

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
ООО «ПРОММАИТЕСТ Метрология»



В. А. Лапшинов

» _____ 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы измерительные САУ ГТУ Н-100

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-233-2023

г. Чехов, 2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы измерительные САУ ГТУ Н-100 (далее – ИС) и устанавливает методы их первичной и периодической поверки.

1.2 ИС обеспечивает прослеживаемость к:

– Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее – ГПС) для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 г.;

– Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 в соответствии ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 г.;

– Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 в соответствии с ГПС для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 г.;

– Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023 в соответствии с ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1520 от 28 июля 2023 г.;

– Государственным первичным эталонам ГПС средств измерений (далее – СИ), применяемых в качестве первичных измерительных преобразователей (далее – ИП), входящих в состав ИС.

1.3 Для ИС установлен поэлементный способ поверки. Метрологические характеристики СИ, применяемых в качестве первичных ИП измерительного канала (далее – ИК) ИС, подтверждаются сведениями о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ). Метрологические характеристики вторичной части ИК подтверждаются методом непосредственного сличения с основными средствами поверки.

1.4 Если очередной срок поверки первичного ИП ИК ИС, наступает до очередного срока поверки ИС, то поверяется только этот первичный ИП ИК ИС, а поверка всей ИС не проводится. После поверки первичного ИП ИК ИС, и восстановления ИК, выполняется проверка работоспособности ИК в той его части и в том объеме, который необходим для того, чтобы убедиться, что действия, связанные с поверкой первичного ИП не нарушили функционирование ИК в ИС.

1.5 После ремонта измерительного компонента ИК ИС, если это могло повлиять на метрологические характеристики ИК ИС, то поверяется только этот измерительный компонент ИС.

1.6 Допускается проведение поверки ИС в части отдельных ИК в соответствии с заявлением владельца ИС или лица, представившего ИС на поверку, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в ФИФОЕИ.

1.7 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложение А.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	при первичной поверке	при периодической поверке	
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	Да	Да	9
Проверка результатов поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК	Да	Да	9.1
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала напряжения постоянного тока	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления (термопар)	Да	Да	9.3
Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП	Да	Да	9.4
Определение основной погрешности ИК силы тока	Да	Да	9.5
Определение абсолютной погрешности ИК сигналов термопреобразователей сопротивления	Да	Да	9.6
Определение абсолютной погрешности ИК сигналов преобразователей термоэлектрических	Да	Да	9.7
Определение погрешности ИК частоты	Да	Да	9.8

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	при первичной поверке	при периодической поверке	
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА	Да	Да	9.9
Оформление результатов поверки	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха в месте установки вторичной части ИК ИС, °С от +15 до +25
- относительная влажность в месте установки вторичной части ИК ИС, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки ИС применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
9	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-разряда согласно ГПС, утвержденной приказом № 2091 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6(-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
9	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления 2-разряда согласно ГПС, утвержденной приказом № 3456 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г.	Калибратор
9	Рабочий эталон единицы электрических сигналов 5 разряда согласно ГПС, утвержденной приказом № 2360 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г.	Генератор сигналов специальной формы серии АК ИП-3422 (регистрационный номер 71343-18) (далее – АК ИП-3422)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения 2-разряда в диапазоне минус 1 до 1 В согласно ГПС, утвержденной приказом № 1520 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г.	Калибратор
Вспомогательное оборудование		
6 – 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д (регистрационный № 71394-18 в ФИФОЕИ)
6 – 9	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
6 – 9	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 1076кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и ИС, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки средства измерений, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы ИС и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра ИС устанавливают:

- соответствие комплектности ИС паспорту и описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, а также узлов и деталей с ослабленным или неисправным креплением;

- наличие маркировки и надписей, относящиеся к местам присоединения и управления;

- исправность устройств для присоединения внешних электрических цепей.

6.2 Результаты поверки по пункту 6 считают положительными, если:

- комплектность ИС соответствует паспорту и описанию типа;

- отсутствуют внешние повреждения, а также узлы и детали с ослабленным или неисправным креплением;

- имеются маркировка и надписи, относящиеся к местам присоединения и управления.

