуемого измерительного канала выставляют следующие параметры:

- сопротивление датчика – 350 Ом;
- чувствительность – 1 (мВ/В)/(мВ/В);
- смещение постоянной составляющей – 0 мВ/В;
- диапазон – 7,81 мВ/В (КУ 128)

7.3.5 Запускают программу «Вольтметр постоянного тока» из меню «Измерение» панели ZETLAB, в которой выбирают первый измерительный канал контроллера.

7.3.6 Подключают калибратор мВ/В к опробуемому измерительному каналу контроллера и устанавливают на выходе калибратора значение отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (далее - коэффициент преобразования мостовой схемы) 2 мВ/В.

7.3.7 Результаты опробования считают положительными, если показания опробуемого канала на дисплее компьютера соответствуют заданным параметрам сигнала.

При получении отрицательного результата опробования дальнейшие работы по поверке приостанавливают и проводят консультации с владельцем средства измерений и/или изготовителем о необходимости настройки и/или ремонта прибора.

7.3.8 Повторяют пп. 7.3.4 - 7.3.7 для остальных измерительных каналов контроллера.

8 Проверка программного обеспечения

8.1 Проверяют хэш-сумму md5 метрологически значимой части ПО, отображаемую в окне «О программе» ПО ZETLAB, на соответствие данным, приведённым в разделе «Программное обеспечение» описания типа контроллеров.

8.2 Результаты проверки считают положительными, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в разделе «Программное обеспечение» описания типа контроллеров.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

9.1 Определение основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (постоянный ток).

9.1.1 В ПО ZETLAB запускают программу «Диспетчер устройств» меню «Сервисные» панели ZETLAB, двойным нажатием левой кнопки мыши открывают свойства модуля ZET 037T. Выставляют следующие параметры:

- тип датчика – пользовательский;
- схема измерения – мостовая (шестипроводная) DC;
- ток питания – 5 мА.

9.1.2 В настройках проверяемого измерительного канала контроллера выставляют следующие параметры:

- сопротивление датчика – 350 Ом;
- чувствительность – 1 (мВ/В)/(мВ/В);
- смещение постоянной составляющей – 0 мВ/В;
- диапазон – 7,8 мВ/В (КУ 128).

9.1.3 В ПО ZETLAB запускают программу «Вольтметр постоянного тока» меню «Измерение» панели ZETLAB и выбирают проверяемый измерительный канал контроллера.

9.1.4 Подключают калибратор мВ/В к проверяемому измерительному каналу контроллера при помощи согласующего кабеля.

9.1.5 Выбирают 4 контрольных значения $K_{эт.i}$, мВ/В, в контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4$, равномерно распределенных по настроенному диапазону измерений коэффициента преобразования мостовой схемы (например, -7 мВ/В; -4 мВ/В; 3 мВ/В; 7 мВ/В) и заносят их в протокол поверки.

9.1.6 Устанавливают на выходе калибратора значение коэффициента преобразования мостовой схемы, равное 0 мВ/В. С дисплея компьютера для проверяемого измерительного канала проводят не менее 4 отсчетов показаний коэффициента преобразования мостовой схемы в нулевой точке (смещение нуля) и выбирают из них результат K_0 , мВ/В, наиболее отклоняющийся от нуля, и заносят его в протокол поверки.

9.1.7 Последовательно устанавливают на выходе калибратора мВ/В значения $K_{эт.i}$, мВ/В, с дисплея компьютера для проверяемого измерительного канала в каждой точке проводят не менее 4 отсчетов показаний коэффициента преобразования мостовой схемы и выбирают из них результат $K_{изм.i}$, мВ/В, наиболее отклоняющийся от контрольного значения, и заносят его в протокол поверки.

9.1.8 Вычисляют и заносят в протокол поверки приведенные погрешности γ_i , %, проверяемого измерительного канала в каждой контрольной точке по формуле

$$\gamma_i = \frac{(K_{изм.i} - K_0) - K_{эт.i}}{K_N} \cdot 100 \quad (1)$$

где, K_N - нормирующее значение, равное 14 мВ/В.

9.1.9 В настройках проверяемого измерительного канала контроллера изменяют параметр: диапазон – 31,25 мВ/В (КУ 32).

9.1.10 Выбирают 4 контрольных значения $K_{эт.i}$, мВ/В, в контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4$, равномерно распределенных по настроенному диапазону измерений коэффициента преобразования мостовой схемы (например, -30 мВ/В; -20 мВ/В; 10 мВ/В; 30 мВ/В) и заносят их в протокол поверки.

