

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерительная АСУТП ПТ ПГУ-410
ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-675-2025

Москва
2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную АСУТП ПТ ПГУ-410 ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» (далее – ИС) и устанавливает методы ее первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 ИС обеспечивает прослеживаемость:

- к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой 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 года;

- к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года;

- к Государственному первичному эталону единицы частоты ГЭТ 1-2022 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 года;

- к Государственным первичным эталонам государственных поверочных схем средств измерений, применяемых в качестве первичных измерительных преобразователей (далее – ИП), входящих в состав ИС.

1.3 Метрологические характеристики первичных измерительных преобразователей ИП, входящих в состав измерительных каналов (далее – ИК) ИС, подтверждаются проверкой информации о результатах поверки первичных ИП. Метрологические характеристики вторичной части ИК ИС определяются непосредственным сличением с средствами поверки в соответствии с пунктами 8.2 – 8.4 настоящей методики поверки на месте эксплуатации ИС. Метрологические характеристики ИК ИС подтверждаются поэлементным способом.

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 измерительных каналов ИК в соответствии с заявлением владельца ИС с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ).

1.7 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице А1.1 приложения А настоящей методики поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	7.1	Да	Да
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	7.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
Проверка результатов поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК	9.1	Да	Да
Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА	9.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления (термопар)	9.3	Да	Да
Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений частоты электрических сигналов	9.4	Да	Да
Определение основной погрешности ИК ИС, включающих в свой состав первичные ИП	9.5	Да	Да
Определение основной погрешности ИК силы тока	9.6	Да	Да
Определение основной погрешности ИК частоты	9.7	Да	Да
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку ИС прекращают.			

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, % 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 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
Основные средства поверки		
9	Рабочий эталон единицы постоянного электрического тока 2 разряда в диапазоне от 4 до 20 мА в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6(-R) (регистрационный номер 52489-13) (далее – калибратор)
9	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления 4 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456	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	Генератор сигналов специальной формы серии АКИП-3422 (регистрационный номер 71343-18) (далее – АКИП-3422)
Вспомогательное оборудование		
6 – 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ±0,5 °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д (регистрационный номер 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 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±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 на ИС;

- 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.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

7.1.1 Средства поверки и ИС выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее трех часов.

7.1.2 Средства поверки и ИС подготавливают к работе в соответствии с их эксплуатационными документами.

7.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

7.2.1 Опробование ИС проводят путем вывода значений измеряемых параметров на автоматизированное рабочее место (далее – АРМ) оператора.

7.2.2 Проверку функционирования и исправности линий связи проводят с АРМ оператора путем визуального наблюдения на экране АРМ оператора текущих значений измеряемых параметров и архивных данных в установленных единицах.

7.2.3 Проверяют отсутствие сообщений об ошибках и соответствие значений измеряемых параметров данным, отраженным в описании типа ИС.

7.2.4 Результаты опробования считают положительными если:

- на АРМ оператора отсутствуют сообщения об ошибках;
- на экране АРМ оператора отображаются текущие и архивные значения измеряемых параметров;
- значения измеряемых параметров соответствуют данным, отраженным в описании типа ИС;

– при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибратора соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины ИС.

7.2.5 Поверку системы по 7.2 прекращают, если:

- на АРМ оператора есть сообщения об ошибках;
- на АРМ оператора не отображаются текущие и архивные значения измеряемых параметров;
- значения измеряемых параметров не соответствуют данным, отраженным в описании типа ИС;
- при увеличении и уменьшении значения входного сигнала калибратора соответствующим образом не изменяются значения измеряемой величины ИС.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку 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. Проверку идентификационных данных ПО ИС проводят в соответствии с приложением А руководства по эксплуатации ИС.

8.2 Результаты проверки ПО ИС считают положительными, если идентификационные данные ПО ИС совпадают с исходными, указанными в описании типа ИС.

8.3 Проверку системы прекращают, если идентификационные данные ПО ИС не совпадают с исходными, указанными в описании типа ИС.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка результатов поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК

9.1.1 Проверяют информацию о результатах поверки средств измерений, применяемых в качестве первичных ИП ИК.

9.1.2 Результаты поверки по пункту 8.1 считают положительными, если средства измерений, применяемые в качестве первичных ИП ИК, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и имеют положительные результаты поверки.

9.1.3 Поверку ИС прекращают, если средства измерений, применяемые в качестве первичных ИП ИК, не поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, или имеют отрицательные результаты поверки.

