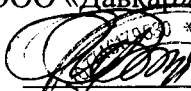



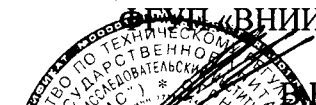
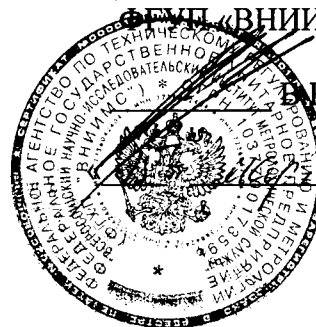
СОГЛАСОВАНО

Заместитель Генерального директора  
ООО «Давкар»

  
И.Ю. Ионова  
 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУП «ВНИИМС»

  
Н. Яншин  
 2013 г.

**Калибраторы многофункциональные цифровые Additel**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

г. Москва

2013

Настоящая методика распространяется на калибраторы многофункциональные цифровые Additel (далее по тексту - калибраторы), выпускаемые Additel Corporation, США, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал – один год.

## 1 Операции поверки

При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки

| Операции поверки  | Номер пункта методики поверки | Проведение операций при поверке |               |
|---|-------------------------------|---------------------------------|---------------|
|   |                               | первичной                       | периодической |
| Внешний осмотр  | 6.1                           | +                               | +             |
| Опробование   | 6.2                           | +                               | +             |
| Определение метрологических характеристик   | 6.3                           |                                 |               |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока    | 6.3.1                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока          | 6.3.2                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления   | 6.3.3                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения частоты электрических сигналов | 6.3.4                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения температуры                    | 6.3.5                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения давления                       | 6.3.6                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока          | 6.3.7                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока                | 6.3.8                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления         | 6.3.9                         | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты электрических сигналов       | 6.3.10                        | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры                          | 6.3.11                        | +                               | +             |
| Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения давления                             | 6.3.12                        | +                               | +             |

При несоответствии характеристик поверяемых калибраторов установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1, к дальнейшей поверке их не допускают и последующие операции не проводят, за исключением оформления результатов по п. 7.

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки калибраторов должны быть применены основные и вспомогательные средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Основные и вспомогательные средства поверки

| Наименование и тип средства поверки                           | Метрологические характеристики   |
|---|--|
| Калибратор универсальный Fluke 9100                           | диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В, ПГ 0,004 %;<br>диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 20 А, погрешность 0,01 %;<br>диапазон воспроизведения частоты от 0,5 Гц до 10 МГц, погрешность 0,0025 %;<br>диапазон воспроизведения сопротивления от 0 до 400 МОм, погрешность 0,01 %. |
| Магазин сопротивления Р4831                                   | (0,021-111111,10) Ом, класс точности 0,02  |
| Мультиметр цифровой 2002 (Keithley )                          | диапазон измерения напряжения постоянного тока (200 мВ-1000 В), ПГ 0,005 %;<br>диапазон измерения постоянного тока от 0 до 2 А, погрешность 0,005 %;<br>диапазон измерения электрического сопротивления от 0 до 1 ГОм, погрешность 0,005 %   |
| Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3R                        | диапазон измерения от 0,00014 Гц до 150 МГц, погрешность $\pm 5 \times 10^{-9}$ %;   |
| Грузопоршневые манометры МП-2,5; МП-6; МП-60; МП-600; МП-2500 | Диапазоны измерений:<br>от 0 до 0,25 МПа<br>от 0 до 0,6 МПа<br>от 0 до 6 МПа<br>от 0 до 60 МПа<br>от 0 до 250 МПа;<br>Погрешность: $\pm 0,01\%$  |
| Грузопоршневой мановакууметр ВП                               | Диапазон измерений:<br>от минус 0,1 МПа до 0,1 МПа,<br>Погрешность: $\pm 0,01\%$   |

**Примечание:** 1. Допускается применять другие средства поверки, метрологические и технические характеристики которых удовлетворяют требованиям поверочных схем на соответствующие виды измерений.

2. Все средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 3 Требования к квалификации поверителей

К поверке калибраторов допускают лиц, аттестованных на право поверки электро-радио средств измерений.