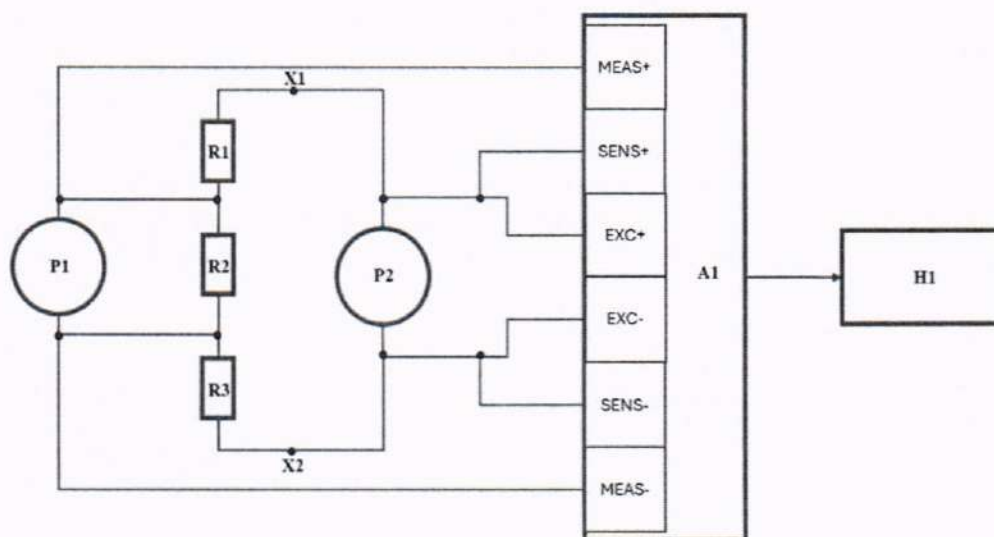
9.1.11 Выполняют операции по пп. 9.1.6 - 9.1.8 (в формулу (1) подставляют значение K_N , равное 60 мВ/В).

9.1.12 В настройках проверяемого измерительного канала контроллера изменяют параметр: диапазон – 125 мВ/В (КУ 8).

9.1.13 Выбирают 2 контрольных значения $K_{эт.i}$, мВ/В, в контрольных точках $i = 1, 2$, симметрично расположенных относительно нуля в диапазоне измерений коэффициента преобразования мостовой схемы (например, -100 мВ/В; 100 мВ/В) и заносят их в протокол поверки.

9.1.14 Выполняют операции по пп. 9.1.6 - 9.1.8 (в формулу (1) подставляют значение K_N , равное 240 мВ/В).

9.1.15 Собирают схему подключений в соответствии с рисунком 1, подключая три магазина сопротивлений и два вольтметра постоянного электрического тока к проверяемому измерительному каналу контроллера при помощи согласующего кабеля.



где

R1, R2 и R3 - соответственно 1-й, 2-й и 3-й магазины сопротивлений,

P1 и P2 - соответственно 1-й и 2-й вольтметры постоянного электрического тока,

X1 и X2 - соединения для инверсии полярности,

A1 - канал контроллера,

H1 - компьютер с установленным ПО ZETLAB.

Рисунок 1 – Схема подключений при определении основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (постоянный ток) в контрольных точках свыше 100 мВ/В.

9.1.16 На магазинах сопротивлений устанавливают значения электрического сопротивления в соответствии с таблицей 3, обеспечивающие значение коэффициента преобразования мостовой схемы, равное 0 мВ/В, с дисплея компьютера для проверяемого

измерительного канала проводят не менее 4 отсчетов показаний коэффициента преобразования мостовой схемы в нулевой точке (смещение нуля) и выбирают из них результат K_0 , мВ/В, наиболее отклоняющийся от нуля, и заносят его в протокол поверки. Затем устанавливают следующие значения электрического сопротивления, обеспечивающие значение коэффициента преобразования мостовой схемы, равное 120 мВ/В: $R1 = R3 = 154 \text{ Ом}$; $R2 = 42 \text{ Ом}$.

9.1.17 С органов индикации вольтметра P1 считывают измеренное значение выходного напряжения мостовой схемы U_1 , мВ, а с органов индикации вольтметра P2 - считывают значение напряжения питания измерительной схемы U_2 , В.

