ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

_____ С.А. Денисенко

М.п.

«05» 08 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система запуска и измерения

Методика поверки

РТ-МП-1000-201/2-2026

г. Москва
2026

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок системы запуска и измерения, изготовленной Обществом с ограниченной ответственностью «Лаборатория автоматизированных систем (АС)», г. Москва.

1.2 Производство единичное, заводской № 52002608003.

1.3 Система запуска и измерения (далее – оборудование или СЗИ) предназначена для измерений давления, напряжения постоянного электрического тока, сопротивления постоянному электрическому току, температуры, частоты периодического сигнала, а также для формирования команд управления при проведении функциональных испытаний ракет, отсеков, блоков и агрегатов ракет.

1.4 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого оборудования к государственным первичным эталонам:

- передача единицы электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г., подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023;
- передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г., подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 4-91;
- передача единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г., подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 14-2014;
- передача единицы времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022.

1.5 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (далее – ИК) оборудования (не в полном объеме), на меньшем числе измеряемых величин, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении ее результатов.

2 Перечень операций поверки средства измерений (далее – поверка)

2.1 При проведении первичной и периодической поверки СЗИ должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при поверке		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Требования к условиям проведения поверки	Да	Да	3
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Оформление результатов поверки	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

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

- температура окружающей среды от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 86,0 до 106,0 кПа.

3.2 Контроль климатических условий проводится непосредственно перед проведением и в процессе выполнения экспериментальных работ.

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
п. 7.2 Контроль условий поверки	Средство измерения температуры и влажности, диапазон измерений: – относительной влажности от 0 до 80 %, $\Delta = \pm 3{,}0$ %; – температуры от +5 до +35 °С, $\Delta = \pm 0{,}2$ °С	Измеритель-регистратор параметров микроклимата «ТКА-ПКЛ», рег. № 76454-19
	Средство измерения атмосферного давления, диапазон измерений атмосферного давления: от 70,0 до 120,0 кПа	
п. 9.2 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения не ниже 3-го разряда по государственной поверочной схеме (далее – ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне воспроизведений от -3,5 до +66,5 мВ; в диапазоне измерений от 0 до 6 В	Калибратор многофункциональный BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13
	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 №2091 в диапазоне воспроизведений от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13
	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 4-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 в диапазоне от 0 до 1000 Ом	Магазин сопротивлений ПрофКИП МСР-60/1, рег. № 80016-20, 2 шт.
	Рабочий эталон единицы частоты не ниже 5-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне от 5 до 5000 Гц	Генератор сигналов произвольной формы AFG3151C, рег. № 63658-16
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.		

4.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Эталоны единиц величин должны быть аттестованы в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки СЗИ должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные нормативными документами, и требования безопасности, указанные в технической документации на средства измерений, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование. Выполнение поверки осуществляется не менее чем одним поверителем.

6 Внешний осмотр

6.1 При выполнении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого оборудования следующим требованиям:

– комплектность СЗИ должна соответствовать паспорту;

– маркировка должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;

– измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;

– соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с разъемами и клеммами.

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

7 Подготовка к поверке и опробование

7.1 Для проведения поверки проверяют наличие и изучают следующие документы:

– эксплуатационная документация на СЗИ;

– описание типа СЗИ.

7.2 Перед началом поверки выполняют следующие подготовительные работы:

– подготавливают к работе СЗИ и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них, подают на них напряжение питания;

– измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления.

7.3 При опробовании проверяют:

– возможность включения, выключения и функционирования СЗИ;

– визуализацию измеряемых параметров на графическом дисплее персонального компьютера (далее – ПК);

– работоспособность ИК по изменению измеряемых параметров в зависимости от изменения входных сигналов.

7.4 Если при опробовании выявлены технические неисправности, то до их устранения СЗИ дальнейшей поверке не подлежит.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Сравнивают идентификационные данные программного обеспечения (далее – ПО) СЗИ с данными, приведенными в разделе «Программное обеспечение» описания типа СЗИ.

8.2 Оборудование признают прошедшими идентификацию ПО, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, приведенным в разделе «Программное обеспечение» описания типа СЗИ.

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

9.1 Проводят проверку наличия действующих сведений о поверке первичного измерительного преобразователя (далее – ПИП), входящего в состав поверяемого ИК.

