

Общество с ограниченной ответственностью «Комплексные энергетические решения»
ООО «Комплексные энергетические решения»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ООО «Комплексные энергетические
решения»



А.Е. Таганов

02 2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Система автоматизированная измерительно-управляющая
САУ ГТЭ-110М «Ударная ТЭС» (энергоблок № 3)**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП КЭР-01-2025**

Москва
2025

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 Общие положения.....	3
2 Перечень операций поверки.....	4
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр.....	6
8 Подготовка к поверке и опробование.....	6
9 Проверка (идентификация) программного обеспечения.....	6
10 Определение метрологических характеристик	6
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	7
12 Оформление результатов поверки	8

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему автоматизированную измерительно-управляющую САУ ГТЭ-110М «Ударная ТЭС» (энергоблок № 3) (далее – САУ ГТЭ-110М или система) и устанавливает объем, средства и методы ее поверки.

1.2 Система предназначена для измерений и контроля параметров технологических процессов энергоблока № 3 ТЭС Ударная в реальном масштабе времени (температуры, влажности, давления технологических жидкостей и газов, объемного расхода технологических жидкостей), формирования сигналов управления и регулирования, обеспечения сигнализации и противоаварийной защиты, а также визуализации, накопления, регистрации и хранения информации о состоянии технологических параметров.

1.3 Производство единичное, заводской номер 001. Система расположена на Ударной ТЭС, Краснодарский край, с. Ударное.

1.4 Измерительные каналы (ИК) системы состоят из:

- оборудования полевого уровня: первичных измерительных преобразователей (ПИП), осуществляющих преобразование измерительных величин в электрические сигналы;

- оборудования среднего уровня: вторичная часть измерительных каналов (ВИК), включающая в себя измерительные и вычислительные компоненты, установленные в приборных стойках системы;

- оборудование верхнего уровня, представляющее собой серверное оборудование с установленным специализированным программным обеспечением, обеспечивающим обработку, отображение и хранение измерительной информации.

Все уровни оборудования САУ ГТЭ-110М соединяются между собой проводными линиями связи.

1.5 Систему подвергают поверке покомпонентным (поэлементным) способом с учетом положений раздела 8 ГОСТ Р 8.596.

1) ИК системы условно разделяют на ПИП и ВИК;

2) проверяют наличие действующих сведений о положительных результатах поверки ПИП;

3) проводят экспериментальное определение метрологических характеристик ВИК;

4) принимают решения о годности каждого отдельного ИК.

1.6 Результаты поверки каждого отдельного ИК считаются положительными, если:

- ПИП имеют действующие сведения о положительных результатах поверки;

- экспериментально определенные метрологические характеристики ВИК не превышают допускаемых значений в условиях поверки.

1.7 Первичную поверку САУ ГТЭ-110М проводят после утверждения типа. Допускается при поверке использовать положительные результаты испытаний по опробованию методики поверки. При этом сведения о результате первичной поверки публикуются после выхода приказа об утверждении типа.

1.8 Периодическую поверку САУ ГТЭ-110М проводят в процессе ее эксплуатации.

1.9 Допускается проведение поверки системы в части отдельных ИК с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении ее результатов.

1.10 ИК системы, прошедшие поверку с отрицательным результатом, выводятся из эксплуатации, информация о таких ИК не указывается при оформлении результатов поверки.

1.11 После ремонта системы, аварий, если эти события могли повлиять на метрологические характеристики ИК, а также после замены средств измерений, входящих в состав ИК, проводится первичная поверка системы. Допускается проводить поверку только тех ИК, которые подверглись указанным выше воздействиям.

1.12 ПИП, входящие в состав ИК САУ ГТЭ-110М, поверяют с интервалом между поверками, установленными при утверждении их типа. Если очередной срок поверки измерительного компонента наступает до очередного срока поверки системы, поверяется только этот компонент, и поверка всей системы не проводится.

1.13 В рамках поверки система автоматизированная измерительно-управляющая САУ ГТЭ-110М «Ударная ТЭС» (энергоблок № 3) обеспечивает прослеживаемость к государственным первичным эталонам, приведенным в таблице ниже:

Таблица 1 – Государственные первичные эталоны, к которым обеспечивается прослеживаемость САУ ГТЭ-110М.

