



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С.А. Денисенко

М.п. «*01*»

12

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибраторы многофункциональные Additel 200

Методика поверки

РТ-МП-944-201/2-2025

г. Москва
2025

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок калибраторов многофункциональных Additel 200, изготовленных Additel Corporation, США.

1.2 Производство серийное.

1.3 Калибраторы многофункциональные Additel 200 (далее – калибраторы) предназначены для воспроизведений и измерений напряжения и силы постоянного тока, напряжения переменного тока, электрического сопротивления, частоты периодических сигналов, сигналов от термоэлектрических преобразователей (ТП) и термопреобразователей сопротивления (ТС), скважности, а также измерений избыточного, абсолютного давления и разности давлений газовых и жидкостных сред.

Калибраторы могут применяться в качестве рабочих эталонов давления 1-го, 2-го, 3-го, разрядов согласно государственной поверочной схеме для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653; государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2025 г. № 2667; в качестве рабочих эталонов давления 2-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.03.2025 г. № 472 в качестве рабочих эталонов 1-го разряда согласно государственной поверочной схеме 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 от 01.10.2018 № 2091, в качестве рабочих эталонов 3-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520.

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г., подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 4-91;

- передача единицы электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г., подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023;

- передача единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г., подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 14-2014;

- передача единицы напряжения переменного тока до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта № 1706 от 18 августа 2023 г., подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 89-2008;

- передача единицы времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;

– передача единицы температуры в соответствии с государственными поверочными схемами, утвержденными приказом Росстандарта от 29.01.2026 г. № 147, подтверждающими прослеживаемость к государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 – единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С и ГЭТ 35-2026 единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К;

– единицы давления в соответствии с государственными поверочными схемами, утвержденными приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2025 г. № 2667, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^7$ Па (ГЭТ 101-2025); от 20.10.2022 г. № 2653, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления-паскаля (ГЭТ 23-2010); от 10.03.2025 г. № 472, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единицы давления для разности давлений (ГЭТ 95-2020).

1.5 Настоящая методика поверки применяется для поверки калибраторов, работающих в режиме абсолютного давления и имеющих верхние пределы измерений свыше 10 МПа, в соответствии со структурой локальной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 10 МПа (Приложение А).

1.6 Определение метрологических характеристик калибраторов проводят прямыми или косвенными методами измерений, в зависимости от проверяемой характеристики.

1.7 Допускается проведение поверки меньшего числа величин или меньшего числа поддиапазонов измерений калибраторов, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении её результатов.

2. Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки калибраторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Опробование	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки	Да	Да	12

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Экспериментальные работы по определению метрологических характеристик калибраторов выполняют в следующих условиях:

- температура окружающей среды от +10 °С до +30 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 95 %;
- атмосферное давление от 86,0 до 106,7 кПа.

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

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

4.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений и на средства поверки

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 В таблице 2 приведены метрологические и технические требования к средствам поверки.

Таблица 2 - Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки ¹
1	2	3
п. 8.2, п. 10 Контроль условий поверки	Средство измерения температуры и влажности, диапазон измерений: относительной влажности до 90 %, $\Delta = \pm 3,0\%$; температуры от +10 до +30 °С, $\Delta = \pm 0,3$ °С Средство измерения атмосферного давления, диапазон измерений атмосферного давления от 86,0 до 106,7 кПа, $\Delta = \pm 0,2$ кПа	Измеритель-регистратор параметров микроклимата «ТКА-ПКЛ», рег. № 76454-19
п.10.2 п. 10.8	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения не ниже 2-го разряда по государственной поверочной схеме (далее – ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне от -300 до +300 В	Калибратор многофункциональный Fluke 5720A, рег. № 52495-13
п. 10.3	Рабочий эталон единицы силы постоянного тока не ниже 1-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне от -30 до +30 мА	Калибратор многофункциональный Fluke 5720A, рег. № 52495-13
	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне от -15 до +15 В	Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A, рег. № 25984-14

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.3	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 3-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 для величины 10 Ом	Катушка электрического сопротивления P321 (10 Ом), рег. № 1162-58
п. 10.4 п. 10.7	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 4-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, с пределами допускаемой погрешности при воспроизведении электрического сопротивления не более: $\pm 0,13\%$ (относительная погрешность) в диапазоне от 1 до 5 Ом включ.; $\pm (1,7 \cdot 10^{-5} \cdot X + 6,5)$ мОм (абсолютная погрешность) в диапазоне св. 5 до 400 Ом включ.; $\pm (3,3 \cdot 10^{-5} \cdot X + 65,0)$ мОм (абсолютная погрешность) в диапазоне св. 400 до 4000 Ом	Калибратор универсальный Fluke 5520A, рег. № 29282-05
п. 10.5 п. 10.9	Рабочий эталон единицы частоты не ниже 5-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне от 0,01 до 50000 Гц	Генератор сигналов произвольной формы AFG3151C, рег. № 63658-16
п. 10.6	Рабочий эталон единицы переменного электрического напряжения не ниже 2-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта №1706 от 18.08.2023 в диапазоне от 0 до 300 В, от 40 до 500 Гц	Калибратор многофункциональный Fluke 5720A
п. 10.10	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне от -15 до +15 В	Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A, рег. № 25984-14
п. 10.11	Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазоне от -15 до +15 В	Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A, рег. № 25984-14
	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 3-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 для величины 10 Ом	Катушка электрического сопротивления P321 (10 Ом), рег. № 1162-58
п. 10.12	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 3-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 в диапазоне от 0 до 4000 Ом	Мультиметр Agilent 3458A рег. № 25900-03
п. 10.13 п. 10.15	Рабочий эталон единицы частоты не ниже 5-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 в диапазоне от 0,01 до 50000 Гц	Частотомер электронно-счётный АКИП-5102, рег. № 57319-14
п. 10.14	Рабочий эталон единицы температуры не ниже 3-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.01.2026 г. № 147 в диапазоне от +10 °С до +30 °С	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/2, рег. № 19916-10
	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 4-ого разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 в диапазоне от 0 до 4000 Ом	Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ2, мод. МИТ 2.05M рег. № 46432-11