Поверку калибраторов проводят лица, изучившие настоящий документ, руководства по эксплуатации калибраторов и используемых средств измерений.

#### 4 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки и поверяемые калибраторы.

#### 5 Условия поверки и подготовка к ней

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 15-25;
- относительная влажность воздуха, % 30-80;
- атмосферное давление, кПа 84-106

5.2 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

5.3 Перед проведением поверки необходимо выдержать калибраторы в нормальных условиях не менее 2 часов.

#### 6 Проведение поверки

##### 6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого калибратора следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации;
- не должно быть механических повреждений корпуса, органов управления, измерительных проводов;
- надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений, следов окисления и загрязнений.

При несоответствии по вышеперечисленным позициям поверку прекращают и калибратор бракуют.

##### 6.2 Опробование

Опробование калибраторов осуществляется в следующей последовательности:

- 1) размещают калибраторы на удобном для проведения работ месте;
- 2) выполняют операции в соответствии с п.4 РЭ

*Результаты испытаний считаются удовлетворительными*, если органы индикации, управления работают в соответствии с п. 4 РЭ.

При невыполнении требований по п.4 РЭ поверку прекращают и калибратор бракуют.

##### 6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока проводят при помощи мультиметра цифрового 2002 (Keithley). Подключение поверяемого калибратора и мультиметра, а также проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации калибратора и мультиметра. Измерения проводят на каждом диапазоне при значениях входного сигнала:

$$X_1 = (0,05 - 0,1)X_k; X_2 = (0,2 - 0,3)X_k; X_3 = (0,4 - 0,6)X_k; X_4 = (0,7 - 0,8)X_k; X_5 = (0,9 - 1,0)X_k,$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  – поверочные точки,  
 $X_k$  – верхний предел измерений каждого диапазона.

Рассчитывают абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (1) во всех поверяемых точках и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными по формуле, приведенной в таблице 3.

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_3 \quad (1)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – воспроизводимое поверяемым калибратором значение напряжения постоянного тока, В;

$U_3$  – значение напряжения тока, измеренное мультиметром, В.

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

| Модификация                  | Диапазон воспроизведения      | Разрешение | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока |
|------------------------------|-------------------------------|------------|--|
| Additel 220R                 | от минус 10 мВ до плюс 200 мВ | 0,01 мВ    | $\pm(0,0002 \times U_{\text{изм}} + 0,01)$ мВ  |
|                              | от 0 до плюс 12 В             | 1 мВ       | $\pm(0,0002 \times U_{\text{изм}} + 0,0006)$ В   |
| Additel 221R<br>Additel 223R | от минус 10 мВ до плюс 75 мВ  | 0,1 мкВ    | $\pm(0,0002 \times U_{\text{изм}} + 0,00375)$ мВ                                       |
|                              | от 0 до плюс 12 В             | 1 мВ       | $\pm(0,0002 \times U_{\text{изм}} + 0,0006)$ В   |

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

6.3.2 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока при помощи мультиметра цифрового 2002 (Keithley). Подключение калибратора и мультиметра, а также проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации калибратора и мультиметра. Измерения проводят на каждом диапазоне при значениях входного сигнала:

$$X_1 = (0,05 - 0,1)X_k; X_2 = (0,2 - 0,3)X_k; X_3 = (0,4 - 0,6)X_k; X_4 = (0,7 - 0,8)X_k; X_5 = (0,9 - 1,0)X_k,$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  – поверочные точки,

$X_k$  – верхний предел измерений каждого диапазона.

Рассчитывают абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока по формуле (2) во всех поверяемых точках и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными по формуле, приведенной в таблице 4.

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_3 \quad (2)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – измеренное эталонным прибором значение силы постоянного тока, мА

$I_3$  – значение силы постоянного тока, установленное на поверяемом калибраторе, мА

Таблица 4- Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

| Модификация  | Диапазон воспроизведения | Разрешение | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока |
|--|--------------------------|------------|--|
| Additel 220R<br>Additel 221R<br>Additel 222R<br>Additel 223R | от 0 до плюс 22 мА       | 1 мкА      | $\pm(0,0002 \times I_{\text{изм}} + 0,0011)$ мА                                  |
| Additel 761R   | от 0 до плюс 22 мА       | 1 мкА      | $\pm(0,0002 \times I_{\text{изм}} + 0,0022)$ мА                                  |

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность воспроизведения силы постоянного тока во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблице 4.