6.3 При получении отрицательных результатов внешнего осмотра СИ поверку ИС прекращают.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- ИС и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов, если они находились в условия, отличных от указанных в разделе 3;

- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;

- ИС включают в сеть в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации;

- проверяют отсутствие сообщений об ошибках;

- проверяют прохождение сигналов калибратора, имитирующих входные сигналы силы постоянного тока.

7.2 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибратора соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины ИС. При получении отрицательных результатов опробования поверку ИС прекращают.

Примечание – Допускается проводить проверку работоспособности системы одновременно с определением метрологических характеристик по 9.1 – 9.3 данной методики поверки.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Поверку программного обеспечения (далее – ПО) ИС проводят путем сравнения идентификационных данных ПО ИС с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа ИС. Для проверки идентификационных данных ПО ИС необходимо перейти во вкладку «About» в ПО «Diasys Netmation».

8.2 Результаты проверки ПО ИС считают положительными, если идентификационные данные ПО ИС совпадают с исходными, указанными в описании типа ИС. При получении отрицательных результатов проверки ПО ИС поверку ИС прекращают.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка результатов поверки СИ, применяемых в качестве первичных ИП ИК

9.1.1 Проверяют сведения о результатах поверки СИ, применяемых в качестве первичных ИП ИК.

9.1.2 Результаты поверки по пункту 9.1 считают положительными, если СИ, применяемые в качестве первичных ИП ИК, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и признаны пригодными к применению. При получении отрицательных результатов поверки по пункту 9.1 поверку ИС прекращают.

9.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерения входного аналогового сигнала силы постоянного тока

9.2.1 К соответствующему ИК ИС, включая ИП (барьер искрозащиты) (при наличии), подключают калибратор, установленный в режим воспроизведения электрического сигнала силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.2 С помощью калибратора задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают не менее пяти точек, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений системы (включая крайние точки).

9.2.3 В каждой контрольной точке рассчитывают приведенную погрешность γ_1 , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100 \quad (1)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, вычисленное по формуле (2), мА;

$I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, заданное калибратором, мА.

9.2.4 Если показания ИС можно просмотреть только в единицах технологического параметра (например, давление, температура, расход и т.д.), то при линейной функции преобразования значение тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \frac{16}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}}) + 4, \quad (2)$$

где X_{max} – настроенный верхний предел измерений ИК, соответствующий значению силы тока 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

X_{min} – настроенный нижний предел измерений ИК, соответствующий значению силы тока 4 мА, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{изм}}$ – значение измеряемого параметра, соответствующее задаваемому аналоговому сигналу силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений. Считывают с монитора операторской станции управления.

9.2.5 Для считывания значения измеряемого параметра необходимо выполнить следующие операции:

- открыть ПО «Diasys Netmation» и перейти в окно «Data Review»;
- нажать «FILTER VIEW», появится панель «DATA REVIEW FILTER»;
- на панели «DATA REVIEW FILTER» (в левой части экрана) перейти во вкладку Tag/description (в нижней левой части экрана);
- установить галочку в «TAG» и ввести наименование позиции, значение которой необходимо посмотреть;
- нажать кнопку «REFRESH», в появившемся окне поиска нажать правой кнопкой мыши по искомой позиции и выбрать «LOGIC SHEET».

9.2.6 Результаты поверки по пункту 9.2 считают положительными, если рассчитанная по формуле (1) погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки. При получении отрицательных результатов поверки по пункту 9.2 поверку ИС прекращают.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления (термопар)

9.3.1 Отключают первичный ИП ИК, на вход вторичной части ИК, включая преобразователь измерительный (при наличии в составе ИК), подключают калибратор и задают сигнал термопреобразователя сопротивления по ГОСТ 6651–2009 (термопар по ГОСТ Р 8.585–2001).