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.16	Рабочие эталоны, Рабочие эталоны 1-го, 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653 в диапазоне от минус 0,1 до 250 МПа. Приложением А настоящей методики для средств измерений абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 10 МПа;	Мановакуумметры грузопоршневые МВП-2,5 (Рег. № 1652-99). Задатчики давления Воздух-1600, Воздух-4000 (Рег. № 12143-99). Калибраторы давления пневматические «Метран-505 Воздух-1» (Рег. № 42701-09). Микроманометры ММ-250 (Рег. № 1182-58). Микроманометры МКМ (Рег. № 88483-23). Манометры избыточного давления грузопоршневые МП-2,5; МП-6; МП-60; МП-250; МП-600; МП-2500 (Рег. № 31703-06). Манометры газовые грузопоршневые МП (Рег. № 52506-16). Манометры грузопоршневые серии Р (Рег. № 56428-14). Манометры грузопоршневые типа 5000 (Рег. № 15486-08) Манометры грузопоршневые серии 2000, мод. 2465, 2468 (Рег. № 40259-08).
	Рабочие эталоны, Рабочие эталоны 1-го, 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05 декабря 2025 г. № 2667 в диапазоне измерений абсолютного давления до 10 МПа; Приложением А настоящей методики для средств измерений абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 10 МПа.	Манометры грузопоршневые серии 2000, мод. 2465, 2468 (Рег. № 40259-08). Манометры грузопоршневые МПА (Рег. № 77114-19). Манометры абсолютного давления МПАК-15 (Рег. № 24971-03). Барометры образцовые переносные БОП-1М (Рег. № 26469-17). Барометры рабочие сетевые БРС-1М (Рег. № 16006-97).
п. 10.16	Вторичные эталоны, Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.03.2025 г. № 472 в диапазоне до 100 кПа.	Микроманометры жидкостные компенсационные с микрометрическим винтом МКВК-250 (Рег. № 22995-02) Микроманометры ММ-250 (Рег. № 1182-58). Микроманометры МКМ (Рег. № 88483-23). Манометры грузопоршневые серии 2000, мод. 2482 (Рег. № 40259-08). Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух (Рег. № 42701-09).
Примечания: 1 Рег. № – регистрационный номер средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ). 2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью. Решение о применении конкретного средства поверки – вторичного эталона или рабочего эталона, принимают на основании требований к соотношениям пределов допускаемой погрешности при одном и том же значении измеряемой величины, указанным в соответствующих действующих государственных поверочных схемах.		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки калибраторов должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные нормативными документами и требования безопасности, указанные в технической документации на СИ, применяемые при поверке, и вспомогательное оборудование.

7. Внешний осмотр

При выполнении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого оборудования следующим требованиям:

- комплектность калибраторов должна соответствовать технической документации;
- маркировка должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;
- соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с разъемами и клеммами.

При обнаружении несоответствий указанным требованиям дальнейшие операции по поверке калибраторов прекращают до устранения выявленных несоответствий.

8. Подготовка к поверке и опробование

8.1 Для проведения поверки проверяют наличие и изучают следующие документы:

- эксплуатационная документация на калибраторы;
- описание типа калибраторов.

8.2 Перед началом поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- осуществляют контроль условий поверки на соответствие п.3.1.
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления
- система (стендовое оборудование), состоящая из соединительных линий для подачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи давления, должна обеспечивать герметичность.

8.3 Опробование

8.3.1 Проводят проверки функционирования визуализации измеряемых калибраторами параметров на их графических дисплеях.

8.3.2 Проводят проверки работоспособности функций калибраторов, которые совмещают с проведением экспериментальных проверок по п. 10 настоящей методики.

8.3.3 При опробовании проверяют работоспособность и герметичность калибратора с модулем давления.

Работоспособность калибратора с модулем давления проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предела измерений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и показаний дисплея поверяемого калибратора.

Для модулей давления с пределами измерений в области избыточного давления и разрежения работоспособность проверяют только при избыточном давлении. Для модулей

с пределом измерений разрежения 100 кПа работоспособность проверяют при изменении разрежения до значения 0,9 атмосферного давления.

Проверку работоспособности допускается совмещать с проверкой основной погрешности.

8.3.4 Проверку герметичности калибраторов с модулем давления рекомендуется совмещать с операцией определения основной погрешности.

Проверку герметичности калибраторов с пределами измерений в области избыточного давления и разрежения, проводят при давлении равном верхнему пределу измерений избыточного давления.

Для проверки калибраторов с разными верхними пределами измерений, проверку герметичности рекомендуется проводить при давлении, соответствующем наибольшему из этих значений.

Проверку герметичности калибраторов с пределом измерений разрежения 100 кПа, проводят при разрежении, равном 0,9 – 0,95 значения атмосферного давления.

Проверку герметичности остальных калибраторов проводят при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого калибратора.