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

6.3.3 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления проводят при помощи мультиметра цифрового 2002 (Keithley). Подключение калибратора и мультиметра, а также проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации калибратора и мультиметра. Измерения проводят на каждом диапазоне при значениях электрического сопротивления:

$$X_1 = (0,05 - 0,1)X_k; X_2 = (0,2 - 0,3)X_k; X_3 = (0,4 - 0,6)X_k; X_4 = (0,7 - 0,8)X_k; X_5 = (0,9 - 1,0)X_k,$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  – поверочные точки,

$X_k$  – верхний предел измерений каждого диапазона.

Рассчитывают абсолютную погрешность воспроизведения электрического сопротивления во всех поверяемых точках по формуле (3) и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными по формуле, приведенной в таблице 5.

$$\Delta = R_{\text{изм}} - R_0 \quad (3)$$

где  $R_{\text{изм}}$  – измеренное эталонным прибором значение электрического сопротивления,

Ом

$R_0$  – значение электрического сопротивления, установленное на поверяемом калибраторе, Ом

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность воспроизведения электрического сопротивления во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления

| Модификация                  | Диапазон воспроизведения | Разрешение | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления |
|------------------------------|--------------------------|------------|---|
| Additel 221R                 | от 1 до 400 Ом           | 10 мОм     | $\pm(0,0002 \times R_{\text{изм}} + 0,02)$ Ом   |
| Additel 222R<br>Additel 223R | от 1 до 4000 Ом          | 100 мОм    | $\pm(0,0003 \times R_{\text{изм}} + 0,4)$ Ом  |

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

6.3.4 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения частоты электрических сигналов проводят при помощи частотомера электронно-счетный ЧЗ-85/3R в следующей последовательности:

- подготавливают приборы к работе согласно их РЭ;
- подсоединяют выходы воспроизводящего блока поверяемого калибратора к входам эталонного прибора (частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3R)
- устанавливают в меню режим воспроизведения частоты;
- выбирают форму сигнала «синусоидальный»;
- поочередно устанавливают на испытываемом калибраторе значения частоты 1; 10; 50; 500; 1000; 10000; 30000; 50000 Гц и фиксируют показания эталонного прибора;
- выбирают форму сигнала «меандр»;
- поочередно устанавливают на испытываемом калибраторе значения частоты 1; 10; 50; 500; 1000; 10000; 30000; 50000 Гц и фиксируют показания эталонного прибора;
- рассчитывают абсолютную погрешность воспроизведения частоты по формуле (4):

$$\Delta = f_{\text{изм}} - f_0 \quad (4)$$

где  $f_{\text{изм}}$  – значение частоты, установленное на калибраторе, Гц

$f_0$  – измеренное эталонным прибором значение частоты, Гц

и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными согласно формулы, приведенной в таблице 6.

**Результаты поверки считаются удовлетворительными** если абсолютная погрешность воспроизведения частоты электрических сигналов во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения частоты электрических сигналов

| Модификация                                  | Диапазон воспроизведения, Гц | Разрешение | Форма сигнала            | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты |
|--|------------------------------|------------|--------------------------|--|
| Additel 221R<br>Additel 222R<br>Additel 223R | от 0 до 50000                | 0,1 Гц     | Синусоидальная<br>Меандр | $\pm(0,00005 \times f_{\text{изм}} + 1,0)$ Гц                      |

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

6.3.5 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения температуры проводят при помощи мультиметра цифрового 2002. Измерения проводят в 4-х проводном режиме поочередно совместно с термопреобразователями сопротивления (ТС) и совместно с термопарами (ТП). Подключение поверяемого калибратора и мультиметра цифрового, а также проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации калибратора и мультиметра. Измерения проводят на каждом диапазоне при значениях температуры:

$$X_1 = (0,05 - 0,1)X_k; X_2 = (0,2 - 0,3)X_k; X_3 = (0,4 - 0,6)X_k; X_4 = (0,7 - 0,8)X_k; X_5 = (0,9 - 1,0)X_k,$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  – поверочные точки,  
 $X_k$  – верхний предел измерений каждого диапазона.

