

**Общество с ограниченной ответственностью «КЭР-Автоматика»  
(ООО «КЭР-Автоматика»)**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель генерального директора  
по метрологии – директор филиала  
ООО «КЭР-Автоматика» «Центр  
метрологического обеспечения предприятий»



Д.Д. Погодин

2024 г.

**«ГСИ. Устройство распределенного ввода-вывода IntegRate»**

**Методика поверки  
МП. IntegRate.171202**

Казань 2024 г.

## Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	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	6
7 Внешний осмотр средства измерений	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
8.1 Подготовительные работы	7
8.2 Контроль условий поверки	7
8.3 Опробование средства измерений	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям.	7
10.1 Определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопар	7
10.2 Определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивления	8
10.3 Определение приведенной погрешности измерения сигналов напряжения постоянного тока	9
10.4 Определение абсолютной и относительной погрешности измерения частоты	9
11 Оформление результатов поверки	10

## **1 Общие положения**

Настоящая методика поверки распространяется на устройство распределенного ввода-вывода IntegRate, заводской № 171202 (далее - устройство), предназначенное для измерения аналоговых сигналов от первичных измерительных преобразователей (датчиков) в виде напряжения постоянного тока, частоты, сигналов термопар и термопреобразователей сопротивления и преобразования этих сигналов в единицы физических величин, а также для приема и обработки дискретных сигналов и формирования управляющих и аварийных дискретных сигналов на основе полученных измерений.

Настоящая методика устанавливает требования к объему, условиям поверки, методам и средствам экспериментального исследования метрологических характеристик и порядку оформления результатов поверки.

Устройство подлежит как первичной, так и периодической поверке.

Первичную поверку устройства выполняют перед вводом в эксплуатацию, а также после ремонта.

Периодическую поверку устройства выполняют в процессе эксплуатации через установленный интервал между поверками.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава устройства по заявлению эксплуатирующей организации с указанием объема проведенной поверки.

Прослеживаемость при поверке устройства обеспечивается в соответствии с

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ13-2023 «ГПЭ единицы электрического напряжения»;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ14-2014 «ГПЭ единицы электрического сопротивления»;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ1-2022 «ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени».

Передача размеров величин при поверке осуществляется методом косвенных измерений для температуры и методом прямых измерений для напряжения постоянного тока и частоты.

## **2 Перечень операций поверки средства измерений**

При проведении поверки устройства выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операции при		Номер пункта НД по поверке
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки	Да	Да	8.2
Опробование средства измерений	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			
- определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопар;	Да	Да	10.1
- определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивления;	Да	Да	10.2
- определение приведенной погрешности измерения сигналов напряжения постоянного тока;	Да	Да	10.3
- определение абсолютной и относительной погрешности измерения частоты	Да	Да	10.4
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

## **3 Требования к условиям проведения поверки**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +35 °C;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность окружающей не более 90 %.

## **4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку**

Поверку устройства осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели, изучившие настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации на систему, имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

Персонал, проводящий поверку, должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу по технике электробезопасности не ниже 2-ой.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства измерений

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.2 «Контроль условий поверки»	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +35 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 до 90 % с погрешностью не более ±3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53505-13)
п. 10.1 «Определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопар»	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 Калибратор в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от -0,1 до 0,1 В	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 725, Fluke 726 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52221-12)
	Рабочий эталон единицы температуры 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 23.12.2022 г. №3253 Термометр в диапазоне измерений от +15 до +35 °C	Термометр сопротивления платиновый эталонный ЭТС-1К (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 73672-18)
п. 10.2 «Определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивления»	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456	Магазин электрического сопротивления Р4834 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 11326-90)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.3 «Определение приведенной погрешности измерения сигналов напряжения постоянного тока»;	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 Калибратор в режиме измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от -10 до +10 В	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 725, Fluke 726 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 52221-12)
п. 10.4 «Определение абсолютной и относительной погрешности измерения частоты»	Рабочий эталон частоты импульсного сигнала, генератор сигналов 5-го разряда согласно приказу Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 Генератор сигналов специальной формы в диапазоне от 1 до 500000 Гц (от -10 до 10 В)	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3418/1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 66780-17)
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок» (утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, ГОСТ 22261-94 и указаниями по безопасности, оговоренными в технических описаниях, руководствах по эксплуатации на измерительные компоненты системы в соответствующей документации на эталоны и другие средства поверки.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устройства проверяют:

- наличие паспорта-формуляра, данных о предыдущей поверке (при наличии);
- соответствие комплектности устройства данным, указанным в паспорте-формуляре;
- маркировку;
- состояние коммуникационных, шин, кабелей.