№ пп	Реестровый номер	Наименование эталона	Приказ Росстандарта утвержденной ГПС
1	ГЭТ 4-91	ГЭТ единицы силы постоянного электрического тока	№ 2091 от 01.10.20218
2	ГЭТ 14-2014	ГЭТ единицы электрического сопротивления	№ 3456 от 30.12.2019

1.14 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении 1 к настоящей методике поверки с учетом п.п. 1.5 – 1.6 настоящего документа.

1.15 Для обеспечения реализации методики поверки, определение метрологических характеристики системы осуществляется методом косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2:

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при поверке:	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка (идентификация) программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Экспериментальные исследования по определению метрологических характеристик системы выполняют в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от +10 до +35,
- относительная влажность воздуха (при +25 °С, без конденсации) до 80,
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

Примечание: условия при проведении поверки системы не должны выходить за нормированные условия применения эталонов и поверочного оборудования.

3.2 Определение сложившихся климатических условий проводят по местам расположения измерительных компонентов системы непосредственно перед проведением экспериментальных работ и контролируют изменения условий в процессе выполнения работ.

3.3 Измеренные значения климатических условий заносят в протокол поверки и проверяют их соответствие условиям, указанным в п. 3.1. При обнаружении несоответствий дальнейшие работы приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки системы допускают специалистов организаций, аккредитованных в области обеспечения единства измерений на право поверки СИ в порядке, установленном законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации, изучивших настоящую методику поверки, РЭ поверочного и вспомогательного оборудования, необходимые МИ и актуальный формуляр на систему, имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года и освоивших работу с системой и используемыми средствами измерений.

4.2 При проведении поверочных и измерительных работ должны присутствовать специалисты эксплуатирующей организации, имеющие опыт работы и право на подключение и отключение компонентов ИК.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3:

Таблица 3 – Рекомендуемые средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Раздел 8 Подготовка к поверке и опробование	Диапазоны измерений и соответствующие им погрешности: - температуры воздуха от 0 до плюс 60 °С, ПГ ± 1 °С (абсолютная); - относительная влажность воздуха от 0 до 98 %, ПГ ± 2 % (абсолютная); - атмосферное давление от 300 до 1100 гПа, ПГ $\pm 2,5$ гПа (абсолютная)	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 82393-21)
Раздел 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 Рабочий эталон единицы силы электрического сопротивления 4-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3456	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 725 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52221-12)

Примечания:

1 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

2 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующие сведения о положительных 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 и иметь действующие сведения о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.3, ГОСТ 12.2.007.7, ГОСТ 22261, «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ», а также требования безопасности на средства поверки, технические и измерительные компоненты системы, изложенные в их руководствах по эксплуатации.

6.2 Все оперативные отключения и включения должны проводиться руководителем работ в соответствии с программой проведения работ, утвержденной в установленном порядке.

7 Внешний осмотр

7.1 Проверяют целостность корпусов, отсутствие видимых повреждений компонентов системы.

7.2 Проверяют отсутствие следов коррозии и нагрева в местах подключения проводных линий связи.

7.3 В случае выявления несоответствий по пункту 7.1 поверку приостанавливают до устранения выявленных несоответствий. В случае невозможности устранения выявленных несоответствий система в части неисправных ИК бракуется.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки проверяют наличие и проводят ознакомление со следующими документами:

- эксплуатационная документация на систему и ее компоненты;
- описание типа на систему.

8.2 На месте эксплуатации системы проводят следующие подготовительные работы:

- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них;
- измеряют и заносят в протокол результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления;

8.3 Опробование.

8.3.1 Проводят проверки функционирования визуализации измеряемых параметров на дисплеях автоматизированных рабочих мест операторов (АРМ).

8.3.2 Проверяют наличие индикации об отсутствии сигнала при отключении линий связи ПИП от клемм соответствующих ВИК.

8.3.3 Проводят проверки работоспособности измерительных функций системы, которые совмещают с проведением экспериментальных работ по п. 10 настоящей методики поверки.