Рассчитывают абсолютную погрешность воспроизведения температуры во всех поверяемых точках по формуле (5) и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными по формуле, приведенной в таблицах 7 и 8 соответственно.

$$\Delta = T_{\text{изм}} - T_э \quad (5)$$

**а) в случае с термопреобразователями сопротивления (ТС)**

где  $T_{\text{изм}}$  – значение температуры, соответствующее измеренному эталонным прибором значению сопротивления согласно ГОСТ 6651-2009, °С;

$T_э$  – значение температуры, установленное на калибраторе, °С.

**б) в случае с термопарами (ТП)**

где  $T_{\text{изм}}$  – значение температуры, соответствующее измеренному эталонным прибором значению ТЭДС (термоэлектродвижущая сила) согласно ГОСТ Р 8.85-2001, °С;

$T_э$  – значение температуры, установленное на калибраторе, °С.

Таблица 7 - Режим воспроизведения температуры совместно с термопреобразователями сопротивления (ТС) для модификаций Additel 221R, Additel 222R, Additel 223R

| Тип термопары | Диапазон измерений, °С |             | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры, °С |
|---------------|------------------------|-------------|--|
| S             | -50...1768             | -50...400   | ±1,1   |
|               |                        | 400...1000  | ±0,6   |
|               |                        | 1000...1768 | ±0,8   |
| R             | -50...1768             | -50...200   | ±1,4   |

|   |             |             |      |
|---|-------------|-------------|------|
|   |             | 200...500   | ±0,6 |
|   |             | 500...1768  | ±0,7 |
| B | 0...1820    | 50...450    | ±3,8 |
|   |             | 450...800   | ±0,9 |
|   |             | 800...1820  | ±0,7 |
| K | -270...1372 | -250...200  | ±1,1 |
|   |             | -200...-100 | ±0,5 |
|   |             | -100...600  | ±0,3 |
|   |             | 600...1372  | ±0,5 |
| N | -270...1300 | -250...-200 | ±1,6 |
|   |             | -200...-100 | ±0,6 |
|   |             | -100...1300 | ±0,5 |
| E | -270...1000 | -250...-200 | ±0,7 |
|   |             | -200...-100 | ±0,3 |
|   |             | -100...0    | ±0,2 |
|   |             | 0...700     | ±0,3 |
|   |             | 700...1000  | ±0,4 |
| J | -210...1200 | -210...-100 | ±0,3 |
|   |             | -100...1200 | ±0,4 |
| T | -270...400  | -250...-200 | ±0,9 |
|   |             | -200...0    | ±0,4 |
|   |             | 0...400     | ±0,2 |
| L | -200...800  | -200...-100 | ±0,3 |
|   |             | -100...400  | ±0,2 |
|   |             | 400...800   | ±0,3 |

Таблица 8 – Режим воспроизведения температуры совместно с термопреобразователями сопротивления (ТС) для модификаций Additel 221R, Additel 222R, Additel 223R

| Тип ТС      | Диапазон измерений, °C |            | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения, °C |
|-------------|------------------------|------------|--|
| Pt10(385)   | -200...850             | -100...200 | ±0,65  |
|             |                        | 200...600  | ±0,82  |
|             |                        | 600...850  | ±0,96  |
| Pt100(385)  | -200...850             | -100...200 | ±0,15  |
|             |                        | 200...600  | ±0,26  |
|             |                        | 600...850  | ±0,33  |
| Pt100(391)  | -200...850             | -100...200 | ±0,15  |
|             |                        | 200...600  | ±0,26  |
|             |                        | 600...850  | ±0,33  |
| Pt100(392)  | -200...850             | -100...200 | ±0,69  |
|             |                        | 200...600  | ±0,93  |
|             |                        | 600...850  | ±1,08  |
| Pt500(385)  | -200...850             | -100...200 | ±0,36  |
|             |                        | 200...600  | ±0,54  |
|             |                        | 600...850  | ±0,67  |
| Pt1000(385) | -200...850             | -100...200 | ±0,25  |
|             |                        | 200...600  | ±0,42  |



| Тип ТС     | Диапазон измерений, °С |            | Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения, °С |
|------------|------------------------|------------|--|
|            |                        | 600...850  | ±0,54  |
| Cu10(427)  | -100...260             | -100...260 | ±0,61  |
| Cu50(428)  | -50...150              | -50...150  | ±0,17  |
| Cu100(428) | -50...150              | -50...150  | ±0,12  |
| Ni100(618) | -100...260             | -100...260 | ±0,08  |
| Ni120(672) | -100...260             | -100...260 | ±0,07  |

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность воспроизведения температуры во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблицах 7 и 8 соответственно.