Устройство не допускается к дальнейшей поверке если обнаружено:

- отсутствие паспорта-формуляра, несоответствие комплектности устройства и маркировки данным, указанным в паспорте-формуляре;
- неудовлетворительное крепление разъемов;
- обугливание изоляции;
- грубые механические повреждения наружных частей устройства.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **8.1 Подготовительные работы**

Перед проведением поверки:

- проводят организационно-технические мероприятия по доступу поверителей к устройству;
- проводят организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасности поверочных работ в соответствии с действующими правилами и руководствами по эксплуатации применяемого оборудования;
- средства поверки выдерживают в условиях и в течение времени, установленных в нормативных документах на средства поверки.

Перед началом поверки поверитель должен изучить руководства по эксплуатации устройства, эталонов и других технических средств, используемых при поверке, настоящую методику и правила техники безопасности.

### **8.2 Контроль условий поверки**

Перед проведением поверки следует проверить соответствие условий поверки требованиям, изложенным в п. 3 настоящей Методики.

### **8.3 Опробование средства измерений**

Устройство и эталонные средства измерения после включения в сеть прогревают в течение времени, указанного в эксплуатационной документации.

8.3.1 Проводят проверку функционирования визуализации измеряемых устройством параметров на графическом дисплее персонального компьютера.

8.3.2 Проверяют наличие индикации об отсутствии сигнала при отключении линий связи от клемм соответствующих измерительных каналов устройства.

8.3.3 Проводят проверки работоспособности измерительных функций устройства, которые совмещают с проведением экспериментальных проверок по п.10 настоящей методики.

## **9 Проверка программного обеспечения средства измерений**

9.1 Проверку встроенного программного обеспечения (ВПО), являющегося метрологически значимой частью программного обеспечения, при поверке устройства не проводят. ВПО устройства хранится в энергонезависимой памяти, устанавливаемой в процессе изготовления и не подлежит изменению в условиях эксплуатации.

9.2 Для проверки идентификационных данных внешнего программного обеспечения (ПО) необходимо найти и запустить файл D:\TCM\BinR\Framework.exe. После запуска программы в верхнем левом углу открыть вкладку «Help» и в выпадающем меню выбрать пункт «About...». В открывшемся окне отобразится идентификационное наименование и номер версии ПО.

Проверка считается успешной, если идентификационное наименование и номер версии ПО соответствуют приведенным в описании типа.

## **10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

10.1 Определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопар

Определение погрешности выполняют в 5 точках (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %) диапазона измерений.

Определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопар осуществляется отдельно для каждого канала в следующей последовательности:

- Подключить к входному аналоговому каналу модуля в составе устройства выход калибратора напряжений;
- Перед испытаниями с помощью калибратора измерить температуру вблизи соответствующих клемм подключения компенсационного провода для последующего

автоматического введения поправки на температуру холодных спаев в значениях задаваемых входных сигналов;

- С помощью калибратора задать сигнал в милливольтах, соответствующий типу термопары по ГОСТ Р 8.585-2001 в поверяемой точке;
- Запустить программу и считать входные значения;
- Сравнить измеренные значения с контрольными;
- Рассчитать абсолютную погрешность измерения по формуле:

$$\Delta T_{\text{TP}} = T_{\text{изм } i} - T_{\text{эт } i}, {}^{\circ}\text{C}$$

где

$T_{\text{эт } i}$  –  $i$ -е значение температуры, соответствующее напряжению, задаваемому калибратором напряжения;

$T_{\text{изм } i}$  –  $i$ -е значение температуры, соответствующее значению напряжения, измеренному проверяемым каналом устройства;

- Повторить перечисленные действия для остальных контрольных точек.

Результаты считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,8 {}^{\circ}\text{C}$ .

## 10.2 Определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивления

Определение погрешности выполняют в 5 точках (0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %) диапазона измерений.

Определение абсолютной погрешности измерения температуры с помощью внешних термопреобразователей сопротивления осуществляется отдельно для каждого канала в следующей последовательности:

- Подключить к аналоговому входному каналу модуля в составе устройства магазин сопротивлений по четырехпроводной схеме;
- Установить на нем значение сопротивления, соответствующее значению температуры по ГОСТ 6651-2009 (см. таблицу 3);

Таблица 3

Значение температуры, ${}^{\circ}\text{C}$	Значение сопротивления по ГОСТ 6651-2009, соответствующее значению температуры, Ом
-200	18,52
0	100,00
+200	175,86
+400	247,09
+600	313,71

- Подать на входной канал устройства контрольный сигнал с магазина сопротивлений;
- Запустить программу и считать входные значения;
- Сравнить измеренные значения с контрольными;
- Рассчитать абсолютную погрешность измерения по формуле:

$$\Delta T_{\text{TC}} = T_{\text{изм } i} - T_{\text{эт } i}, {}^{\circ}\text{C}$$

где

$T_{\text{эт } i}$  –  $i$ -е значение температуры, соответствующее сопротивлению, задаваемому с магазина сопротивлений;

$T_{\text{изм } i}$  –  $i$ -е значение температуры, соответствующее значению сопротивления, измеренному проверяемым каналом устройства;

- Повторить перечисленные действия для остальных контрольных точек.