Калибратор с модулем давления считают герметичным, если после 3-х мин выдержки под давлением не наблюдают падения давления (разрежения) в течение последующих 2 мин. Допускается изменение давления (разрежения), обусловленное изменением температуры окружающего воздуха. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

В случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым калибратором следует отдельно проверить герметичность системы и калибратора с модулем давления.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Методика проверки идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) калибратора заключается в установлении версии ПО калибратора, которую можно увидеть на дисплее калибратора при входе в меню настроек или при включении питания (в зависимости от модификации калибратора).

9.2 Результат считают положительным, если номер версии ПО соответствует указанному в описании типа на калибратор.

10. Определение метрологических характеристик

10.1 Проводят экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов по п. 10.2 при измерении напряжения постоянного, по п. 10.3 при измерении силы постоянного тока, по п. 10.4 при измерении электрического сопротивления, по п. 10.5 при измерении частоты периодических сигналов, по п. 10.6 при измерении напряжения переменного тока, по п. 10.7 при измерении сигналов от термопреобразователей сопротивления (ТС), по п. 10.8 при измерении сигналов от термоэлектрических преобразователей (ТП), по п. 10.9 при измерении скважности, по п. 10.10 при воспроизведении напряжения постоянного тока, по п. 10.11 при воспроизведении силы постоянного тока, по п. 10.12 при воспроизведении электрического сопротивления, по п. 10.13 при воспроизведении частоты периодических сигналов, по п. 10.14 при определении компенсации температуры холодного спая ТП, по п. 10.15 при воспроизведении скважности по п. 10.16 при измерении давления с помощью внешнего модуля давления Additel 161.

Экспериментальные определения МХ калибраторов по всем видам измерений производить только от встроенного аккумулятора поверяемого калибратора.

10.2 Экспериментальное определение МХ калибраторов при измерении напряжения постоянного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения напряжения постоянного тока. Собрать схему согласно рисунку 1.



Рисунок 1 - Схема подключений для определения погрешности калибратора

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{ВХ.i}$:

для диапазона от -10 до +75 мВ выбирают (-10 ; 0 ; +25; +50; +75) мВ;

для диапазона от -300 до +300 мВ выбирают (-300; -150; 0; +150; +300) мВ;

для диапазона от 0 до +30 В выбирают (0; +8; +16; +24; +30) В;

для диапазона от -30 до +30 В выбирают (-30; -15; 0; +15; +30) В;

для диапазона от -300 до +300 В выбирают (-300; -150; 0; +150; +300) В;

- на вход калибратора подают от эталонного прибора значение напряжения постоянного тока X_i , соответствующее проверяемой точке $X_{ВХ.i}$.

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{ВЫХ.i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее калибратора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i :

$$\Delta_i = X_{ВЫХ.i} - X_{ВХ.i} \quad (1)$$

- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.3 Экспериментальное определение МХ калибраторов при измерении силы постоянного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения силы постоянного тока. Собрать схему согласно рисунку 2.

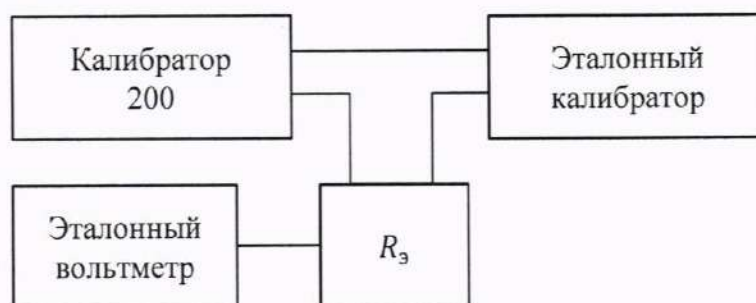


Рисунок 2 - Схема подключений для определения погрешности калибраторов, в режиме измерения силы постоянного тока ($R_z = 10 \text{ Ом}$)

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{ВХ.i}$:

для диапазона от 0 до +24 мА выбирают (0 ; +6 ; +12; +18; +24) мА;

для диапазона от -30 до +30 мА выбирают (-30; -15; 0; +15; +30) мА;

- на вход калибратора, последовательно соединенного с мерой R_3 , подают от эталонного калибратора значение силы постоянного тока $I_{эi}$, соответствующее проверяемой точке $X_{вх.i}$;

- после стабилизации показаний считать с эталонного вольтметра падение напряжения $U_{эi}$ на мере R_3 ;

- рассчитать действительное значение силы тока $I_{эi}$ протекающего через меру по формуле:

$$I_{эi} = \frac{U_{эi}}{R_3} \quad (2)$$

- считать с поверяемого калибратора измеренное значение силы тока $I_{измi}$;

- рассчитывают значение абсолютной погрешности ΔI_i :

$$\Delta I_i = I_{измi} - I_{эi} \quad (3)$$

- сопоставляют ΔI_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta I_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.4 Экспериментальное определение МХ при измерении электрического сопротивления проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения электрического сопротивления. Собрать схему согласно рисунку 1.

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{вх.i}$:

для диапазона от 0 до 400 Ом выбирают (1; 100; 200; 300; 400) Ом;

для диапазона от 0 до 4000 Ом выбирают (1; 1000; 2000; 3000; 4000) Ом;

- собирают 4-х проводную схему подключений;

- на вход калибратора подают от эталонного прибора значение X_i в зависимости от экспериментально определяемой характеристики, соответствующее проверяемой точке $X_{вх.i}$;

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{вых.i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее калибратора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);

- повторяют операции по п. 10.4 для 2-проводной схемы подключений;

- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.5 Экспериментальное определение МХ при измерении частоты периодических сигналов проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения частоты периодических сигналов. Собрать схему согласно рисунку 1.