Примечание – В случае определения абсолютной погрешности измерений сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 значение температуры холодного спая считывают на АРМ-оператора в

ПО «Diasys Netmation» или в ПО «Pact Ware» (при наличии в составе ИК барьера искрозащиты) и вводят это значение в калибратор, как температуру холодного спая термопары.

9.3.2 С помощью калибратора устанавливают электрический сигнал термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 (термопар по ГОСТ Р 8.585–2001). В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерений.

9.3.3 В каждой контрольной точке рассчитывают абсолютную погрешность Δ_T , °С, по формуле

$$\Delta_{TC} = T_{изм} - T_{эт}, \quad (3)$$

где $T_{изм}$ – значение температуры, соответствующее показанию ИС, °С;

$T_{эт}$ – значение температуры, заданное калибратором, °С.

9.3.4 Результаты поверки по пункту 9.3 считают положительными, если рассчитанная по формуле (3) абсолютная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки. При получении отрицательных результатов поверки по пункту 9.3 поверку ИС прекращают.

9.4 Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП

9.4.1 При наличии сведений о поверке, подтверждающих пригодность первичного ИП ИК¹, входящего в состав ИК ИС, и положительных результатах поверки по пунктам 9.2 (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА), 9.3 (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом термопреобразователей сопротивления (термопар)) основная погрешность ИК ИС не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 Приложения А настоящей методики поверки.

9.4.2 Результаты поверки по пункту 9.4 считают положительными, если:

– есть сведения о поверке, подтверждающие пригодность первичного ИП ИК, входящего в состав ИК ИС, и погрешность первичного ИП ИК не превышает значений, указанных в описании типа ИС;

– результаты поверки по пунктам 9.2 и 9.3 положительные.

9.4.3 При получении отрицательных результатов поверки по пункту 9.4 поверку ИС прекращают.

9.5 Определение основной погрешности ИК силы постоянного тока

9.5.1 При положительных результатах поверки по пунктам 9.2 для ИК силы тока, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в описании типа ИС.

9.5.2 Результаты поверки по пункту 9.5 считают положительными, если результаты поверки по пункту 9.2 положительные.

9.6 Определение абсолютной погрешности ИК сигналов термопреобразователей сопротивления

9.6.1 При положительных результатах поверки по пунктам 9.3 для ИК сигналов термопреобразователей сопротивления, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в описании типа ИС.

9.6.2 Результаты поверки по пункту 9.6 считают положительными, если результаты поверки по пункту 9.3 положительные.

9.7 Определение абсолютной погрешности ИК сигналов преобразователей термоэлектрических

9.7.1 При положительных результатах поверки по пунктам 9.3 для ИК сигналов преобразователей термоэлектрических, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в описании типа ИС.

9.7.2 Результаты поверки по пункту 9.67 считают положительными, если результаты

¹ Погрешность первичного ИП не должна превышать значений, указанных в описании типа ИС.

поверки по пункту 9.3 положительные.

9.8 Определение погрешности ИК частоты

9.8.1 На вход вторичной части ИК, подключают АКПИ-3422 и задают не менее шести значений сигналов частоты. В качестве реперных точек принимают точки: 0,017; 50; 100; 1500; 10000; 19800 Гц.

9.8.2 В каждой реперной точке определяют абсолютную погрешность Δf , Гц, (при значении частоты до 100 Гц включительно) или относительную погрешность δf , %, (при значении частоты более 100 Гц) измерений частоты по формулам

$$\Delta f = f_{\text{изм}} - f_{\text{зад}}, \quad (1)$$

$$\delta f = \frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{зад}}}{f_{\text{зад}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $f_{\text{изм}}$ – значение частоты, измеренное ИС, Гц;

$f_{\text{зад}}$ – значение частоты, заданное генератором, Гц.

9.8.3 Результаты поверки по пункту 9.8 считают положительными, если рассчитанная по формуле (6) абсолютная погрешность, и рассчитанная по формуле (7) относительная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки. При получении отрицательных результатов поверки по пункту 9.8 поверку ИС прекращают.