Результаты считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,35 {}^{\circ}\text{C}$ .

### 10.3 Определение приведенной погрешности измерения сигналов напряжения постоянного тока

Определение погрешности выполняют в 5 точках  $X_i$  (0 %, 25 %, 50%, 75 %, 100 %) диапазона измерений.

Определение приведенной погрешности измерения сигналов напряжения постоянного тока осуществляется отдельно для каждого канала в следующей последовательности:

- Подключить к аналоговому входному каналу модуля в составе устройства выход калибратора напряжения;
- Подать на входной канал устройства контрольный сигнал с калибратора напряжений;
- Запустить программу и считать входные значения;
- Сравнить измеренные значения с контрольными;
- Рассчитать приведенную погрешность измерения по формуле:

$$\gamma U = [(U_{изм\ i} - U_{эт\ i})/U_{макс}] \cdot 100\% ,$$

где

$U_{эт\ i}$  – значение  $i$ -го контрольного сигнала с калибратора напряжений,

$U_{изм\ i}$  – значение напряжения, измеренное входным каналом устройства,

$U_{макс}$  – значение напряжения, соответствующее верхней границе диапазона измерений;

- Повторить перечисленные действия для остальных контрольных точек.

Результаты считаются положительными, если значения приведенной погрешности не превышают  $\pm 0,5\%$ .

### 10.4 Определение абсолютной и относительной погрешности измерения частоты

Определение погрешности проводится для трех поддиапазонов (от 1 до 10000 Гц включ., св. 10000 до 100000 Гц включ. и св. 100000 до 500000 Гц) в следующих точках:

- для поддиапазона от 1 до 10000 Гц включ.: 10, 2500, 5000, 7500, 10000 Гц;
- для поддиапазона св. 10000 до 100000 Гц включ.: 11000, 25000, 50000, 75000, 100000 Гц;
- для поддиапазона св. 100000 до 500000 Гц: 110000, 200000, 300000, 400000, 500000 Гц.

Определение абсолютной погрешности измерения частоты проводится для поддиапазонов от 1 до 10000 Гц включ., св. 10000 до 100000 Гц включ.

Определение относительной погрешности проводится для поддиапазона св. 100000 до 500000 Гц.

Определение погрешности измерения частоты осуществляется отдельно для каждого канала в следующей последовательности:

- Подключить к аналоговому входному каналу модуля в составе устройства выход генератора частоты;
- Задать на генераторе сигнал синусоидальной формы с амплитудой 10 В;
- Подать на аналоговый вход контрольный сигнал с генератора частоты;
- Запустить программу и считать входные значения;
- Сравнить измеренные значения с контрольными;
- Рассчитать погрешность измерения.

Абсолютная погрешность измерения рассчитывается по формуле:

$$\Delta f = f_{изм\ i} - f_{эт\ i}, ^\circ C$$

где

$f_{эт\ i}$  – значение  $i$ -го контрольного сигнала, заданного с генератора частоты;

$f_{изм\ i}$  – значение, измеренное каналом устройства.

Относительная погрешность измерения рассчитывается по формуле:

$$\delta f = \frac{f_{изм\ i} - f_{эт\ i}}{f_{эт\ i}} \cdot 100 \%,$$

где

$f_{эт\ i}$  – значение  $i$ -го контрольного сигнала, заданного с генератора частоты;

$f_{изм\ i}$  – значение, измеренное каналом устройства;

- Повторить перечисленные действия для остальных контрольных точек.

Результаты считаются положительными, если значения абсолютной погрешности не превышают  $\pm 0,1$  Гц (для поддиапазона частот от 1 до 10000 Гц включ.);  $\pm 1,0$  Гц (для поддиапазона частот св. 10000 до 100000 Гц включ.), а значения относительной погрешности не превышают  $\pm 0,001\%$  (для поддиапазона частот св. 100000 до 500000 Гц).

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с Приказом Минпромторга № 2510 от 31.07.2020 г.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга № 2906 от 28.08.2020 г.

11.3 При положительных результатах поверки, по заявлению владельца средства измерений или лица, предъявившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке. Конструкция средства измерений не предусматривает возможность пломбировки, а также нанесения на нее знака поверки.

11.4 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признают не пригодным к применению, и, по заявлению владельца средства измерений или лица, предъявившего его на поверку, выписывается извещение о непригодности с указанием причин.

11.5 В случае, если по заявлению эксплуатирующей организации была проведена поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава устройства, в протоколах отображается объем проведенной поверки. Оформление результатов поверки проводится по п.п. 11.1-11.4.