9.2 Определение МХ ИК СЗИ проводят комплектным или поэлементным методом, в зависимости от типа ИК.

9.2.1 Определение МХ ИК давления и ИК температуры холодного спая проводят по пп. 9.2.3, 9.2.9 поэлементным методом.

9.2.2 Определение МХ ИК напряжения разбаланса моста, соответствующего силе; ИК относительного сопротивления, соответствующего давлению; ИК частоты периодического сигнала, соответствующего расходу топлива; ИК частоты периодического сигнала, соответствующего частоте вращения турбины; ИК напряжения постоянного тока, соответствующего температуре, проводят по пп. 9.2.4 – 9.2.8 комплектным методом.

9.2.3 Определение МХ ИК давления проводят в изложенной ниже последовательности:

1) отсоединяют ПИП от линии связи с поверяемым комплексным компонентом измерительной системы (далее – ККИС) и подключают вместо ПИП калибратор в соответствии с рисунком 1;

2) на вход ККИС подают от калибратора значения силы постоянного тока X_i (мА), соответствующие контрольным точкам (далее – КТ) давления $X_{i\text{ВХ}}$ (МПа) в соответствии с таблицами 3 – 9 (в зависимости от диапазона измерений);

3) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{i\text{ВЫХ}}$, выраженное в единицах измеряемой величины;

4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{i\text{ККИС}}$ (МПа) по формуле

$$\Delta_{i\text{ККИС}} = X_{i\text{ВЫХ}} - X_{i\text{ВХ}} \quad (1)$$

5) для каждой КТ рассчитывают значение приведенной к верхнему пределу измерений (далее – ВПИ) погрешности $\gamma_{i\text{ККИС}}$ (%) по формуле

$$\gamma_{i\text{ККИС}} = \frac{\Delta_{i\text{ККИС}}}{X_{\text{ВПИ}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $X_{\text{ВПИ}}$ – верхний предел измерений (МПа);

6) в соответствии с описанием типа ПИП и модификацией (указанной в паспорте на ПИП) определяют значения $\gamma_{\text{ПИП.ОСН}}$ (%) (пределы допускаемой основной приведенной к ВПИ погрешности) и $\gamma_{\text{ПИП.ДОП}}$ (%) (пределы допускаемой дополнительной приведённой к ВПИ погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С);

7) рассчитывают суммарное значение предела допускаемых погрешностей $\gamma_{\text{ПИП}}$ (%) по формуле

$$\gamma_{\text{ПИП}} = |\gamma_{\text{ПИП.ОСН}}| + \left|\gamma_{\text{ПИП.ДОП}} \cdot \frac{T_{\text{ВРУ}} - T_{\text{ВНУ}}}{10}\right|, \quad (3)$$

где $T_{\text{ВРУ}}$ и $T_{\text{ВНУ}}$ – соответственно верхние границы температуры окружающего воздуха в рабочих условиях (РУ) и нормальных условиях (НУ) применения.

8) для каждой КТ рассчитывают значение суммарной приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{i\text{ИК}}$ (%) по формуле

$$\gamma_{iик} = |\gamma_{iккис}| + |\gamma_{пип}| \quad (4)$$

9) заносят в протокол значения $X_{iвых}$, $\gamma_{iккис}$, $\gamma_{пип}$ и $\gamma_{iик}$;

10) для каждой КТ сопоставляют $\gamma_{iик}$ с пределами допускаемой приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{ик}$, указанными в таблицах 3 – 9. Если для всех КТ выполняется неравенство $|\gamma_{iик}| < |\gamma_{ик}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

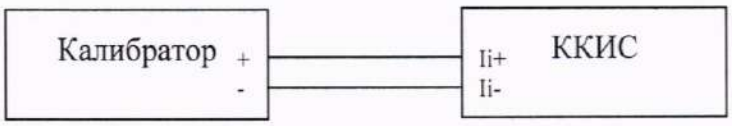

Рисунок 1 – Структурная схема подключения калибратора к ККИС давления

Таблица 3 – Протокол определения МХ ИК давления в диапазоне от 0 до 0,25 МПа

X_i, мА	$X_{iвх}$, МПа	$X_{iвых}$, МПа	$\gamma_{iккис}$, %	$\lvert\gamma_{пип}\rvert$, %	$\gamma_{iик}$, %	$\lvert\gamma_{ик}\rvert$, %
4	0			0,32		0,50
8	0,0625			0,32		0,50
12	0,1250			0,32		0,50
16	0,1875			0,32		0,50
20	0,2500			0,32		0,50