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

### 6.3.6 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения давления

Подключение поверяемого калибратора и эталонного прибора, а также проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации калибратора и эталона. Основная погрешность воспроизведения давления определяется в пяти точках: 0, 25, 50, 75, 100 % от верхнего предела измерения при прямом и обратном ходе.

Рассчитывают абсолютную погрешность воспроизведения давления по формуле (6) во всех поверяемых точках и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, указанной в технической документации.

$$\Delta = P_{\text{изм}} - P_{\text{э}} \quad (6)$$

где  $P_{\text{изм}}$  – воспроизводимое поверяемым калибратором значение давления, МПа;  
 $P_{\text{э}}$  – значение давления, измеренное эталонным прибором, МПа.

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность воспроизведения давления во всех поверяемых точках соответствует технической документации.

### 6.3.7 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока при помощи калибратора (Fluke 9100).

Подключение калибраторов и проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации калибраторов. Измерения проводят на каждом диапазоне при значениях входного сигнала:

$$X_1 = (0,05 - 0,1)X_{\text{к}}; X_2 = (0,2 - 0,3)X_{\text{к}}; X_3 = (0,4 - 0,6)X_{\text{к}}; X_4 = (0,7 - 0,8)X_{\text{к}}; X_5 = (0,9 - 1,0)X_{\text{к}},$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  – поверочные точки,  
 $X_{\text{к}}$  – верхний предел измерений каждого диапазона.

Рассчитывают абсолютную погрешность измерения напряжения постоянного тока во всех поверяемых точках по формуле (7) и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными по формуле, приведенной в таблице 9.

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{э}} \quad (7)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – измеренное поверяемым калибратором значение напряжения постоянного тока, мВ, В

$U_{\text{э}}$  – значение напряжения, установленное на эталонном калибраторе, мВ, В

Размерность  $U_{\text{изм}}$  и  $U_{\text{э}}$  должна быть одинаковой.

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

| Модификация                 | Диапазон измерений             | Разрешение | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока |
|-----------------------------|--------------------------------|------------|--|
| Additel 672R                | от минус 30 В до плюс 30 В     | 0,1 мкВ    | $\pm(0,0002 \times U_{\text{изм}} + 0,0009)$ В                                   |
| Additel 220R                | от минус 200 мВ до плюс 200 мВ | 0,1 мкВ    | $\pm(0,0001 \times U_{\text{изм}} + 0,01)$ мВ                                    |
|                             | от минус 30 В до плюс 30 В     | 0,1 мВ     | $\pm(0,0001 \times U_{\text{изм}} + 0,0015)$ В                                   |
| Additel 221R                | от минус 75 мВ до плюс 75 мВ   | 0,1 мкВ    | $\pm(0,0001 \times U_{\text{изм}} + 0,0375)$ мВ                                  |
| Additel 22R<br>Additel 223R | от минус 30 В до плюс 30 В     | 0,1 мВ     | $\pm(0,0001 \times U_{\text{изм}} + 0,0015)$ В                                   |
| Additel 761R                | от минус 30 В до плюс 30 В     | 0,1 мВ     | $\pm(0,0001 \times U_{\text{изм}} + 0,0015)$ В                                   |

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

6.3.8 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока при помощи калибратора (Fluke 9100). Подключение калибраторов и проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации калибраторов. Измерения проводят на каждом диапазоне при значениях входного сигнала:

$$X_1 = (0,05 - 0,1)X_k; X_2 = (0,2 - 0,3)X_k; X_3 = (0,4 - 0,6)X_k; X_4 = (0,7 - 0,8)X_k; X_5 = (0,9 - 1,0)X_k,$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  – поверочные точки,

$X_k$  – верхний предел измерений каждого диапазона.