9.9 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности ИК воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА

9.9.1 Отключают управляемое устройство ИК и к соответствующему каналу подключают калибратор, установленный в режим измерения сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

9.9.2 С АРМ оператора задают не менее пяти значений управляемого параметра. В качестве реперных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона выходного аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА.

9.9.3 С экрана калибратора считывают значения воспроизводимого аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА и в каждой реперной точке рассчитывают основную приведенную погрешность ИК воспроизведения аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА $\gamma_{\text{вых}}$, %, по формуле

$$\gamma_{\text{вых}} = \frac{I_{\text{зад}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (7)$$

где $I_{\text{зад}}$ – значение силы постоянного тока, соответствующее воспроизводимому параметру ИС в i -ой реперной точке, мА;

$I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА.

9.9.4 Если показания ИС нельзя просмотреть в мА, то при линейной функции преобразования значение тока $I_{\text{зад}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{зад}} = \frac{16}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (X_{\text{зад}} - X_{\text{min}}) + 4, \quad (8)$$

где X_{max} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее максимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

X_{min} – значение воспроизводимого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в абсолютных единицах измерений;

$X_{\text{зад}}$ – значение воспроизводимого параметра, в единицах измеряемой величины. Считывают с монитора АРМ.

9.9.5 Результаты поверки по пункту 9.9 считают положительными, если рассчитанная по формуле (7) погрешность в каждой контрольной точке не выходит за

пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки. При получении отрицательных результатов поверки по пункту 9.9 поверку ИС прекращают.

10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки ИС признается пригодной к применению. Сведения о положительных результатах поверки и объеме поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, на которое наносится знак поверки, а также указывается объем поверки.

10.2 При отрицательных результатах поверки ИС признается непригодной к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

**Приложение А
(обязательное)**

Метрологические характеристики ИС

Метрологические характеристики ИК			Метрологические характеристики измерительных компонентов ИК				
			Первичный ИП		Вторичная часть		
Наименование ИК	Диапазоны измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип (выходной сигнал)	Пределы допускаемой основной погрешности	Тип барьера искрозащиты	Тип модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой погрешности
1	2	3	4	5	6	7	8
ИК массового расхода	от 0 до 25 т/ч	$\gamma: \pm 0,231 \%$	Micro motion (от 4 до 20 мА)	$\delta: \pm 0,25 \%$	-	LSAIM01	$\gamma: \pm 0,2 \%$
	от 0 до 87,1 т/ч ¹⁾	см. примечание 4					
ИК уровня	от 0 до 1100 мм (шкала от 450 до 1550 мм)	$\gamma: \pm 0,35 \%$	Уровнемер (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \pm 2,7 \text{ мм}$	-	LSAIM02	$\gamma: \pm 0,2 \%$
	от 250 до 6000 мм ¹⁾	см. примечание 4					
ИК перепада давления	от 0 до 400 кПа	$\gamma: \text{от } \pm 0,228 \text{ до } \pm 0,696 \%$	EJA110E, капсула Н (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \text{от } \pm 0,055 \text{ до } \pm 0,6 \%$	-	LSAIM02	$\gamma: \pm 0,2 \%$
	от -500 до 500 кПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от -6 до 10 кПа	$\gamma: \text{от } \pm 0,228 \text{ до } \pm 0,696 \%$	EJA110E, капсула М (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \text{от } \pm 0,055 \text{ до } \pm 0,6 \%$	-	LSAIM02	$\gamma: \pm 0,2 \%$
	от 0 до 20 кПа	см. примечание 4					
	от -100 до 100 кПа ¹⁾	см. примечание 4	EJA120E капсула Е (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \text{от } \pm 0,2 \text{ до } \pm 0,35 \%$	-	LSAIM02	$\gamma: \pm 0,2 \%$
	от 0 до 1 кПа	$\gamma: \text{от } \pm 0,311 \text{ до } \pm 0,444 \%$					
	от -1 до 1 кПа ¹⁾	см. примечание 4	EJX110A капсула М (от 4 до 20 мА)	$\gamma: \text{от } \pm 0,04 \text{ до } \pm 0,382 \%$	-	LSAIM02	$\gamma: \pm 0,2 \%$
	от -0,5 до 5 кПа	$\gamma: \text{от } \pm 0,224 \text{ до } \pm 0,475 \%$					
	от 0 до 30 кПа						
от 0 до 50 кПа							
от -100 до 100 кПа ¹⁾	см. примечание 4						