Таблица 4 – Протокол определения МХ ИК давления в диапазоне от 0 до 0,4 МПа

X_i, мА	$X_{iвх}$, МПа	$X_{iвых}$, МПа	$\gamma_{iккис}$, , %	$\lvert\gamma_{пип}\rvert$, %	$\gamma_{iик}$, %	$\lvert\gamma_{ик}\rvert$, %
4	0			0,32		0,50
8	0,1			0,32		0,50
12	0,2			0,32		0,50
16	0,3			0,32		0,50
20	0,4			0,32		0,50

Таблица 5 – Протокол определения МХ ИК давления в диапазоне от 0 до 1 МПа

X_i, мА	$X_{iвх}$, МПа	$X_{iвых}$, МПа	$\gamma_{iккис}$, , %	$\lvert\gamma_{пип}\rvert$, %	$\gamma_{iик}$, %	$\lvert\gamma_{ик}\rvert$, %
4	0			0,32		0,50
8	0,25			0,32		0,50
12	0,50			0,32		0,50
16	0,75			0,32		0,50
20	1,00			0,32		0,50

Таблица 6 – Протокол определения МХ ИК давления в диапазоне от 0 до 6 МПа

X_i, мА	$X_{iвх}$, МПа	$X_{iвых}$, МПа	$\gamma_{iккис}$, , %	$\lvert\gamma_{пип}\rvert$, %	$\gamma_{iик}$, %	$\lvert\gamma_{ик}\rvert$, %
4	0			0,32		0,50
8	1,5			0,32		0,50
12	3,0			0,32		0,50
16	4,5			0,32		0,50
20	6,0			0,32		0,50

Таблица 7 – Протокол определения МХ ИК давления в диапазоне от 0 до 10 МПа

X_i, мА	$X_{iВХ}$, МПа	$X_{iВЫХ}$, МПа	$\gamma_{iККИС}$, , %	$\lvert\gamma_{ПИП}\rvert$, %	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
4	0			0,32		0,50
8	2,5			0,32		0,50
12	5,0			0,32		0,50
16	7,5			0,32		0,50
20	10,0			0,32		0,50

Таблица 8 – Протокол определения МХ ИК давления в диапазоне от 0 до 16 МПа

X_i, мА	$X_{iВХ}$, МПа	$X_{iВЫХ}$, МПа	$\gamma_{iККИС}$, , %	$\lvert\gamma_{ПИП}\rvert$, %	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
4	0			0,32		0,50
8	4,0			0,32		0,50
12	8,0			0,32		0,50
16	12,0			0,32		0,50
20	16,0			0,32		0,50

Таблица 9 – Протокол определения МХ ИК давления в диапазоне от 0 до 25 МПа

X_i, мА	$X_{iВХ}$, МПа	$X_{iВЫХ}$, МПа	$\gamma_{iККИС}$, , %	$\lvert\gamma_{ПИП}\rvert$, %	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
4	0			0,32		0,50
8	6,25			0,32		0,50
12	12,50			0,32		0,50
16	18,75			0,32		0,50
20	25,00			0,32		0,50

9.2.4 Определение МХ ИК напряжения разбаланса моста, соответствующего силе, проводят в изложенной ниже последовательности:

1) подключают к входу поверяемого ИК магазины сопротивлений (М1, М2) и калибратор в соответствии с рисунком 2;

2) устанавливают на магазинах сопротивлений М1 и М2 значения сопротивления X_{Ri}, равные 400 Ом. Задают напряжения разбаланса моста X_{Ui} (мВ), соответствующие КТ в соответствии с таблицей 10;

3) измеряют напряжение питания моста $X_{ПИТi}$ (В);

4) для каждой КТ рассчитывают значение выходного сигналы силы $X_{iРАСЧ}$ (Н) по формуле

$$X_{iРАСЧ} = \frac{19613{,}3 \cdot X_{Ui}}{К \cdot X_{ПИТi}}, \quad (5)$$

где К – коэффициент передачи, К = 2 мВ/В

5) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{iВЫХ}$ (Н), выраженное в единицах измеряемой величины;

6) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{iИК}$ (Н) по формуле

$$\Delta_{iИК} = X_{iВЫХ} - X_{iРАСЧ} \quad (6)$$

7) для каждой КТ рассчитывают значение приведенной к ВПИ погрешности $\gamma_{iИК}$ (%) по формуле

$$\gamma_{iИК} = \frac{\Delta_{iИК}}{X_{ВПИ}} \cdot 100\ \% \quad (7)$$

8) заносят в протокол значения $X_{ПИТi}$, $X_{iРАСЧ}$, $X_{iВЫХ}$ и $\gamma_{iИК}$;

9) для каждой КТ сопоставляют $\gamma_{iИК}$ с соответствующими пределами допускаемой приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{ИК}$, указанными в таблице 10. Если для всех КТ

выполняется неравенство $|\gamma_{iИК}| < |\gamma_{ИК}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

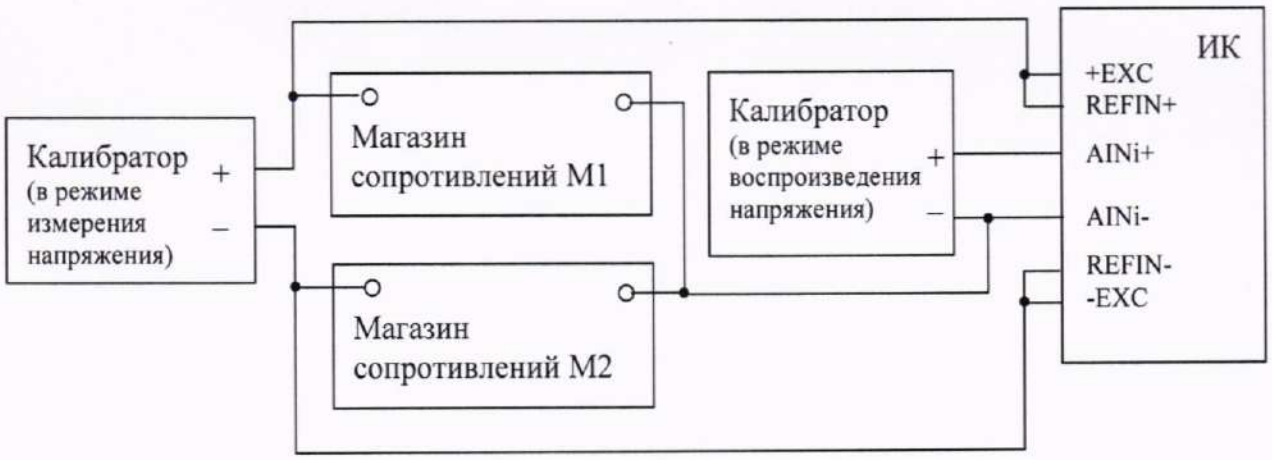

Рисунок 2 – Структурная схема подключений к ИК напряжения разбаланса моста, соответствующего силе

Таблица 10 – Протокол определения МХ ИК напряжения разбаланса моста, соответствующего силе

X_{Ui}, мВ	$X_{ПИТi}$, В	$X_{iРАСЧ}$, Н	$X_{iВЫХ}$, Н	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
0,0					0,2
2,5					0,2
5,0					0,2
7,5					0,2
10,0					0,2

9.2.5 Определение МХ ИК относительного сопротивления, соответствующего давлению, проводят в изложенной ниже последовательности:

1) подключают к входу поверяемого ИК магазины сопротивлений в соответствии с рисунком 3;

2) устанавливают значения сопротивления X_{R1i} (Ом) и X_{R2i} (Ом) магазинов сопротивлений М1 и М2, соответствующие КТ относительного сопротивления X_{Ri} (%) и давления $X_{iРАСЧ}$ (МПа) в соответствии с таблицами 11 – 15 (в зависимости от диапазона измерений);

3) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{iВЫХ}$, выраженное в единицах измеряемой величины;

4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{iИК}$ (%) по формуле (6);

5) для каждой КТ рассчитывают значение приведенной к ВПИ погрешности $\gamma_{iИК}$ (%) по формуле (7);