9 Проверка (идентификация) программного обеспечения

9.1 Проверяют соответствие наименования программного обеспечения и номера версии данным, приведенным в описании типа.

9.2 Систему признают прошедшей проверку программного обеспечения с положительным результатом, если полученные при проверки идентификационные данные соответствуют данным, приведенным в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверяют наличие действующих сведений о положительных результатах поверки на ПИП, входящие в состав поверяемого ИК.

10.2 Проводят определение метрологических характеристик ВИК поверяемого ИК в соответствии с настоящей методикой поверки.

10.2.1 Определение метрологических характеристик ВИК преобразования силы постоянного электрического тока в диапазоне от 4 до 20 мА проводят в следующей последовательности:

— выбирают измерительный канал (ИК). На вход линии связи выбранного ИК вместо первичных измерительных преобразователей (ПИП) подключают эталонный калибратор сигналов, имитирующий электрические сигналы ПИП. Схема подключения эталонного калибратора – аналогична схеме подключения первичного измерительного преобразователя;

Примечание: допускается подключать эталонный калибратор к клеммам приборной стойки с компонентами ВИК вместо линий связи

— определяют расположение измерительного индикатора выбранного канала на видеограмме на экране монитора рабочей станции оператора системы, Перечень видеограмм, состав ИК в каждой видеограмме и порядок выбора видеограмм приведен в «Базе данных измеряемых параметров»,

— с помощью эталонного калибратора на вход ИК подают сигнал, соответствующий расчетному сигналу первичного измерительного преобразователя в контролируемой точке диапазона измерений;

— поверку канала измерений проводят при следующих значениях входного сигнала: 0; 25; 50; 75 и 100 % измеряемой величины, что соответствует выходным сигналам постоянного тока 4 мА, 7,2 мА, 12 мА, 16 мА, 25 мА.;

— основную приведенную погрешность электронной части измерений сигналов силы постоянного электрического тока в значения технологических параметров вычисляют по формуле:

$$\gamma_{икэ} = \frac{(A_x - A_0)}{A_{max} - A_{min}} \cdot 100 \% \quad (1),$$

где A_{max} , A_{min} – верхняя и нижняя границы диапазона измерений испытываемого измерительного канала в единицах измерений технологического параметра;

A_x - значение измеренного параметра, снятое с АРМ оператора;

A_0 - значение параметра, соответствующее заданному сигналу эталона.

— в протокол поверки заносят значения A_x , A_0 и $\gamma_{икэ}$.

ИК считается прошедшим поверку с положительным результатом, если полученное значение приведенной погрешности ВИК по абсолютной величине не превышает соответствующего значения, указанного в описании типа.

10.2.2 Определение метрологических характеристик ВИК преобразования сигналов электрического сопротивления от термопреобразователей сопротивления с НСХ по ГОСТ 6651-2009 проводят в следующей последовательности:

— в качестве имитатора сигналов при поверке данных ИК используются калибраторы сопротивления или магазины сопротивления, подключаемые на вход ИК вместо ПИП. Схема подсоединения эталонного калибратора или магазина сопротивлений должна соответствовать схеме подсоединения ПИП (3-х или 4-х провод ная);

— величина задаваемого сигнала в виде сопротивления постоянному току от рабочего эталона зависит от значения имитируемой физической величины и определяется по ГОСТ 6651-2009;

— поверка канала измерений проводится при следующих значениях входного сигнала: 0; 25; 50; 75 и 100 % измеряемой величины;

— число исследуемых точек диапазона измерений – 5;

— значение измеренной температуры определяют, как показания индикатора на соответствующей видеограмме на экране монитора рабочей станции оператора системы;

— основную абсолютную погрешность ΔA электронной части поверяемых ИК температуры, определяют путем сравнения значений эталонного сигнала A_0 , подаваемого на соответствующий вход ИК системы, с показаниями дисплея A_x и вычисляют по формуле:

$$\Delta A = A_x - A_0 \quad (2),$$

где: A_x - значение измеренного параметра, снятое с АРМ оператора;

A_0 - расчетное значение температуры в поверяемой точке диапазона измерений.