9.1.18 Определяют контрольное значение коэффициента преобразования мостовой схемы $K_{эт.i}$, мВ/В, установленное на входе проверяемого канала контроллера по формуле

$$K_{эт.i} = \frac{U_1}{U_2} \quad (2)$$

9.1.19 С дисплея компьютера для проверяемого измерительного канала проводят не менее 4 отсчетов показаний коэффициента преобразования мостовой схемы и выбирают из них результат $K_{изм.i}$, мВ/В, наиболее отклоняющийся от контрольного значения, и заносят его в протокол поверки.

9.1.20 Вычисляют и заносят в протокол поверки приведенную погрешность γ_i , %, проверяемого измерительного канала в контрольной точке в процентах от диапазона измерений по формуле (1), в которую подставляют значение K_N , равное 240 мВ/В.

9.1.21 Выполняют взаимное перепоключение цепей в точках X1 и X2 для инверсии полярности и повторяют операции по пп. 9.1.17 - 9.1.20, после чего возвращают первоначальную полярность.

9.1.22 В настройках проверяемого измерительного канала контроллера изменяют параметр: диапазон – 1000 мВ/В (КУ 1).

9.1.23 На магазинах сопротивлений устанавливают значения электрического сопротивления в соответствии с таблицей 3, обеспечивающие значение коэффициента преобразования мостовой схемы, равное 0 мВ/В, с дисплея компьютера для проверяемого измерительного канала проводят не менее 4 отсчетов показаний коэффициента преобразования мостовой схемы в нулевой точке (смещение нуля) и выбирают из них результат K_0 , мВ/В, наиболее отклоняющийся от нуля, и заносят его в протокол поверки.

9.1.24 На магазинах сопротивлений последовательно устанавливают значения электрического сопротивления в соответствии с таблицей 3, обеспечивающие значения коэффициента преобразования мостовой схемы, равные 500 мВ/В и 1000 мВ/В, и выполняют операции по пп. 9.1.17 - 9.1.21 (в формулу (1) подставляют значение K_N , равное 2000 мВ/В).

Таблица 3

Коэффициент преобразования мостовой схемы, мВ/В	R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом
0	175,0	0,0	175,0
500	87,5	175,0	87,5
1000	0,0	350	0,0
Примечание - Для имитации сопротивления, равного 0 Ом, отключают соответствующий магазин сопротивлений от измерительной цепи и соединяют освободившиеся проводники между собой (непосредственно или через низкоомную перемычку), либо устанавливают на клеммы магазина короткозамкнутую перемычку, предварительно отключив питание			

9.1.25 Повторяют операции по пп. 9.1.2 - 9.1.24 для остальных измерительных каналов контроллера.

9.1.26 Результаты определения основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (постоянный ток), считают положительными, если для каждого полученного значения погрешности γ_i , %, выполняется неравенство $[|\gamma_i| \leq 0,05 \ %]$ в диапазонах измерений до ± 120 мВ/В включительно или неравенство $[|\gamma_i| \leq 0,10 \ %]$ в диапазоне измерений ± 1000 мВ/В.

9.2 Определение основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (переменный ток).

9.2.1 В ПО ZETLAB запускают программу «Диспетчер устройств» меню «Сервисные» панели ZETLAB, двойным нажатием левой кнопки мыши открывают свойства модуля ZET 037T. Выставляют следующие параметры:

- тип датчика – пользовательский;
- схема измерения – мостовая (шестипроводная) АС;
- ток питания – 5 мА.

9.2.2 Для проверяемого измерительного канала выполняют операции по пп. 9.1.2 - 9.1.14.

9.2.3 В настройках проверяемого измерительного канала контроллера изменяют параметр: диапазон – 1000 мВ/В (КУ 1).

9.2.4 Выполняют операцию по п. 9.1.13, затем операции по пп. 9.1.6 - 9.1.8 (в формулу (1) подставляют значение K_N , равное 2000 мВ/В).

9.2.5 Повторяют операции по пп. 9.2.2 - 9.2.4 для остальных измерительных каналов контроллера.

9.2.6 Результаты определения основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования отношения выходного напряжения к напряжению питания мостовой схемы (переменный ток), считают положительными, если для каждого полученного значения погрешности γ_i , %, выполняется неравенство $[|\gamma_i| \leq 0,05 \ %]$ в диапазонах измерений до ± 120 мВ/В включительно или неравенство $[|\gamma_i| \leq 0,10 \ %]$ в диапазоне измерений ± 1000 мВ/В.