Рассчитывают абсолютную погрешность измерения силы постоянного тока по формуле (8) и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными по формуле, приведенной в таблице 7.

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_3 \quad (8)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – измеренное поверяемым калибратором значение силы постоянного тока, мА

$I_3$  – значение силы постоянного тока, установленное на эталонном калибраторе, мА

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность измерения силы постоянного тока во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблице 10.

Таблица 10 – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока

| Модификация  | Диапазон измерений           | Разрешение | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, мА |
|--------------|------------------------------|------------|--|
| Additel 672R | от минус 30 мА до плюс 30 мА | 0,1 мкА    | $\pm(0,0002 \times I_{\text{изм}} + 0,0009)$                                   |
| Additel 220R | от минус 30 мА до плюс 30 мА | 0,1 мкА    | $\pm(0,0001 \times I_{\text{изм}} + 0,0015)$                                   |

| Модификация                                  | Диапазон измерений           | Разрешение | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, мА |
|--|------------------------------|------------|--|
| Additel 221R                                 | от минус 30 мА до плюс 30 мА | 0,1 мкА    | $\pm(0,0001 \times I_{\text{изм}} + 0,0015)$                                   |
| Additel 222R<br>Additel 223R<br>Additel 761R | от минус 30 мА до плюс 30 мА | 0,1 мкА    | $\pm(0,0001 \times I_{\text{изм}} + 0,0015)$                                   |

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

6.3.9 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления проводят при помощи магазина сопротивления. Подключение калибратора и магазина сопротивления, а также проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации калибратора и магазина сопротивления. Измерения проводят на каждом диапазоне при значениях электрического сопротивления:

$$X_1 = (0,05 - 0,1)X_k; X_2 = (0,2 - 0,3)X_k; X_3 = (0,4 - 0,6)X_k; X_4 = (0,7 - 0,8)X_k; X_5 = (0,9 - 1,0)X_k,$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  – поверочные точки,  
 $X_k$  – верхний предел измерений каждого диапазона.

Примечание: испытания проводят поочередно для 2-х, 3-х и 4-х проводной схемы соединения.

Рассчитывают абсолютную погрешность измерения электрического сопротивления по формуле (9) и сравнивают с пределами, рассчитанными по формулам, приведенным в таблице 11.

$$\Delta = R_{\text{изм}} - R_3 \quad (9)$$

где  $R_{\text{изм}}$  – измеренное испытываемым калибратором значение электрического сопротивления, Ом, кОм

$R_3$  – значение электрического сопротивления, установленное с помощью магазина сопротивления, Ом, кОм

Размерность  $R_{\text{изм}}, R_3$  должна быть одинаковой.

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность измерения электрического сопротивления во всех проверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблице 11.

Таблица 11 – Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления

| Модификация                  | Диапазон измерений | Кол-во каналов | Разрешение | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления |
|------------------------------|--------------------|----------------|------------|---|
| Additel 220R                 | от 0 до 2000 Ом    | 2              | 0,1 Ом     | $\pm(0,0002 \times R_{\text{изм}} + 0,2)$ Ом                                      |
| Additel 221R                 | от 0 до 400 Ом     | 2, 3, 4        | 1 Ом       | $\pm(0,0002 \times R_{\text{изм}} + 0,02)$ Ом                                     |
|                              | от 0 до 4000 Ом    | 2, 3, 4        | 10 Ом      | $\pm(0,0002 \times R_{\text{изм}} + 0,2)$ Ом                                      |
| Additel 222R<br>Additel 223R | от 0 до 400 Ом     | 2, 3           | 1 мОм      | $\pm(0,0002 \times R_{\text{изм}} + 0,02)$ Ом                                     |
|                              | от 0 до 400 Ом     | 4              | 1 мОм      | $\pm(0,0001 \times R_{\text{изм}} + 0,02)$ Ом                                     |
|                              | от 0 до 4000 Ом    | 2, 3           | 10 мОм     | $\pm(0,0002 \times R_{\text{изм}} + 0,2)$ Ом                                      |
|                              | от 0 до 4000 Ом    | 4              | 10 мОм     | $\pm(0,0001 \times R_{\text{изм}} + 0,2)$ Ом                                      |