6) заносят в протокол значения $X_{iВЫХ}$ и $\gamma_{iИК}$;

7) для каждой КТ сопоставляют $\gamma_{iИК}$ с пределами допускаемой приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{ИК}$, указанными в таблицах 11 – 15. Если для всех КТ выполняется неравенство $|\gamma_{iИК}| < |\gamma_{ИК}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

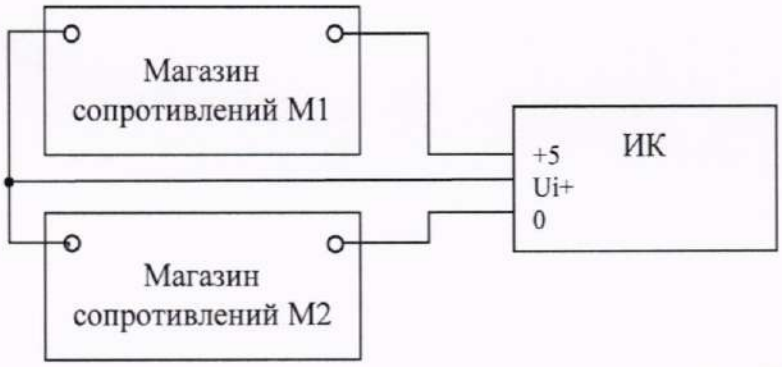

Рисунок 3 – Структурная схема подключения магазинов сопротивлений к ИК относительного сопротивления, соответствующего давлению

Таблица 11 – Протокол определения МХ ИК относительного сопротивления, соответствующего давлению в диапазоне от 0 до 1 МПа

X_{R1i}, Ом	X_{R2i}, Ом	X_{Ri}, %	$X_{iРАСЧ}$, МПа	$X_{iВЫХ}$, МПа	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
1000	0	0	0			0,3
750	250	25	0,25			0,3
500	500	50	0,50			0,3
250	750	75	0,75			0,3
0	1000	100	1,00			0,3

Таблица 12 – Протокол определения МХ ИК относительного сопротивления, соответствующего давлению в диапазоне от 0 до 6 МПа

X_{R1i}, Ом	X_{R2i}, Ом	X_{Ri}, %	$X_{iРАСЧ}$, МПа	$X_{iВЫХ}$, МПа	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
1000	0	0	0			0,3
750	250	25	1,50			0,3
500	500	50	3,00			0,3
250	750	75	4,50			0,3
0	1000	100	6,00			0,3

Таблица 13 – Протокол определения МХ ИК относительного сопротивления, соответствующего давлению в диапазоне от 0 до 10 МПа

X_{R1i}, Ом	X_{R2i}, Ом	X_{Ri}, %	$X_{iРАСЧ}$, МПа	$X_{iВЫХ}$, МПа	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
1000	0	0	0			0,3
750	250	25	2,50			0,3
500	500	50	5,00			0,3
250	750	75	7,50			0,3
0	1000	100	10,00			0,3

Таблица 14 – Протокол определения МХ ИК относительного сопротивления, соответствующего давлению в диапазоне от 0 до 15 МПа

X_{R1i}, Ом	X_{R2i}, Ом	X_{Ri}, %	$X_{iРАСЧ}$, МПа	$X_{iВЫХ}$, МПа	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
1000	0	0	0			0,3
750	250	25	3,75			0,3
500	500	50	7,50			0,3
250	750	75	11,25			0,3
0	1000	100	15,00			0,3

Таблица 15 – Протокол определения МХ ИК относительного сопротивления, соответствующего давлению в диапазоне от 0 до 25 МПа

X_{R1i}, Ом	X_{R2i}, Ом	X_{Ri}, %	$X_{iРАСЧ}$, МПа	$X_{iВЫХ}$, МПа	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
1000	0	0	0			0,3
750	250	25	6,25			0,3
500	500	50	12,50			0,3
250	750	75	18,75			0,3
0	1000	100	25,00			0,3

9.2.6 Определение МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего расходу топлива, проводят в изложенной ниже последовательности:

1) подключают к входу поверяемого ИК генератор в соответствии с рисунком 4;