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{вх.i}$:

для диапазона от 0,01 до 5,0 Гц выбирают (0,01; 1,0; 2,0; 4,0; 4,999) Гц;

для диапазона от 5 до 50 Гц выбирают (5; 10; 20; 40; 49,999) Гц;

для диапазона от 50 до 500 Гц выбирают (50; 100; 200; 400; 499,999) Гц;

для диапазона от 500 до 5000 Гц выбирают (500; 1000; 2000; 4000; 4999,99) Гц;

для диапазона от 5000 до 50000 Гц выбирают (5000; 10000; 20000; 40000; 50000) Гц;

- устанавливают форму волны «прямоугольная»;

- на вход калибратора подают от эталонного прибора значение X_i в зависимости от экспериментально определяемой характеристики, соответствующее проверяемой точке $X_{вх.i}$;
- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{вых.i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее калибратора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);
- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.6 Экспериментальное определение МХ калибраторов при измерении напряжения переменного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения напряжения переменного тока. Собрать схему согласно рисунку 1.

- выбирают следующие проверяемые точки $X_{вх.i}$ (10; 100; 200; 300) В;
- устанавливают на эталонном приборе частоту выходного напряжения переменного тока 40 Гц;
- на вход калибраторы подают от эталонного прибора значение напряжения переменного тока X_i , соответствующее проверяемой точке $X_{вх.i}$.
- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{вых.i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее калибратора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);
- повторяют операции, по п 10.6 для частоты напряжения переменного тока 500 Гц;
- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.7 Экспериментальное определение МХ калибраторов при измерении сигналов от термопреобразователей сопротивления (ТС) проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения сигналов от ТС. Собрать схему согласно рисунку 1.

- выбирают не менее 3 проверяемых точек $X_{вх.i}$, равномерно распределенных по диапазону измерений;

Примечание: При измерении сигналов от ТС градуировки $\alpha=0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ во внутреннем интерфейсе калибраторов выбирают ТС с обозначение 50М ($\alpha=0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) или 100М ($\alpha=0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) (в зависимости от типа ТС);

Для градуировки $\alpha=0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ в меню калибратора выбирают ТС с обозначение 50М ($\alpha=0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) или 100М ($\alpha=0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) (в зависимости от типа ТС);

- собирают 4-х проводную схему подключений;
- находят для соответствующего типа ТС по таблицам ГОСТ 6651-2009 значения электрического сопротивления;
- на вход калибратора подают от эталонного прибора значение электрического сопротивления X_i , соответствующее проверяемой точке $X_{вх.i}$;

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{\text{ВЫХ},i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее калибратора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);
- повторяют операции по п. 10.7 для 2-проводной схемы подключений;
- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.8 Экспериментальное определение МХ калибраторов при измерении сигналов от термоэлектрических преобразователей (ТП) проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения сигналов от ТП. Собрать схему согласно рисунку 1.

- устанавливают значение компенсации холодного спая равной 0 °С;
- выбирают не менее 3 проверяемых точек $X_{\text{ВХ},i}$, равномерно распределенных по диапазону измерений;

Примечание: При измерении сигналов от ТП(L) во внутреннем интерфейсе калибраторов модификаций Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) выбирают обозначение LR, модификаций Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P) выбирают обозначение L(XK);

- находят для соответствующего типа ТП по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 значения термоэдс;

- на вход калибратора подают от эталонного прибора значение термоэдс X_i , соответствующее проверяемой точке $X_{\text{ВХ},i}$;

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{\text{ВЫХ},i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее калибратора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);

- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.9 Экспериментальное определение МХ калибраторов при измерении скважности проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения скважности. Собрать схему согласно рисунку 1.

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{\text{ВХ},i}$:

выбирают (1; 20; 60; 80; 99) % для частоты сигнала до 10 кГц;

выбирают (1; 20; 40; 60; 80; 99) % для частоты сигнала до 50 кГц;

- выбирают на эталонном генераторе функцию «Скважность»;

- устанавливают на эталонном генераторе частоту выходного сигнала до 10 кГц;

- на вход калибратора подают от эталонного прибора значение скважности X_i , соответствующее проверяемой точке $X_{\text{ВХ},i}$;

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{\text{ВЫХ},i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее калибратора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);

- повторяют операции, по п 10.9 для частоты выходного сигнала до 50 кГц;

- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.10 Экспериментальное определение МХ калибраторов при воспроизведении напряжения постоянного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Собрать схему согласно рисунку 1.

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{ВХ,i}$:

для диапазона от -10 до +75 мВ выбирают (-10 ; 0 ; +25; +50; +75) мВ;

для диапазона от -150 до +150 мВ выбирают (-150; -75; 0; +75; +150) мВ;

для диапазона от -1,5 до +1,5 В выбирают (-1,5; -0,75; 0; +0,75; +1,5) В;

для диапазона от -15 до +15 В выбирают (-15,0; -7,5; 0; +7,5; +15,0) В;

- с помощью калибратора задают значение X_i , в зависимости от экспериментально определяемой характеристики, соответствующее проверяемой точке $X_{ВХ,i}$;

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{ВЫХ,i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее эталонного прибора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);

- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.11 Экспериментальное определение МХ калибраторов при воспроизведении силы постоянного тока проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим измерения силы постоянного тока. Собрать схему согласно рисунку 3.