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК перепада давления	от -20 до 200 кПа	γ : от $\pm 0,224$ до $\pm 0,696$ %	EJX110A капсула Н (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,04$ до $\pm 0,6$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от -500 до 500 кПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 1 МПа	γ : от $\pm 0,224$ до $\pm 0,357$ %	EJX110A капсула V (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,04$ до $\pm 0,255$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 2 МПа						
	от 0 до 2,5 МПа						
	от -0,5 до 14 МПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 85 кПа	γ : от $\pm 0,224$ до 0,449 %	EJX130A, капсула М (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,04$ до $\pm 0,355$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от -100 до 100 кПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 80 кПа	γ : от $\pm 0,224$ до $\pm 0,588$ %	EJX130A, капсула Н (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,04$ до $\pm 0,495$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 85 кПа						
	от -500 до 500 кПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 1 кПа	γ : $\pm 0,31$ %	Метран-150CD (от 4 до 20 мА)	γ : $\pm 0,2$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 6,3 ¹⁾ кПа	см. примечание 4					
	от 0 до 1,6 МПа	γ : от $\pm 0,30$ до $\pm 2,21$ %	АИР-20 (от 4 до 20 мА)	γ : $\pm 0,2$ до $\pm 2,0$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 2,5 МПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от -0,25 до 0,25 МПа	γ : от $\pm 0,233$ до $\pm 0,618$ %	2051CD Диапазон 5 (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,075$ до $\pm 0,525$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
от -13,79 до 13,79 МПа ¹⁾	см. примечание 4						
от 0 до 0,1 МПа	γ : от $\pm 0,231$ до $\pm 0,592$ %	2051CD Диапазон 3 (от 4 до 20 мА)	γ : $\pm 0,065$ до 0,5 %	–	LSAIM01	γ : $\pm 0,2$ %	
от -0,248 до 0,248 МПа ¹⁾	см. примечание 4			–	LSAIM01	γ : $\pm 0,2$ %	
ИК давления	от 0 до 1 МПа	γ : от $\pm 0,228$ до $\pm 0,644$ %	EJA530E, капсула В (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,055$ до $\pm 0,55$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 1,5 МПа						
	от -0,1 до 2 МПа ¹⁾	см. примечание 4					

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК давления	от 0 до 5 МПа	γ : от $\pm 0,228$ до $\pm 0,56$ %	EJA530E, капсула С (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,055$ до $\pm 0,55$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от -0,1 до 10 МПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 15 МПа	γ : от $\pm 0,228$ до $\pm 0,696$ %	EJA530E, капсула D (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,055$ до $\pm 0,600$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от -0,1 до 50 МПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 150 кПа	γ : от $\pm 0,228$ до $\pm 0,696$ %	EJX310A, капсула А (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,04$ до $\pm 0,6$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 3,5 МПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 10 кПа	γ : от $\pm 0,24$ до $\pm 1,13$ %	АИР-10 (от 4 до 20 мА)	γ : $\pm 0,1$ до $\pm 1,0$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 250 кПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 1,6 МПа	γ : $\pm 0,24$ до $\pm 2,21$ %	АИР-20 (от 4 до 20 мА)	γ : $\pm 0,1$ до ± 2 %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 6 МПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 1 МПа	γ : от $\pm 0,224$ до $\pm 0,696$ %	EJX430A, капсула А (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,04$ до $\pm 0,6$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
	от 0 до 2 МПа						
	от 0 до 2,5 МПа						
	от -0,1 до 3,5 МПа ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 5 МПа	γ : от $\pm 0,224$ до $\pm 0,696$ %	EJX430A, капсула В (от 4 до 20 мА)	γ : от $\pm 0,04$ до $\pm 0,6$ %	–	LSAIM02	γ : $\pm 0,2$ %
от 0 до 8 МПа							
от 0 до 15 МПа							
от -0,1 до 16 МПа ¹⁾	см. примечание 4						
ИК виброскор ости	от 0 до 40 мм/с	см. примечание 4	BN-74712 в комплекте с 3500/42М (от 4 до 20 мА)	см. примечание 5	–	LSAIM01	γ : $\pm 0,2$ %
	от 1 до 250 мм/с ¹⁾						