2) устанавливают на генераторе сигналы с частотой X_{Fi} (Гц) и действующим значением напряжения синусоидальной формы X_{Ui} (мВ), соответствующие КТ расхода топлива $X_{iРАСЧ}$ (л/с) в соответствии с таблицами 16 – 20 (в зависимости от диапазона измерений);

3) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{iВЫХ}$ (л/с), выраженное в единицах измеряемой величины;

4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{iИК}$ (л/с) по формуле (6);

5) для каждой КТ рассчитывают значение относительной погрешности $\delta_{iИК}$ (%) по формуле

$$\delta_{iИК} = \frac{\Delta_{iИК}}{X_{iРАСЧ}} \cdot 100\% \quad (8)$$

6) заносят в протокол значения $X_{iВЫХ}$ и $\delta_{iИК}$;

7) для каждой КТ сопоставляют $\delta_{iИК}$ с пределами допускаемой относительной погрешности ИК $\delta_{ИК}$, указанными в таблицах 16 – 20. Если для всех КТ выполняется неравенство $|\delta_{iИК}| < |\delta_{ИК}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

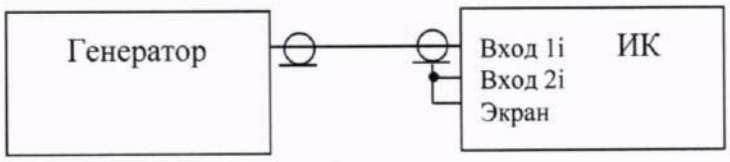

Рисунок 4 – Структурная схема подключения генератора к ИК частоты периодического сигнала, соответствующего расходу топлива

Таблица 16 – Протокол определения МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего расходу топлива в диапазоне от 0,05 до 0,25 л/с

X_{Fi}, Гц	X_{Ui}, мВ	$X_{iРАСЧ}$, л/с	$X_{iВЫХ}$, л/с	$\delta_{iИК}$, %	$\lvert\delta_{ИК}\rvert$, %
100	40	0,05			0,1
200	80	0,10			0,1
300	120	0,15			0,1
400	160	0,20			0,1
500	200	0,25			0,1

Таблица 17 – Протокол определения МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего расходу топлива в диапазоне от 0,08 до 0,4 л/с

X_{Fi}, Гц	X_{Ui}, мВ	$X_{iРАСЧ}$, л/с	$X_{iВЫХ}$, л/с	$\delta_{iИК}$, %	$\lvert\delta_{ИК}\rvert$, %
100	40	0,08			0,1
200	80	0,16			0,1
300	120	0,24			0,1
400	160	0,32			0,1
500	200	0,40			0,1

Таблица 18 – Протокол определения МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего расходу топлива в диапазоне от 0,12 до 0,6 л/с

X_{Fi}, Гц	X_{Ui}, мВ	$X_{iРАСЧ}$, л/с	$X_{iВЫХ}$, л/с	$\delta_{iИК}$, %	$\lvert\delta_{ИК}\rvert$, %
100	40	0,12			0,1
200	80	0,24			0,1
300	120	0,36			0,1
400	160	0,48			0,1
500	200	0,60			0,1

Таблица 19 – Протокол определения МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего расходу топлива в диапазоне от 0,2 до 1,0 л/с

X_{Fi}, Гц	X_{Ui}, мВ	$X_{iРАСЧ}$, л/с	$X_{iВЫХ}$, л/с	$\delta_{iИК}$, %	$\lvert\delta_{ИК}\rvert$, %
100	40	0,2			0,1
200	80	0,4			0,1
300	120	0,6			0,1
400	160	0,8			0,1
500	200	1,0			0,1

Таблица 20 – Протокол определения МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего расходу топлива в диапазоне от 0,6 до 6,0 л/с

X_{Fi}, Гц	X_{Ui}, мВ	$X_{iРАСЧ}$, л/с	$X_{iВЫХ}$, л/с	$\delta_{iИК}$, %	$\lvert\delta_{ИК}\rvert$, %
50	40	0,6			0,1
100	80	1,2			0,1
200	200	2,4			0,1
300	240	3,6			0,1
500	400	6,0			0,1

9.2.7 Определение МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего частоте вращения турбины, проводят в изложенной ниже последовательности:

1) подключают к входу поверяемого ИК генератор в соответствии с рисунком 4;

2) устанавливают на генераторе сигналы с частотой X_{Fi} (Гц) и действующим значением напряжения синусоидальной формы X_{Ui} (мВ), соответствующие КТ частоты вращения турбины $X_{iРАСЧ}$ в соответствии с таблицами 21, 22 (в зависимости от диапазона измерений);

3) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{iВЫХ}$ (об/мин), выраженное в единицах измеряемой величины;

4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{iИК}$ (об/мин) по формуле (6);

5) для каждой КТ рассчитывают значение приведенной к ВПИ погрешности $\gamma_{iИК}$ (%) по формуле (7).