9.2 Определение основной приведенной к диапазону измерений погрешности преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока от 4 до 20 мА

9.2.1 Отключают первичный измерительный преобразователь от ИК (при наличии). Ко вторичной части ИК, включая барьер искрозащиты (при наличии), подключают калибратор и задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки 4; 8; 12; 16; 20 мА.

9.2.2 В каждой контрольной точке рассчитывают приведенную к диапазону измерений 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, измеренное системой, мА;

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

9.2.3 Если показания ИС можно просмотреть только в единицах измеряемой величины, то:

а) 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.

б) при функции преобразования с корнеизвлечением значение силы тока $I_{\text{изм}}$, мА, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{изм}} = \left(\frac{4 \cdot (X_{\text{изм}} - X_{\text{min}})}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \right)^2 + 4. \quad (3)$$

9.2.4 Результаты поверки по пункту 8.2 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.

9.2.5 Поверку ИС прекращают, если рассчитанная по формуле (1) приведенная погрешность хотя бы в одной контрольной точке выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

9.3 Определение абсолютной погрешности измерений сигналов термопреобразователей сопротивления (термопар)

9.3.1 Отключают первичный измерительный преобразователь от ИК (при наличии). Ко вторичной части ИК, включая барьер искрозащиты (при наличии), подключают калибратор, установленный в режим имитации сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009 (термопар по ГОСТ Р 8.585–2001).

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

$$\Delta_{TC} = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (4)$$

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

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

9.3.4 Результаты поверки по пункту 8.3 считают положительными, если рассчитанная по формуле (4) абсолютная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

9.3.5 Поверку ИС прекращают, если рассчитанная по формуле (4) абсолютная погрешность хотя бы в одной контрольной точке выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

9.4 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений частоты электрических сигналов

9.4.1 Отключают первичный измерительный преобразователь от ИК (при наличии). Ко вторичной части ИК, включая барьер искрозащиты (при наличии), подключают АКИП-3422, установленный в режим имитации частотных электрических сигналов.

9.4.2 С помощью АКИП-3422 устанавливают частотный электрический сигнал. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 25; 50; 75; 100 % диапазона измерений.

9.4.3 Считывают значения входного сигнала с монитора операторской станции и в каждой контрольной точке рассчитывают приведенную погрешность γ_v , %, по формуле

$$\gamma_v = \frac{\gamma_{\text{изм}} - \gamma_{\text{эт}}}{\gamma_{\text{max}} - \gamma_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $\gamma_{\text{изм}}$ – значение частоты в контрольной точке по показаниям ИС, Гц.

γ_{max} – значение верхнего предела диапазона измерения, Гц;

$\gamma_{\min}$ – значение нижнего предела диапазона измерения, Гц.

9.4.4 Результаты поверки по пункту 8.4 считают положительными, если рассчитанная по формуле (5) приведенная погрешность в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

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

9.5.1 При наличии сведений о поверке, подтверждающих пригодность первичного ИП ИК¹, входящего в состав ИК ИС, и положительных результатах поверки по пункту 8.2 (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом силы постоянного тока от 4 до 20 мА), 8.3 (для первичного ИП с аналоговым выходным сигналом термопреобразователей сопротивления) основная погрешность ИК ИС не превышает пределов, указанных в описании типа ИС.

9.5.2 Результаты поверки по пункту 8.5 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 8.2 и 8.3 положительные.

9.6 Определение основной погрешности ИК силы тока

9.6.1 При положительных результатах поверки по пунктам 8.2 для ИК силы тока, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

9.6.2 Результаты поверки по пункту 8.6 считают положительными, если результаты поверки по пункту 8.2 для данных ИК ИС положительные.

9.7 Определение основной погрешности ИК частоты

9.7.1 При положительных результатах поверки по пунктам 8.4 для ИК частоты электрических сигналов, основная погрешность данных ИК ИС не превышает пределов, указанных в таблице А.1 приложения А настоящей методики поверки.

9.7.2 Результаты поверки по пункту 8.7 считают положительными, если результаты поверки по пункту 8.4 для данных ИК ИС положительные.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки.

10.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

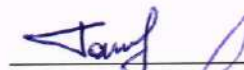
10.3 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца) в части отдельных измерительных каналов, в сведениях о поверке в ФИФОЕИ указывают информацию об объеме проведенной поверки.

10.4 По заявлению владельца ИС или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

10.5 Конструкция ИС и условия ее эксплуатации не предусматривают нанесение знака поверки непосредственно на ИС. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

10.6 Пломбирование ИС не предусмотрено.