1	2	3	4	5	6	7	8		
ИК температу ры	от 0 до 200 °С	$\Delta: \pm 1,965 \text{ } ^\circ\text{C}$	RTD LH (HCX Pt 100)	$\Delta: \pm(0,15+0,002 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$	-	LSAIM05	$\Delta: \pm 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$		
	от -40 до 850 °С ¹⁾	см. примечание 4							
	от -40 до +60 °С	$\Delta: \pm 3,13 \text{ } ^\circ\text{C}$			MTT MS	LSAIM01	$\Delta: \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$		
	от 0 до 200 °С	$\Delta: \pm 3,355 \text{ } ^\circ\text{C}$							
	от -40 до 850 °С ¹⁾	см. примечание 4							
	от 0 до 200 °С	$\Delta: \pm 3,355 \text{ } ^\circ\text{C}$			KFD2- RR	LSAIM05	$\Delta: \pm 3,7 \text{ } ^\circ\text{C}$		
	от -40 до 850 °С ¹⁾	см. примечание 4							
	от 0 до 100 °С	$\Delta: \pm 1,909 \text{ } ^\circ\text{C}$	R409U (HCX Pt 100)	$\Delta: \pm(0,15+0,002 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$	-	LSAIM05	$\Delta: \pm 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$		
	от 0 до 150 °С	$\Delta: \pm 1,934 \text{ } ^\circ\text{C}$							
	от -40 до 850 °С ¹⁾	см. примечание 4			MTT MS	LSAIM01	$\Delta: \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$		
	от 0 до 150 °С	$\Delta: \pm 3,337 \text{ } ^\circ\text{C}$							
	от -40 до 850 °С ¹⁾	см. примечание 4							
	от 0 до 150 °С	$\Delta: \pm 5,532 \text{ } ^\circ\text{C}$	Преобразовател ь Т35 (HCX К)	$\Delta: \pm 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от -40 до +375 °С) и $\pm 0,004 \cdot t $ (в диапазоне св. +375 до +1000 °С)	KFD2- VR	LSAIM04	$\Delta: \pm 4,8 \text{ } ^\circ\text{C}$		
	от 0 до 600 °С	$\Delta: \pm 5,903 \text{ } ^\circ\text{C}$							
	от 0 до 800 °С	$\Delta: \pm 6,35 \text{ } ^\circ\text{C}$			-	LSAIM04	$\Delta: \pm 2,1 \text{ } ^\circ\text{C}$		
	от -40 до 1000 °С ¹⁾	см. примечание 4							
	от 0 до 150 °С	$\Delta: \pm 2,84 \text{ } ^\circ\text{C}$							
	от 0 до 600 °С	$\Delta: \pm 3,51 \text{ } ^\circ\text{C}$			Т400N (HCX К)	$\Delta: \pm 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от - 40 до +375 °С) и $\pm 0,004 \cdot t $ (в диапазоне св. +375 до +1000 °С)	-	LSAIM04	$\Delta: \pm 2,1 \text{ } ^\circ\text{C}$
	от 0 до 800 °С	$\Delta: \pm 4,21 \text{ } ^\circ\text{C}$							
	от -40 до 1000 °С ¹⁾	см. примечание 4					-	LSAIM04	$\Delta: \pm 2,1 \text{ } ^\circ\text{C}$
от 0 до 150 °С	$\Delta: \pm 2,84 \text{ } ^\circ\text{C}$								
от 0 до 200 °С	$\Delta: \pm 2,84 \text{ } ^\circ\text{C}$								
от -40 до 1000 °С ¹⁾	см. примечание 4								