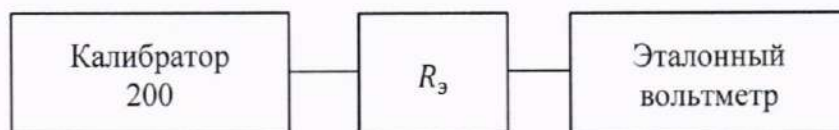


Рисунок 3 - Схема подключений для определения погрешности калибраторов, в режиме воспроизведения силы постоянного тока ($R_3 = 10 \text{ Ом}$)

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{ВХ,i}$:

для диапазона от 0 до 24 мА выбирают (0; 6; 12; 18; 24) мА;

для диапазона от 0 до 25 мА выбирают (0; 5; 10; 15; 25) мА;

- на вход эталонного вольтметра, последовательно соединенного с мерой R_3 , подают от калибратора значение силы постоянного тока I_i , соответствующее проверяемой точке $X_{ВХ,i}$;

- после стабилизации показаний считать с эталонного вольтметра падение напряжения $U_{эi}$ на мере R_3 ;

- рассчитать действительное значение силы тока $I_{эi}$ протекающего через меру по формуле (2);

- рассчитывают значение абсолютной погрешности ΔI_i :

$$\Delta I_i = I_i - I_{эi} \quad (4)$$

- сопоставляют ΔI_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta I_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.12 Экспериментальное определение МХ калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим воспроизведения электрического сопротивления. Собрать схему согласно рисунку 1.

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{ВХ.i}$:

для диапазона от 0 до 400 Ом выбирают (1; 100; 200; 300; 400) Ом;

для диапазона от 0 до 4000 Ом выбирают (1; 1000; 2000; 3000; 4000) Ом;

- с помощью калибратора задают значение X_i , в зависимости от экспериментально определяемой характеристики, соответствующее проверяемой точке $X_{ВХ.i}$;

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{ВЫХ.i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее эталонного прибора, делают не менее десяти отсчетов. За действительное значение принимают среднее арифметическое из 10 полученных результатов $X_{ВЫХ.i}$;

Относительную погрешность воспроизведения электрического сопротивления (границу доверительной погрешности δ_0 при доверительной вероятности 95 %) определяют по формуле:

$$\delta_0 = 2,3S_{\Sigma} \quad (4.1)$$

где:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{k1}^2 + S_{k2}^2 + S_v^2} \quad (4.2)$$

$$S_v = \frac{v_3}{\sqrt{3}} \frac{\vartheta}{12} \quad (4.3)$$

S_{k1}^2, S_{k2}^2 - СКО результатов измерений, полученных при предыдущей и настоящей поверке (при первичной поверке S_{k2}^2 не учитывается);

v_3 - нестабильность исходного эталона, применяемого при поверке;

ϑ – число месяцев, прошедших с момента поверки или аттестации исходного эталона.

Результаты поверки считаются положительными, если значения относительной погрешности воспроизведения электрического сопротивления находятся в пределах или равны, указанным в описании типа.

10.13 Экспериментальное определение МХ калибраторов при воспроизведении частоты периодических сигналов проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим воспроизведения частоты периодических сигналов. Собрать схему согласно рисунку 1.

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{ВХ.i}$:

для диапазона от 0,01 до 5,0 Гц выбирают (0,01; 1,0; 2,0; 4,0; 4,999) Гц;

для диапазона от 5 до 50 Гц выбирают (5; 10; 20; 40; 49,999) Гц;

для диапазона от 50 до 500 Гц выбирают (50; 100; 200; 400; 499,999) Гц;

для диапазона от 500 до 5000 Гц выбирают (500; 1000; 2000; 4000; 4999,99) Гц;

для диапазона от 5000 до 50000 Гц выбирают (5000; 10000; 20000; 40000; 50000) Гц;

- устанавливают форму волны «прямоугольная»;

- с помощью калибратора задают значение X_i , в зависимости от экспериментально определяемой характеристики, соответствующее проверяемой точке $X_{ВХ.i}$;

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{\text{вых},i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее эталонного прибора, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;
- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);
- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.14 Экспериментальное определение МХ компенсации температуры холодного спая ТП проводят в изложенной ниже последовательности:

- в режиме работы с ТП включают внутреннюю компенсацию холодного спая;
- выключают калибратор;
- помещают эталонный прибор в непосредственной близости от входных клемм измерений сигналов от ТП калибратора;
- после наступления температурного равновесия считывают значение T_{Ki} на экране эталонного прибора;
- включают калибратор и считывают значение температуры T_{Xci} ;
- для проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_{xc} :

$$\Delta_{xc} = T_{Xci} - T_{Ki} \quad (5)$$

- сопоставляют Δ_{xc} с МХ калибраторов T_{xc} (указаны в приложении Б). Если выполняется неравенство $|\Delta_{xc}| < |T_{xc}|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.15 Экспериментальное определение МХ калибраторов при воспроизведении скважности проводят в изложенной ниже последовательности:

В меню калибратора выбрать режим воспроизведения скважности. Собрать схему согласно рисунку 1.

- в зависимости от проверяемого диапазона измерений выбирают следующие проверяемые точки $X_{\text{вх},i}$:

выбирают (1; 20; 60; 80; 99) % для частоты сигнала до 10 кГц;

выбирают (1; 20; 40; 60; 80; 99) % для частоты сигнала до 50 кГц;

- устанавливают на калибраторе частоту выходного сигнала до 10 кГц;

- на вход эталонного частотомера подают от значение скважности X_i , соответствующее проверяемой точке $X_{\text{вх},i}$.

- для каждой проверяемой точки считывают значение выходного сигнала $X_{\text{вых},i}$, выраженное в единицах измеренной величины на дисплее эталонного частотомера, делают не менее пяти отсчетов и выбирают максимальное по отклонению значение;

- повторяют операции, по п 10.17 для частоты выходного сигнала до 50 кГц.