9.3 Определение неравномерности динамической амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и различия АЧХ разных измерительных каналов контроллера.

9.3.1 В ПО ZETLAB запускают программу «Диспетчер устройств» меню «Сервисные» панели ZETLAB, двойным нажатием левой кнопки мыши открывают свойства модуля ZET 037T. Выставляют следующие параметры:

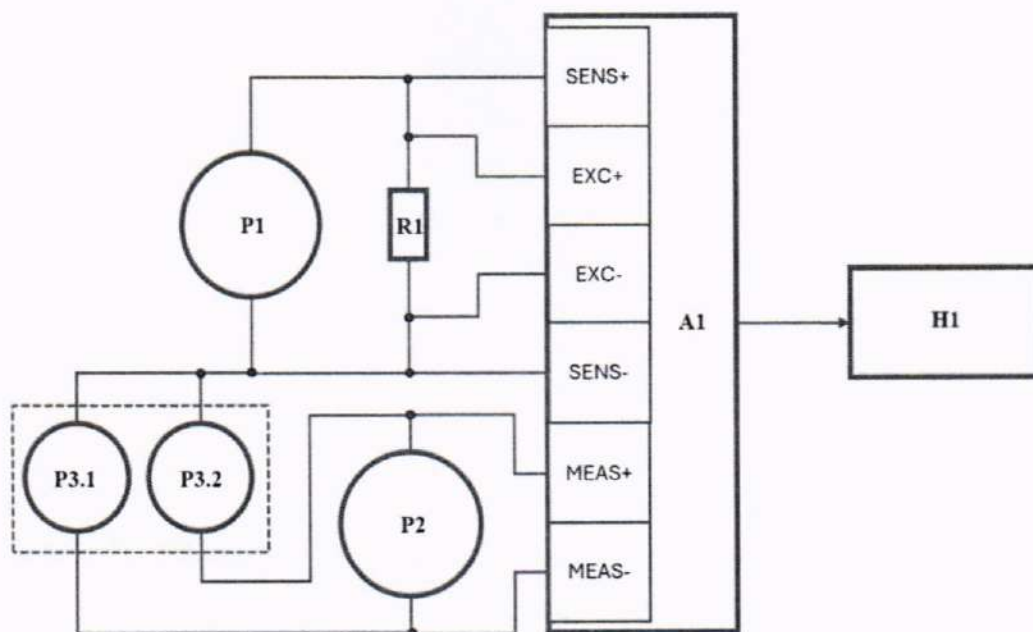
- тип датчика - пользовательский;
- схема измерения - мостовая (шестипроводная) DC;
- ток питания – 5 мА.

9.3.2 В настройках проверяемого измерительного канала контроллера выставляют следующие параметры:

- сопротивление датчика – 350 Ом;
- чувствительность – 1 (мВ/В)/(мВ/В);
- смещение постоянной составляющей – 0 мВ/В;
- диапазон – 1000 мВ/В (КУ 1).

9.3.3 В ПО ZETLAB запускают программу «Узкополосный спектр», выбирают проверяемый измерительный канал контроллера и выставляют следующие настройки: тип представления - среднее квадратичное, частотный диапазон - 2000 Гц; частотное разрешение - 0,1 Гц, усреднение - 3 с.

9.3.4 Собирают схему подключений в соответствии с рисунком 2, подключая магазин сопротивлений с установленным значением 350 Ом, вольтметр постоянного электрического тока для контроля постоянной составляющей сигнала, вольтметр переменного электрического тока для контроля переменной составляющей сигнала и двухканальный синхронный генератор к проверяемому измерительному каналу контроллера при помощи согласующего кабеля.



где

R1 - магазин сопротивлений с установленным значением 350 Ом,

P1 - вольтметр постоянного электрического тока,

P2 - вольтметр переменного электрического тока,

P3.1 и P3.2 - соответственно 1-й и 2-й каналы синхронного генератора,

A1 - канал контроллера,

H1 - компьютер с установленным ПО ZETLAB.

Рисунок 2 – Схема подключений при определении неравномерности динамической АЧХ и различия АЧХ разных измерительных каналов контроллера.

9.3.5 Выбирают не менее 5 контрольных значений F_i , Гц, в контрольных точках $i = 1, 2, 3, 4, 5$, равномерно распределённых по диапазону значений частоты сигнала (например, 10 Гц; 500 Гц; 1000 Гц; 1500 Гц; 2000 Гц) и заносят их в протокол поверки.