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК температу ры	от 0 до 80 °С	$\Delta: \pm 2,022 \text{ } ^\circ\text{C}$	ТПС 212BR (HCX Pt100)	$\Delta: \pm(0,3+0,005 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$	-	LSAIM05	$\Delta: \pm 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$
	от 0 до 100 °С	$\Delta: \pm 2,07 \text{ } ^\circ\text{C}$					
	от 0 до 130 °С	$\Delta: \pm 2,142 \text{ } ^\circ\text{C}$					
	от -196 до +250 °С ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 130 °С	$\Delta: \pm 1,75 \text{ } ^\circ\text{C}$	ТПС Ex223 (HCX Pt100)	$\Delta: \pm(0,3+0,005 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$	-	LSAIM05	$\Delta: \pm 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$
	от -196 до +250 °С ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 100 °С	$\Delta: \pm 1,909 \text{ } ^\circ\text{C}$	ТПС 111TE (HCX Pt100)	$\Delta: \pm(0,15+0,002 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$	-	LSAIM05	$\Delta: \pm 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$
	от 0 до 160 °С	$\Delta: \pm 1,938 \text{ } ^\circ\text{C}$					
	от -196 до 600 °С ¹⁾	см. примечание 4					
	от 0 до 100 °С	$\Delta: \pm 1,909 \text{ } ^\circ\text{C}$	ТПС (HCX Pt100)	$\Delta: \pm(0,15+0,002 \cdot t) \text{ } ^\circ\text{C}$	-	LSAIM05	$\Delta: \pm 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$
	от 0 до 160 °С	$\Delta: \pm 1,938 \text{ } ^\circ\text{C}$					
	от -30 до 300 °С ¹⁾	см. примечание 4					
от -50 до 50 °С	$\gamma: \text{от } \pm 0,321 \text{ до } 0,530 \%$	Термогигрометр НМТ337 (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \pm (0,2+0,0034 \cdot (20-t)), \text{ } ^\circ\text{C}$ (в диапазоне от -70 до 20 °С вкл); $\Delta: \pm (0,2+0,0025 \cdot (t-20)) \text{ } ^\circ\text{C}$ (в диапазоне св. 20 до 180 °С)	-	LSAIM02	$\gamma: \pm 0,2 \%$	
от -70 до 180 °С ¹⁾	см. примечание 4						
ИК относител ьной влажности	от 0 до 100 %	$\gamma: \text{от } \pm 1,665 \text{ до } \pm 3,306 \%$	Термогигрометр НМТ337 (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \text{от } \pm 1,5 \text{ до } \pm 3 \%$	-	LSAIM02	$\gamma: \pm 0,2 \%$
ИК сигналов термопрео бразовател ей сопротивл ения	Pt100 ($\alpha=0,00385$ $^\circ\text{C}^{-1}$) от 0 до +200 °С	$\Delta: \pm 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$	-	-	-	LSAIM05	$\Delta: \pm 1,7 \text{ } ^\circ\text{C}$
		$\Delta: \pm 3,7 \text{ } ^\circ\text{C}$				KFD2- RR	LSAIM05

1	2	3	4	5	6	7	8
ИК НКПР	от 0 до 20 % НКПР	$\Delta: \pm 5,5 \%$ НКПР	СГОЭС-2 (от 4 до 20 мА)	$\Delta: \pm 5 \%$ НКПР	–	LSAIM01	$\gamma: \pm 0,2 \%$
ИК частоты	от 0,017 до 19800 Гц	$\Delta: \pm 0,017 \text{ Гц}^2)$ $\delta: \pm 1 \%^3)$	–	–	–	3500/25	$\Delta: \pm 0,017 \text{ Гц}^2)$ $\delta: \pm 1 \%^3)$
ИК сигналов преобразователей термоэлектрических	тип К (от 0 до 800 °С)	$\Delta: \pm 2,1 \text{ }^\circ\text{C}$	–	–	–	LSAIM04	$\Delta: \pm 2,1 \text{ }^\circ\text{C}$
ИК силы тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,2 \%$	–	–	–	LSAIM02 LSAIM01	$\gamma: \pm 0,2 \%$
ИК воспроизведения силы тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,1 \%$	–	–	–	LSAOM01	$\gamma: \pm 0,1 \%$