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

6.3.10 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения частоты электрических сигналов проводят при помощи калибратора (Fluke 9100) в следующей последовательности:

- подготавливают приборы к работе согласно их РЭ;
- подсоединяют входы измерительного блока поверяемого калибратора к выходам эталонного прибора (калибратор универсальный Fluke 9100);
- устанавливают в меню поверяемого калибратора режим измерения частоты;
- выбирают форму сигнала «синусоидальный»;
- поочередно устанавливают на эталонном калибраторе значения частоты 1; 10; 50; 500; 1000; 10000; 30000; 50000 Гц и фиксируют показания поверяемого калибратора;
- выбирают форму сигнала «меандр»;
- поочередно устанавливают на эталонном калибраторе значения частоты 1; 10; 50; 500; 1000; 10000; 30000; 50000 Гц и фиксируют показания поверяемого калибратора;
- рассчитывают абсолютную погрешность измерения частоты по формуле (10):

$$\Delta = f_{\text{изм}} - f_3 \quad (10)$$

где  $f_{\text{изм}}$  – измеренное поверяемым калибратором значение частоты, Гц  
 $f_3$  – значение частоты, установленное на эталонном калибраторе, Гц

и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными по формуле:

$$\pm(0,000005 \times f_{\text{изм}} + 0,1) \text{ Гц} \quad (11)$$

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность измерения частоты электрических сигналов во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных по формуле 11.

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

6.3.11 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры проводят при помощи калибратора (Fluke 9100). Измерения проводят в 2-х проводном режиме поочередно совместно с термопреобразователями сопротивления (ТС) и совместно с термопарами (ТП). Подключение поверяемого калибратора и эталонного калибратора, а также проведение измерений осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации поверяемого и эталонного калибраторов. Измерения проводят на каждом диапазоне при значениях температуры:

$$X_1 = (0,05 - 0,1)X_k; X_2 = (0,2 - 0,3)X_k; X_3 = (0,4 - 0,6)X_k; X_4 = (0,7 - 0,8)X_k; X_5 = (0,9 - 1,0)X_k,$$

где  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  – поверочные точки,

$X_k$  – верхний предел измерений каждого диапазона.

Рассчитывают абсолютную погрешность измерения температуры во всех поверяемых точках по формуле (12) и сравнивают с пределами допускаемой абсолютной погрешности, рассчитанными по формуле, приведенной в таблицах 12 и 13 соответственно.

$$\Delta = T_{\text{изм}} - T_3 \quad (12)$$

**а) в случае с термопреобразователями сопротивления (ТС)**

где  $T_{\text{изм}}$  – значение температуры, соответствующее измеренному поверяемым калибратором значению сопротивления согласно ГОСТ 6651-2009, °С;

$T_3$  – значение температуры, установленное на эталонном калибраторе, °С.

**б) в случае с термопарами (ТП)**

где  $T_{\text{изм}}$  – значение температуры, соответствующее измеренному поверяемым калибратором значению ТЭДС согласно ГОСТ Р 8.85-2001, °С;

$T_s$  – значение температуры, установленное на эталонном калибраторе, °С.

**Результаты поверки считаются удовлетворительными**, если абсолютная погрешность измерения температуры во всех поверяемых точках находится в пределах, рассчитанных согласно формул, приведенных в таблицах 12, 13 соответственно.

Таблица 12 – Режим измерения/воспроизведения температуры совместно с термопреобразователями сопротивления (ТС) для модификаций Additel 221R, Additel 222R, Additel 223R