— основную приведенную погрешность электронной части поверяемых измерительных каналов температуры вычисляют по формуле (1).

ИК считается прошедшим поверку с положительным результатом по данному пункту программы испытаний, если полученные значение приведенной погрешности ВИК и абсолютной погрешности ВИК по абсолютной величине не превышают соответствующих значений, указанных в описании типа.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результаты поверки ИК считаются положительными, если ПИП поверены на момент поверки системы (п. 10.1) и ВИК экспериментально проверена с положительными результатами (п. 10.2).

Результаты поверки ИК считаются отрицательными, если ПИП не поверены на момент поверки системы (п. 10.1) и/или ВИК экспериментально проверена с отрицательными результатами (п. 10.2).

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

12.2 Сведения о результатах поверки направляются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку в соответствии с положениями Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510, 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.

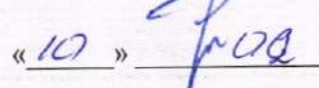
Руководитель МС и СК

ООО «Комплексные энергетические решения»

Ведущий инженер по метрологии МС

ООО «Комплексные энергетические решения»

« 10 »  А.Ю. Романов
2025 г.

« 10 »  Л.О. Гудкова
2025 г.

Приложение 1

В процессе поверки САУ ГТЭ-110М должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики (требования)

Таблица 1 – Метрологические требования САУ ГТЭ-110М

Измеряемая величина	Диапазон измерений (ДИ) ¹	ПИП			ВИК		Характеристики ИК в рабочих условиях эксп.
		Тип, рег. номер	Вых. сигнал	Характеристики погрешности (основной / дополнительной)		Тип, рег. номер	
1	2	3	4	5	6	7	8
Давление рабочих жидкостей и газов	ВПИ 100 кПа	UPT-67-A, 37031-18	от 4 до 20 мА	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,25 \%$ $\gamma_{\text{доп}}^t = \pm 0,2 \%$ на каждые 10 °С	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,1 \%$ $\gamma_{\text{доп}} = \pm 0,002 \%$ на каждые 10 °С	R500AI08052, 63776-16	По формуле (1)
	ВПИ 0,6 МПа	UPT-67-R, 37031-18	от 4 до 20 мА				По формуле (1)
	ВПИ 250 кПа	UPT-67-D, 37031-18	от 4 до 20 мА	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 1,0 \%$ $\gamma_{\text{доп}}^t = \pm 0,6 \%$ на каждые 10 °С			По формуле (1)
	от 0 до 4 МПа	МИДА-ДИ-15, 50730-17	от 4 до 20 мА	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,25 \%$ $\gamma_{\text{доп}}^t = \pm 0,03 \%$ на каждые 10 °С, но не более $\pm 0,1 \%$			По формуле (1)
	от 0 до 1 МПа	МИДА-ДД-15, 50730-17	от 4 до 20 мА				По формуле (1)
	от 0 до 25 МПа	APZ 3020 62292- 15	от 4 до 20 мА	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,25 \%$ $\gamma_{\text{доп}}^t = \pm 0,05 \%$ на каждые 10 °С			По формуле (1)
	от 0 до 2,5 МПа	APZ 3420, 62292-15	от 4 до 20 мА				По формуле (1)
	от 0,063 до 6,3 кПа	АИР-20/М2, 63044-16	от 4 до 20 мА	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,4 \%$ $\gamma_{\text{доп}}^t = \pm 0,2 \%$ на каждые 10 °С			По формуле (1)
	от 0 до 100 МПа	РПД-И, 72842-18	от 4 до 20 мА	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,5 \%$ $\gamma_{\text{доп}}^t = \pm 0,45 \%$ на каждые 10 °С			По формуле (1)
	ВПИ 2,5 МПа	ИТ12.34.000, 84739-22	от 4 до 20 мА	$\Delta_{\text{осн}} = \pm (0,05 + 0,05 \cdot P_{\text{изм}})$ $\delta_{\text{доп}} = \pm 15 \%$			По формуле (1)