6) заносят в протокол значения $X_{iВЫХ}$ и $\gamma_{iИК}$;

7) для каждой КТ сопоставляют $\gamma_{iИК}$ с пределами допускаемой приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{ИК}$, указанными в описании типа СЗИ. Если для всех КТ выполняется неравенство $|\gamma_{iИК}| < |\gamma_{ИК}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

Таблица 21 – Протокол определения МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего частоте вращения турбины в диапазоне от 150 до 75000 об/мин (4 метки на один оборот)

X_{Fi}, Гц	X_{Ui}, мВ	$X_{iРАСЧ}$, об/мин	$X_{iВЫХ}$, об/мин	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
10	200	150			0,1
40	500	600			0,1
200	1000	3000			0,1
1000	2000	15000			0,1
5000	4000	75000			0,1

Таблица 22 – Протокол определения МХ ИК частоты периодического сигнала, соответствующего частоте вращения турбины в диапазоне от 150 до 75000 об/мин (2 метки на один оборот)

X_{Fi}, Гц	X_{Ui}, мВ	$X_{iРАСЧ}$, об/мин	$X_{iВЫХ}$, об/мин	$\gamma_{iИК}$, %	$\lvert\gamma_{ИК}\rvert$, %
5	200	150			0,1
20	500	600			0,1
100	1000	3000			0,1
500	2000	15000			0,1
2500	4000	75000			0,1

9.2.8 Определение МХ ИК напряжения постоянного тока, соответствующего температуре, проводят в изложенной ниже последовательности:

1) подключают к входу проверяемого ИК калибратор в соответствии с рисунком 5;

2) на вход ККИС подают от калибратора значения напряжения постоянного тока X_i (мВ), соответствующие КТ температуры $X_{iРАСЧ}$ (°С) в соответствии с таблицей 23;

3) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{iВЫХ}$ (°С), выраженное в единицах измеряемой величины;

4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{iИК}$ (°С) по формуле (6);

5) для каждой КТ рассчитывают значение приведенной к ВПИ погрешности $\gamma_{iИК}$ (%) по формуле (7).

6) заносят в протокол значения $X_{i\text{ВЫХ}}$ и $\gamma_{i\text{ИК}}$;

7) для каждой КТ сопоставляют $\gamma_{i\text{ИК}}$ с пределами допускаемой приведенной к ВПИ погрешности ИК $\gamma_{\text{ИК}}$, указанными в таблице 23. Если для всех КТ выполняется неравенство $|\gamma_{i\text{ИК}}| < |\gamma_{\text{ИК}}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

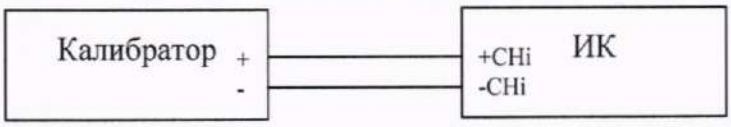

Рисунок 5 – Структурная схема подключения калибратора к ИК напряжения постоянного тока, соответствующего температуре

Таблица 23 – Протокол определения МХ ИК напряжения постоянного тока, соответствующего температуре

X_i, мВ	$X_{i\text{РАСЧ}}$, °С	$X_{i\text{ВЫХ}}$, °С	$\gamma_{i\text{ИК}}$, %	$\lvert\gamma_{\text{ИК}}\rvert$, %
-3,564	-60			0,2
0	0			0,2
+14,560	200			0,2
+40,299	500			0,2
+66,466	800			0,2

9.2.9 Определение МХ ИК температуры холодного спая проводят в изложенной ниже последовательности:

1) отсоединяют от промежуточного коммутационного шкафа ПКШ2 линии связи ПИП с поверяемым ККИС и подключают вместо ПИП магазин сопротивлений в соответствии с рисунком 6;

2) устанавливают значения сопротивления X_{Ri} (Ом) магазина сопротивлений, соответствующие КТ температуры холодного спая $X_{i\text{ВХ}}$ (°С) в соответствии с таблицей 24;

3) для каждой КТ считывают на дисплее ПК значение выходного сигнала $X_{i\text{ВЫХ}}$, выраженное в единицах измеряемой величины;

4) для каждой КТ рассчитывают значение абсолютной погрешности $\Delta_{i\text{ККИС}}$ (°С) по формуле (1).