1	2	3	4	5	6	7	8
<p>1) Указан максимальный диапазон измерений (диапазон измерений может быть настроен на меньший диапазон в соответствии с эксплуатационной документацией на первичный ИП ИК);</p> <p>2) В диапазоне измерений от 0,017 до 100 Гц включительно;</p> <p>3) В диапазоне измерений свыше 100 до 19800 Гц включительно;</p> <p>Примечания</p> <p>1 НСХ – номинальная статическая характеристика.</p> <p>2 Приняты следующие обозначения:</p> <p>Δ – абсолютная погрешность, в единицах измеряемой величины;</p> <p>t – измеренная температура, °С;</p> <p>γ – приведенная к диапазону измерений погрешность, %;</p> <p>δ – относительная погрешность, %.</p> <p>2 Шкала ИК давления и перепада давления, применяемых для измерения перепада давления на сужающем устройстве и уровня, установлена в ИС в единицах измерения расхода и уровня соответственно.</p> <p>3 Пределы допускаемой основной погрешности ИК температуры приведены для максимального абсолютного значения диапазона измерений температуры. Пределы допускаемой основной погрешности ИК при других значениях измеренной температуры рассчитывают согласно примечанию 4 настоящей таблицы.</p>							

1	2	3	4	5	6	7	8
<p>4 Пределы допускаемой основной погрешности ИК рассчитывают по формулам: – абсолютная $\Delta_{ИК}$, в единицах измеряемой величины:</p> $\Delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ПП}^2 + \left(\gamma_{ВП} \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{100} \right)^2},$ $\Delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ПП}^2 + \Delta_{ВП}^2},$ <p>где $\Delta_{ПП}$ – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности первичного ИП ИК, в единицах измеряемой величины; $\gamma_{ВП}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности вторичной части ИК, %; X_{\max} – значение измеряемого параметра, соответствующее максимальному значению диапазона аналогового сигнала, в единицах измеряемой величины; X_{\min} – значение измеряемого параметра, соответствующее минимальному значению границы диапазона аналогового сигнала, в единицах измеряемой величины; $\Delta_{ВП}$ – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности вторичной части ИК, в единицах измеряемой величины;</p> <p>– относительная $\delta_{ИК}$, %:</p> $\delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{ПП}^2 + \left(\gamma_{ВП} \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{изм}} \right)^2},$ <p>где $\delta_{ПП}$ – пределы допускаемой основной относительной погрешности первичного ИП ИК, %; $X_{изм}$ – измеренное значение, в единицах измеряемой величины;</p> <p>– приведенная $\gamma_{ИК}$, %:</p> $\gamma_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{ПП}^2 + \gamma_{ВП}^2},$ <p>где $\gamma_{ПП}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности первичного ИП ИК, %.</p>							

1	2	3	4	5	6	7	8
5 Границы основной относительной погрешности вибропреобразователя $\delta_{вп}$, %, при доверительной вероятности 0,95 рассчитывают по формуле							
$\delta_{вп} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \delta K_d^2 + \delta_{п}^2 + (\delta_a^{вп})^2 + \gamma_{ч}^2}$							
где	δ_0	– отклонение коэффициента преобразования от номинального значения, %;					
	δK_d	– основная относительная погрешность преобразования виброскорости, %;					
	$\delta_{п}$	– относительный коэффициент поперечного преобразования, %;					
	$\delta_a^{вп}$	– нелинейность амплитудной характеристики вибропреобразователя, %;					
	$\gamma_{ч}$	– неравномерность частотной характеристики вибропреобразователя, %;					