- для каждой проверяемой точки рассчитывают значение абсолютной погрешности Δ_i согласно формуле (1);

- сопоставляют Δ_i с МХ калибраторов Δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется неравенство $|\Delta_i| < |\Delta|$, то калибратор считают прошедшим поверку.

10.16 Экспериментальное определение МХ калибраторов при измерении давления с помощью внешнего модуля давления Additel 161.

10.16.1 Подключают внешний модуль давления Additel 161 к калибратору согласно рисунку 4, выждать не менее 30 минут для установления рабочего режима.

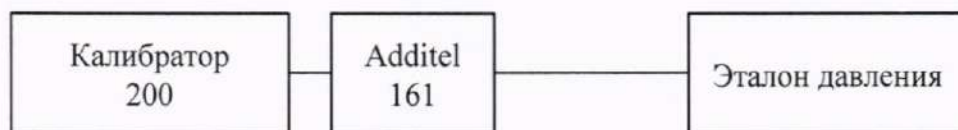


Рисунок 4 – Структурная схема подсоединения калибратора с использованием внешнего модуля давления Additel 161 к эталону

10.16.2 Определение погрешности калибратора производится последовательно для каждого из используемых модулей давления, включая модуль барометрического давления.

Калибратор подключается к эталону и к устройству создания давления в соответствии с Руководством по эксплуатации. После включения калибратор выдерживается в течение 30 минут, затем дважды производится набор до верхнего предела измерений и сброс давления. После каждого набора и сброса давления калибратор выдерживают 2 мин.

Выполнить установку нуля поверяемого модуля давления калибратора (избыточного давления, давления-разрежения, разности давлений).

Погрешность калибратора определяют по одному из способов:

- по эталону устанавливают номинальные значения давления, а по поверяемому калибратору считывают соответствующие значения давления;
- по поверяемому калибратору устанавливают номинальные значения давления, а по эталону считывают соответствующие значения давления.

Погрешность каждого калибратора определяется по результатам измерений давления не менее чем в 9 равномерно распределенных точках диапазона измерений, включая нижний и верхний пределы измерений (допускаемое отклонение при приближении к поверяемой точке – не более $\pm 10\%$ измеряемой величины).

Допускается проводить поверку калибратора с внешними модулями давления в режиме измерений абсолютного давления, при этом в качестве первой проверяемой точки принимают значение давления не более 10% диапазона измерений, но не превышающее текущего значения атмосферного давления.

При поверке калибраторов с пределом измерений в области разрежения, равным 100 кПа , допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах $0,90 - 0,95$ от атмосферного давления P_6 .

При поверке калибраторов, работающих в режиме абсолютного давления, в качестве первой проверяемой точки принимают значение давления не более 10% диапазона измерений, но не превышающее текущего значения атмосферного давления.

При поверке калибраторов с модулями разности давлений с приёмными камерами для подвода большего давления («плюсовая» камера) и меньшего давления («минусовая» камера) значение измеряемой величины (разности давлений) устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления в «плюсовую» камеру калибратора, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой. Допускается также проведение проверки калибраторов при сообщении плюсовой камеры с атмосферой и подачей соответствующего избыточного давления в минусовую камеру.

10.16.3 На модуль калибратора с помощью эталона последовательно подается давление, соответствующее поверяемым точкам при плавно возрастающем давлении (прямой ход), а затем, после выдержки на верхнем пределе измерений не менее 5 мин., при плавно убывающем давлении (обратный ход). Поверка производится по результатам одного поверочного цикла (прямой ход и обратный ход). Считанные с дисплея калибратора экспериментальные значения давления фиксируются в протоколе, и для каждой из 9 поверяемых точек диапазона измерений определяют погрешность:

а) для модулей давления, у которых нормируется приведенная погрешность, %:

$$\gamma_{\text{си}} = \frac{P_i - P_{\text{эi}}}{P_{\text{max}} - P_{\text{min}}} \cdot 100 \text{ или } \gamma_{\text{си}} = \frac{P_i - P_{\text{эi}}}{P_{\text{max}}} \cdot 100 \quad (6)$$

где $\gamma_{\text{си}}$ – приведенная погрешность поверяемого калибратора с модулем давления;

P_i – давление, измеренное поверяемым калибратором, в поверяемой точке;

$P_{\text{эi}}$ – давление, измеренное эталоном, в поверяемой точке;

P_{max} – верхний предел диапазона измерений модуля давления поверяемого калибратора;

P_{min} – нижний предел диапазона измерений модуля давления поверяемого калибратора.

б) для модулей давления, у которых нормируется и приведенная ($\gamma_{\text{си}}$), и относительная ($\delta_{\text{си}}$) погрешности, %:

- в диапазоне от НПИ до значения положительного избыточного давления $0,5 \cdot \text{ДИ}$:

$$\gamma_{\text{си}} = \frac{P_i - P_{\text{эi}}}{0,5(P_{\text{max}} - P_{\text{min}})} \cdot 100 \quad (7)$$

- в диапазоне от значения $0,5 \cdot \text{ДИ}$ до ВПИ:

$$\delta_{\text{си}} = \frac{P_i - P_{\text{эi}}}{P_{\text{эi}}} \cdot 100 \quad (8)$$

в) для модулей барометрического давления, у которых нормируется абсолютная погрешность, кПа, Па:

$$\Delta_{\text{си}} = P_i - P_{\text{эi}} \quad (9)$$

10.16.4 Для калибраторов, которые имеют встроенный модуль барометрического давления, в случае измерений абсолютного давления с использованием этого модуля, пределы допускаемой погрешности определяются следующим образом:

- для модулей давления, у которых нормируется приведенная погрешность во всем диапазоне измерений или в диапазоне измерений от НПИ до значения $0,5 \cdot \text{ДИ}$:

$$\gamma_{\text{си}} = \pm \frac{\sqrt{(|\gamma_{\text{м}}| \cdot D / 100)^2 + \Delta_6^2}}{D} \cdot 100 \quad (10)$$

где $\gamma_{\text{си}}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности калибратора, %;

$\gamma_{\text{м}}$ – значение предела допускаемой приведенной погрешности модуля избыточного давления поверяемого калибратора, указанное в эксплуатационной документации, %;

Δ_6 – значение предела допускаемой абсолютной погрешности модуля барометрического давления калибратора, указанное в эксплуатационной документации, кПа;

D – диапазон измерений (полный или равный 50 % диапазона измерений модуля избыточного давления калибратора соответственно), кПа.