9.3.6 Настраивают двухканальный режим работы (Dual Channel Operation) генератора с включённым режимом синхронного сопровождения с инверсией (Tracking Inverted) и устанавливают параметры сигнала первого канала: уровень 1200 мВ (пик-пик), частота F_i , Гц; смещение 1,5 В.

9.3.7 С органов индикации вольтметра P2 переменного электрического тока считывают значение выходного напряжения мостовой схемы U_1 , мВ, и заносят его в протокол поверки.

9.3.8 С органов индикации вольтметра P1 постоянного электрического тока считывают значение напряжения питания измерительной схемы U_2 , В, и заносят его в протокол поверки.

9.3.9 Определяют действительное значение коэффициента преобразования мостовой схемы $K_{эт,i}$, мВ/В, (отношение переменной составляющей сигнала к постоянной), установленное на входе проверяемого канала контроллера по формуле (2).

9.3.10 С дисплея компьютера для проверяемого измерительного канала проводят не менее 4 отсчетов показаний коэффициента преобразования мостовой схемы на частоте F_i , Гц, и выбирают из них результат $K_{изм,i}$, мВ/В, наиболее отклоняющийся от значения $K_{эт,i}$, мВ/В, и заносят его в протокол поверки.

9.3.11 Повторяют операции по пп. 9.3.6 - 9.3.10 для каждого контрольного значения F_i , Гц.

9.3.12 Для каждого контрольного значения F_i , Гц, вычисляют значение неравномерности динамической АЧХ $\delta_{\text{ачх.}i}$, %, проверяемого измерительного канала по формуле

$$\delta_{\text{ачх.}i} = \frac{K_{\text{изм.}i} - K_{\text{эт.}i}}{K_{\text{эт.}i}} \cdot 100 \quad (3)$$

9.3.13 Повторяют операции по пп. 9.3.6 - 9.3.12, устанавливая в настройках проверяемого измерительного канала контроллера диапазоны 125 мВ/В (КУ = 8), 31,25 мВ/В (КУ = 32) и 7,8 мВ/В (КУ = 128) и уровни выходного сигнала от генератора 150 мВ (пик-пик), 40 мВ (пик-пик) и 10 мВ (пик-пик) соответственно.

9.3.14 Повторяют операции по пп. 9.3.2 - 9.3.13 для остальных измерительных каналов контроллера.

9.3.15 За неравномерность динамической АЧХ проверяемого измерительного канала $\delta_{\text{ачх.ик.}j}$, %, принимают максимальное значение $\delta_{\text{ачх.}i}$, %, вычисленное по формуле (3) для всех значений частоты во всех диапазонах измерений.

9.3.16 Вычисляют попарно разность между АЧХ всех измерительных каналов проверяемого контроллера $\Delta\delta_{\text{ачх.ик.}j1-j2}$, %.

9.3.17 Результаты определения неравномерности динамической АЧХ и различия АЧХ разных измерительных каналов контроллера считают положительными, если в диапазоне частот от 3 Гц до 2 кГц для полученного значения нелинейности измерительного канала выполняется неравенство $[\delta_{\text{ачх.ик.}j}] \leq 0,5 \%$, а также для каждой пары измерительных каналов выполняется неравенство $[\Delta\delta_{\text{ачх.ик.}j1-j2}] \leq 0,10 \%$.

9.4 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

9.4.1 Результаты определения метрологических характеристик поверяемого контроллера считают положительными, если получены положительные результаты определения метрологических характеристик по каждому из измерительных каналов по пп. 9.1 – 9.3 настоящей методики.

9.4.2 Результаты определения метрологических характеристик поверяемого контроллера считают отрицательными, если получены отрицательные результаты определения метрологических характеристик для одного или более измерительного канала по одному или более пунктам 9.1 – 9.3 настоящей методики.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют в соответствии с приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г. «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

10.2 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Сведения о результатах поверки должны быть переданы в ФИФ ОЕИ.

10.3 Протоколы поверки оформляют в произвольной форме.

Начальник центра 201 «Центр научных исследований, разработки, испытаний, метрологического обеспечения измерительных систем, электрических и магнитных измерений»
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Ю.А. Шатохина

Начальник отдела 201/2 «Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Е.И. Кириллова

Разработал:
Инженер 2-й кат. отдела 201/2 «Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 А.А. Коновалов