Руководитель лаборатории




И.Р. Гатиятуллин

Инженер по метрологии

П.С. Ильин

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

**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 модуля ввода/вывода	Пределы допускаемой основной погрешности
1	2	3	4	5	6	7
ИК температуры	от 0 до +100 °С	$\Delta: \pm 0,91 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Метран-206 (НСХ 100П)	$\Delta: \pm (0,3 + 0,005 \cdot t), \text{ }^{\circ}\text{C}$	комплекс	$\Delta: \pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до +150 °С	$\Delta: \pm 1,21 \text{ }^{\circ}\text{C}$				$\Delta: \pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до +400 °С	от 0 до +333 включ. °С $\Delta: \pm 3,27 \text{ }^{\circ}\text{C}$; св. +333 °С до +400 °С $\Delta: \pm 3,74 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Метран-2000 (ТХА К)	от -40 °С до +333 включ. °С $\Delta: \pm 2,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$; св. +333 °С до +600 °С $\Delta: \pm 0,0075 \cdot t \text{ }^{\circ}\text{C}$	комплекс	$\Delta: \pm 1,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до +600 °С	от 0 до +333 включ. °С $\Delta: \pm 3,82 \text{ }^{\circ}\text{C}$; св. +333 °С до +600 °С $\Delta: \pm 5,61 \text{ }^{\circ}\text{C}$				$\Delta: \pm 2,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	от 0 до +400 °С	от 0 до +300 включ. °С $\Delta: \pm 3,99 \text{ }^{\circ}\text{C}$; св. +300 °С до +400 °С $\Delta: \pm 4,74 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Метран-201 (ТХА К)	от -40 °С до +300 включ. °С $\Delta: \pm 3,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$; св. +300 °С до +400 °С $\Delta: \pm 4,00 \text{ }^{\circ}\text{C}$	комплекс	$\Delta: \pm 1,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$

1	2	3	4	5	6	7
ИК давления	от 0 до 1 кгс/см ²	γ: от ±0,71 % до ±1,19 %	MBS 33 (от 4 до 20 мА)	γ: от ±0,5 % до ±1 %	комплекс	γ: ±0,4 %
	от 0 до 4 кгс/см ²					
	от 0 до 10 кгс/см ²	γ: ±0,45 %	Deltabar (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,075 %	комплекс	γ: ±0,4 %
	от 0 до 1 кгс/см ²	γ: ±0,46 %	SITRANS (от 4 до 20 мА)	γ: ±0,1 %	комплекс	γ: ±0,4 %
	от 0 до 10 кгс/см ²					
	от 0 до 4 кгс/см ²	γ: ±1,19 %	преобразователь давления MBS 33 (от 4 до 20 мА)	γ: ±1 %	комплекс	γ: ±0,4 %
	от 0 до 4 кгс/см ²	γ: ±1,19 %	MBS 3000 (от 4 до 20 мА)	γ: ±1 %	комплекс	γ: ±0,4 %
	от 0 до 10 кгс/см ²					
	от 0 до 40 кгс/см ²					
	от 0 до 160 кгс/см ²					
ИК частоты	от 0 до 4000 Гц	γ: ±0,01025 %	—	—	комплекс	γ: ±0,01025 %
ИК силы постоянно го тока	от 4 до 20 мА	γ: ±0,4 %	—	—	комплекс	γ: ±0,4 %

Примечания

1 НСХ – номинальная статическая характеристика.

2 Приняты следующие обозначения:

Δ – абсолютная погрешность, в единицах измеряемой величины;

t – измеренная температура, °С;

γ – приведенная погрешность, %. За нормирующее значение принята разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений.

3 Пределы допускаемой основной погрешности ИК температуры приведены для максимального абсолютного значения диапазона (поддиапазона) измерений температуры. Пределы допускаемой основной погрешности ИК при других значениях измеренной температуры рассчитывают согласно примечанию 4 настоящей таблицы.

4 Пределы допускаемой основной погрешности ИК рассчитывают по формулам:

– абсолютная $\Delta_{ИК}$, в единицах измеряемой величины:

$$\Delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ПП}^2 + \left(\gamma_{ВП} \cdot \frac{X_{\max} - X_{\min}}{100} \right)^2},$$

$$\Delta_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{ПП}^2 + \Delta_{ВП}^2},$$

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;

– приведенная $\gamma_{ИК}$, %:

$$\gamma_{ИК} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\gamma_{ПП}^2 + \gamma_{ВП}^2},$$

где $\gamma_{ПП}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности первичного ИП ИК, %;

$\gamma_{ВП}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности вторичной части ИК, %.