- для модулей давления, у которых нормируется относительная погрешность в диапазоне измерений от значения $0,5 \cdot \text{ДИ}$ до ВПИ:

$$\delta_{\text{си}} = \pm \frac{\sqrt{(|\delta_{\text{м}}| \cdot P / 100)^2 + \Delta_6^2}}{P} \cdot 100 \quad (11)$$

где $\delta_{\text{си}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности поверяемого калибратора, %;

$\delta_{\text{м}}$ – значение предела допускаемой относительной погрешности модуля избыточного давления поверяемого калибратора, %;

P – значение измеряемого давления, кПа.

Сопоставляют $\Delta_{\text{си}}$, $\gamma_{\text{си}}$ или $\delta_{\text{си}}$ с МХ поверяемого калибраторов Δ , γ или δ (указаны в приложении Б). Если для каждой проверяемой точки выполняется соответствующее неравенство $|\Delta_{\text{си}}| < |\Delta|$ или $|\gamma_{\text{си}}| < |\gamma|$ или $|\delta_{\text{си}}| < |\delta|$, то результат считается положительным.

10.17 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.17.1 Результаты экспериментального определения метрологических характеристик калибраторов считают положительными, если каждый ИК калибратора прошел экспериментальное определение погрешности по пп. 10.2 – 10.16 настоящей методики с положительным результатом. Допускаемые значения приведены в приложении Б.

10.17.2 Для оформления положительных результатов поверки калибратор должен пройти все операции поверки настоящей методики с положительным результатом. При отрицательных результатах поверки поверяемый калибратор не допускается к применению.

10.17.3 Критерии подтверждения соответствия средств измерений обязательным требованиям, предъявляемым к эталону.

При получении результатов измерений напряжения постоянного тока (п. 10.2), силы постоянного тока (п. 10.3), также давления (п. 10.16) устанавливают соответствие (несоответствие) нормированных характеристик калибраторов следующим обязательным метрологическим и техническим требованиям, предъявляемым действующими государственными (локальными) поверочными схемам:

- рабочий эталон давления 1-го, 2-го или 3-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2025 г. № 2667;

- рабочий эталон давления 1-го, 2-го или 3-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2025 г. № 2667;

- рабочий эталон давления 1-го, 2-го или 3-го разряда в соответствии со структурой локальной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 10 МПа (Приложение А);

- рабочий эталон давления 2-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.03.2025 г. № 472;

- рабочий эталон 1-го разряда согласно государственной поверочной схеме 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 от 01.10.2018 № 2091;

- рабочий эталон 3-го разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520.

11. Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

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

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдаётся:

– 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.

Начальник центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Ю.А. Шатохина

Начальник отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Е.И. Кириллова

Инженер 2 кат. отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 А.А. Гмызин

Начальник отдела 202
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Р. В. Кузьменков