5) в соответствии с описанием типа ПИП и модификацией (указанной в паспорте на ПИП) рассчитывают для каждой КТ абсолютную погрешность $\Delta_{i\text{ПИП}}$ (°С) по формуле;

$$\Delta_{i\text{ПИП}} = 0{,}3 + 0{,}005 \cdot |X|, \quad (9)$$

где X – заданное значение температуры, в соответствии с таблицей 24;

6) для каждой КТ рассчитывают значение суммарной абсолютной погрешности ИК $\Delta_{i\text{ИК}}$ (°С) по формуле:

$$\Delta_{i\text{ИК}} = |\Delta_{i\text{ККИС}}| + |\Delta_{i\text{ПИП}}| \quad (10)$$

7) заносят в протокол значения $X_{i\text{ВЫХ}}$, $\Delta_{i\text{ККИС}}$, $\Delta_{i\text{ПИП}}$ и $\Delta_{i\text{ИК}}$;

8) для каждой КТ сопоставляют $\Delta_{i\text{ИК}}$ с пределами допускаемой абсолютной погрешности ИК $\Delta_{\text{ИК}}$, указанными в таблице 24. Если для всех КТ выполняется неравенство $|\Delta_{i\text{ИК}}| < |\Delta_{\text{ИК}}|$, то ИК считают прошедшим определение МХ с положительным результатом.

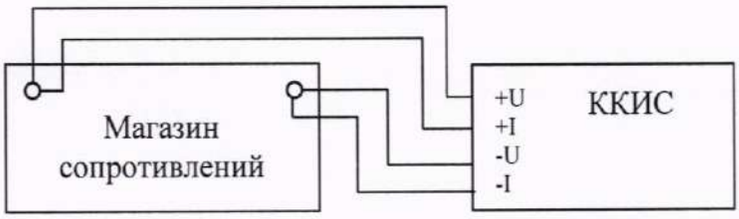

Рисунок 6 – Структурная схема подключения магазина сопротивлений к ККИС температуры холодного спая

Таблица 24 – Протокол определения МХ ИК температуры холодного спая

X_i, Ом	$X_{iВХ}$, °С	$X_{iВЫХ}$, °С	$\Delta_{iККИС}$, °С	$\lvert\Delta_{iПИП}\rvert$, °С	$\Delta_{iИК}$, °С	$\lvert\Delta_{ИК}\rvert$, °С
100,0	0			0,30		1,0
103,9	10			0,35		1,0
107,8	20			0,40		1,0
114,0	36			0,48		1,0
119,4	50			0,55		1,0

9.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.3.1 Результаты поверки ИК СЗИ, считают положительными, если ИК прошел определение МХ по пп. 9.2.3 – 9.2.9 настоящей методики поверки с положительным результатом и каждый ИК с поэлементным методом поверки имеет в своем составе ПИП с действующими сведениями о поверке.

9.3.2 Если в процессе проверки документации по п. 9.1 обнаруживают сведения о поверке ПИП с истекшим сроком действия, то ИК, в состав которого входит ПИП, признают прошедшим поверку с отрицательным результатом до устранения выявленного несоответствия.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

10.2 Сведения о результатах и объеме поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается:

– в случае положительных результатов поверки – свидетельство о поверке установленного образца;

– в случае отрицательных результатов поверки – извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

– в случае проведения поверки отдельных ИК СЗИ (не в полном объеме), на меньшем числе измеряемых величин – свидетельство о поверке установленного образца, с обязательным указанием информации об объёме проведённой поверки.

Начальник центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест» _____ Ю.А. Шатохина

Начальник отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест» _____ Е.И. Кириллова

Инженер 1 кат. отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест» _____ А.А. Гмызин