Объемный расход технологических жидкостей	от $283 \cdot 10^{-3}$ до $1132 \text{ м}^3/\text{ч}$	ВЗЛЕТ ТЭР, 39735-14	от 4 до 20 мА	$0,001 Q_{\text{наиб}} - 0,03 Q_{\text{наиб}}$: $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,35 \%$; $0,03 Q_{\text{наиб}} - Q_{\text{наиб}}$: $\delta_{\text{осн}} = \pm 0,35 \%$; $\delta_{\text{доп}}^t = \pm 0,6 \%$ на каждые 10°C ; $\delta_{\text{доп}} = \pm 0,6 \%$ (от изм Т измеряемой среды)	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,1 \%$ $\gamma_{\text{доп}} = \pm 0,002 \%$ на каждые 10°C	R500AI08052, 63776-16	По формуле (1)
Относительная влажность воздуха	от 5 до 98 %	ИПТВ, 16447-08	от 4 до 20 мА	$\Delta_{\text{осн}} = \pm 3,0 \%$; $\Delta_{\text{доп}} = \pm 1,0 \%$ на каждые 10°C ;	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,1 \%$ $\gamma_{\text{доп}} = \pm 0,002 \%$ на каждые 10°C	R500AI08052, 63776-16	По формуле (1)
Температура технологических жидкостей и газов	от 0 до 100°C		от 4 до 20 мА	$\Delta_{\text{осн}} = \pm 0,4 \%$; $\Delta_{\text{доп}} = \pm 0,1 \%$ на каждые 10°C			По формуле (1)
	от минус 50 до 500°C	ТПУ 0304/М1-Н, 50519-17	от 4 до 20 мА	$\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,25 \%$; $\gamma_{\text{доп}}^t = \pm 0,5 \gamma_{\text{осн}}$ на каждые 10°C			По формуле (1)
	от минус 200 до 500°C	ТСП/1-8040, 52719-13	2Х50П от 8,62 до 141,92 Ом	$\Delta_{\text{осн}} = \pm(0,3+0,005 \cdot t)$	$\Delta_{\text{осн}} = \pm 0,5^\circ\text{C}$, $\gamma_{\text{осн}} = \pm 0,1 \%$ $\gamma_{\text{доп}} = \pm 0,002 \%$ на каждые 10°C	R500AI08031, 63776-16	По формуле (2)
	от минус 60 до 200°C	ТСП 012, 60966-15	Pt100 от 76,33 до 175,86 Ом	$\Delta_{\text{осн}} = \pm(0,3+0,005 \cdot t)$			По формуле (2)
	от минус 60 до 500°C	ДТС, 28354-10	Pt100 от 76,33 до 280,98 Ом	$\Delta_{\text{осн}} = \pm(0,3+0,005 \cdot t)$			По формуле (2)
	от минус 50 до 200°C	ТСП, 50071-12	100П от 80,00 до 177,04 Ом	$\Delta_{\text{осн}} = \pm(0,3+0,005 \cdot t)$			По формуле (2)
	от минус 50 до 200°C	ТС, 58808-14	100П от 80,00 до 177,04 Ом	$\Delta_{\text{осн}} = \pm(0,3+0,005 \cdot t)$			По формуле (2)

Примечания:

1 В таблице указан максимальный диапазон измерений для данной структуры ИК, внутри которого выбираются конкретные рабочие поддиапазоны измерений. Приведены предельные допускаемые значения приведенной погрешности для данного типа ИК.

2 Используемые обозначения:

Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности;

δ – пределы допускаемой относительной погрешности, %;

γ – пределы допускаемой приведенной погрешности (приведенной к диапазону измерения);

$\gamma_{\text{доп}}^t$ – пределы дополнительной приведенной погрешности вызванной изменением температуры окружающей среды, % / 10 °С;

3 Расчет пределов основной допускаемой приведенной погрешности ИК проводится по формуле:

$$\gamma_{\text{ИК}} = \pm \sqrt{\gamma_{\text{ВИК}}^2 + \gamma_{\text{ПИП}}^2} \quad (1)$$

4 Расчет пределов допускаемой абсолютной погрешности ИК проводится по формуле:

$$\Delta_{\text{ИК}} = \pm (\Delta_{\text{ТСП}} + \Delta_{\text{ВИК}}) \quad (2)$$