| Тип ТС      | Диапазон измерений, °С |            | Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С |                                  |                 |
|-------------|------------------------|------------|--|----------------------------------|-----------------|
|             |                        |            | измерения (2/3 пров.) <sup>1</sup>             | измерения (4 пров.) <sup>2</sup> | воспроизведения |
| Pt10(385)   | -200...850             | -100...200 | ±0,65  | ±0,60                            | ±0,65           |
|             |                        | 200...600  | ±0,82  | ±0,72                            | ±0,82           |
|             |                        | 600...850  | ±0,96  | ±0,82                            | ±0,96           |
| Pt100(385)  | -200...850             | -100...200 | ±0,15  | ±0,10                            | ±0,15           |
|             |                        | 200...600  | ±0,26  | ±0,16                            | ±0,26           |
|             |                        | 600...850  | ±0,33  | ±0,20                            | ±0,33           |
| Pt100(391)  | -200...850             | -100...200 | ±0,15  | ±0,10                            | ±0,15           |
|             |                        | 200...600  | ±0,26  | ±0,16                            | ±0,26           |
|             |                        | 600...850  | ±0,33  | ±0,20                            | ±0,33           |
| Pt100(392)  | -200...850             | -100...200 | ±0,37  | ±0,32                            | ±0,69           |
|             |                        | 200...600  | ±0,51  | ±0,41                            | ±0,93           |
|             |                        | 600...850  | ±0,61  | ±0,48                            | ±1,08           |
| Pt500(385)  | -200...850             | -100...200 | ±0,20  | ±0,16                            | ±0,36           |
|             |                        | 200...600  | ±0,32  | ±0,22                            | ±0,54           |
|             |                        | 600...850  | ±0,40  | ±0,27                            | ±0,67           |
| Pt1000(385) | -200...850             | -100...200 | ±0,10  | ±0,05                            | ±0,25           |
|             |                        | 200...600  | ±0,20  | ±0,10                            | ±0,42           |
|             |                        | 600...850  | ±0,27  | ±0,14                            | ±0,54           |
| Cu10(427)   | -100...260             | -100...260 | ±0,61  | ±0,56                            | ±0,61           |
| Cu50(428)   | -50...150              | -50...150  | ±0,17  | ±0,13                            | ±0,17           |
| Cu100(428)  | -50...150              | -50...150  | ±0,12  | ±0,09                            | ±0,12           |
| Ni100(618)  | -100...260             | -100...260 | ±0,08  | ±0,06                            | ±0,08           |
| Ni120(672)  | -100...260             | -100...260 | ±0,07  | ±0,05                            | ±0,07           |

Примечания.  
<sup>1</sup>2/3 пров. – измерение по 2-х или 3-х проводной схеме;  
<sup>2</sup>4 пров. – измерение по 4-х проводной схеме

При невыполнении вышеуказанных требований поверку прекращают и калибратор бракуют.

#### 6.3.12 Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности измерения давления

Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения давления

Основная погрешность измерения давления определяется в пяти точках: 0, 25, 50, 75, 100 % от верхнего предела измерения при прямом и обратном ходе.

Перед определением погрешности каналов положительного и отрицательного избыточного давления следует подать и сбросить давление, равное 80 – 100 % от верхнего предела измерений давления. После этого, при необходимости, произвести обнуление показаний. Погрешность каналов положительного и отрицательного избыточного давления определяют отдельно для положительного и отрицательного давления.

Допускается периодическую поверку каналов положительного и отрицательного избыточного давления проводить только при измерении положительного избыточного давления.

Перед поверкой при обратном ходе канал выдерживают в течении 2 минут под воздействием верхнего предела значения давления.

Пределы допускаемой основной погрешности измерения давления определяются путем сравнения показаний поверяемого прибора и значений, задаваемых с помощью эталонного средства измерений, и рассчитывается по формуле (13):

$$\Delta = P_{\text{изм}} - P_{\text{э}} \quad (13)$$

где  $P_{\text{изм}}$  – воспроизводимое поверяемым калибратором значение давления, МПа;  
 $P_{\text{э}}$  – значение давления, измеренное эталонным прибором, МПа.

При расчете погрешности за верхний предел шкалы принимают:

- при измерении положительного избыточного или абсолютного давления – верхний предел измерения;
- при измерении отрицательного давления – сумму верхнего предела измерений по положительному и отрицательному давлению.

*Результаты поверки считаются удовлетворительными*, если абсолютная погрешность измерения давления соответствует технической документации.

## **7 Оформление результатов поверки**

7.1 При положительном результате поверки оформляется свидетельство о поверке согласно требованиям нормативных документов (НД) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

7.2 При отрицательном результате поверки свидетельство о поверке не выдается, ранее выданное свидетельство о поверке аннулируется, запись о поверке в формуляре на калибраторы гасится и выдается извещение о непригодности согласно требованиям НД Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.