Ведущий инженер отдела 202
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

 Е.Н. Коптева

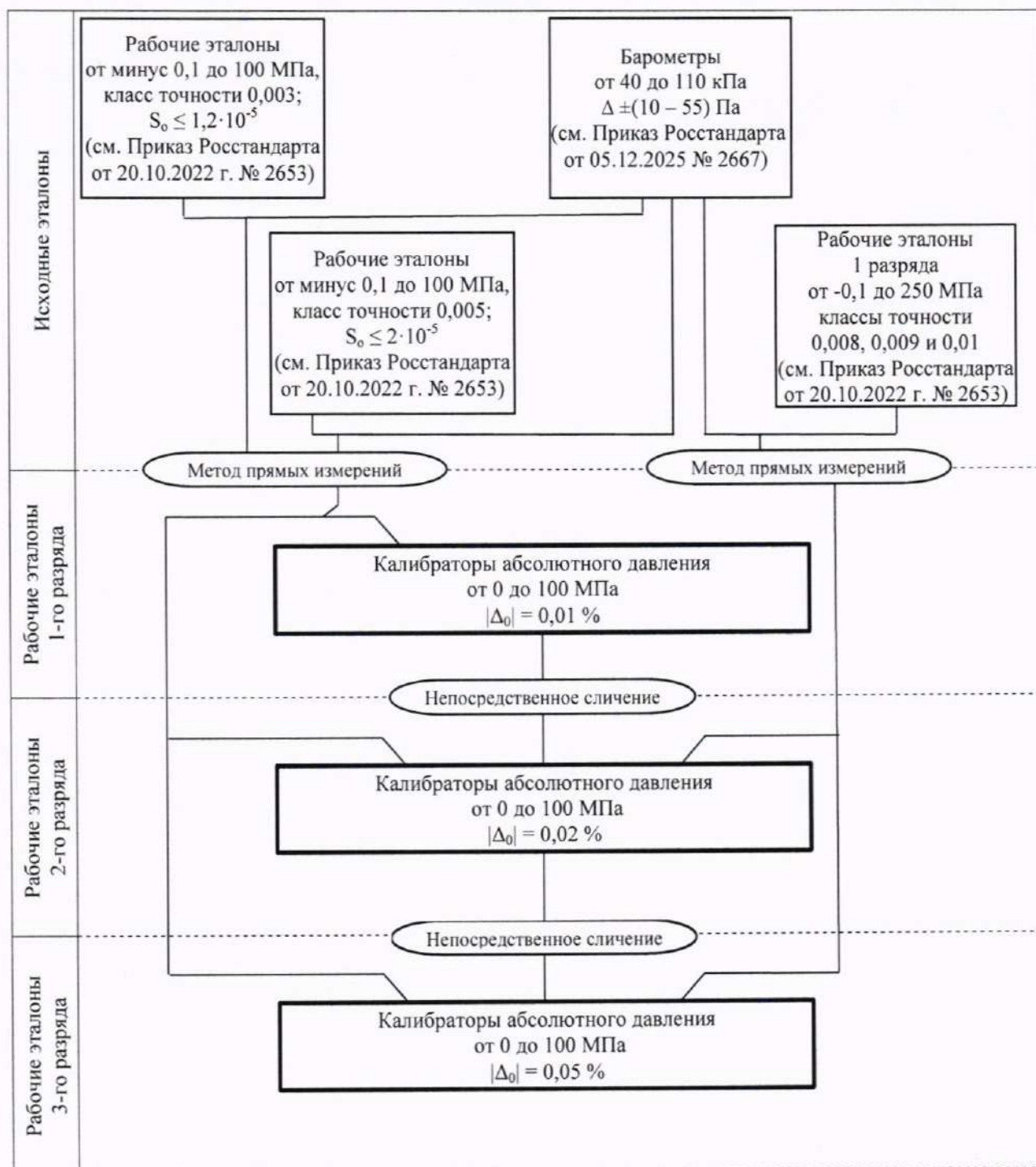
Приложения:

Приложение А – Структура локальной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 10 МПа.

Приложение Б – Метрологические характеристики калибраторов многофункциональных Additel 200.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 10 МПа



Метрологические характеристики калибраторов многофункциональных
Additel 200

Таблица Б1 – Основные метрологические характеристики калибраторов при измерении давления

Вид давления	Минимальный диапазон измерений, МПа ^{1) 2)}	Максимальный диапазон измерений, МПа ^{1) 2)}	Пределы допускаемой приведенной погрешности, % ДИ ¹⁾
Избыточное давление	от 0 до 0,016	от 0 до 100	$\pm 0,01$; $\pm 0,02$; $\pm 0,05$
Давление-разрежение	от $\pm 0,016$ до $\pm 0,1$	от -0,1 до 100	$\pm 0,01$; $\pm 0,01$ ³⁾ ; $\pm 0,02$; $\pm 0,05$
Разрежение	от 0 до -0,1	от 0 до -0,1	$\pm 0,01$; $\pm 0,02$
Разность давлений	$\pm 0,00025$	$\pm 0,016$	$\pm 0,05$
	$\pm 0,025$ ⁴⁾	$\pm 0,070$	$\pm 0,02$
Абсолютное (барометрическое) давление ⁴⁾	от 0,08 до 0,11	-	5)

¹⁾ Конкретные значения указаны в паспорте.

²⁾ В соответствии с заказом внешние модули ADT161 изготавливаются с любым диапазоном измерений, лежащим в приведённом диапазоне измерений от минимального до максимального включительно.

³⁾ Исполнение RD: а) $\pm 0,01$ % от $0,5 \cdot \text{ДИ}$ в диапазоне измерений от НПИ до значения $0,5 \cdot \text{ДИ}$,

$\pm 0,01$ % ИВ в диапазоне измерений от значения $0,5 \cdot \text{ДИ}$ до ВПИ.

б) $\pm 0,01$ % ВПИ для модулей с одинаковыми пределами измерений в области избыточного давления и разрежения.

⁴⁾ Встроенный модуль барометрического давления

⁵⁾ Пределы допускаемой абсолютной погрешности барометрического модуля ± 55 Па.

Таблица Б2 – Метрологические характеристики калибраторов при измерении напряжения постоянного тока

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
Additel 209 (ADT209)			
от 0 до 30 В	1 мВ	$\pm(3,0 \cdot 10^{-4} \cdot X + 2 \text{ мВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-5} \cdot D$
Additel 210 (ADT210)			
от 0 до 30 В	1 мВ	$\pm(1,0 \cdot 10^{-4} \cdot X + 2 \text{ мВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-5} \cdot D$
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P)			
от -10 до +75 мВ (термо-ЭДС)	0,1 мкВ	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 4 \text{ мкВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -300 до +300 мВ	1 мкВ	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 15 \text{ мкВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -30 до +30 В	0,1 мВ	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 1,5 \text{ мВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -300 до +300 В	10 мВ	$\pm(5,0 \cdot 10^{-4} \cdot X + 30 \text{ мВ})$	$\pm 25,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)			
от -10 до +75 мВ (термо-ЭДС)	0,1 мкВ	$\pm(0,8 \cdot 10^{-4} \cdot X + 3 \text{ мкВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -300 до +300 мВ	1 мкВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 15 \text{ мкВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -30 до +30 В	0,1 мВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 1,5 \text{ мВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -300 до +300 В	10 мВ	$\pm(5,0 \cdot 10^{-4} \cdot X + 30 \text{ мВ})$	$\pm 25,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Нормальные условия применения			
Температура окружающей среды, °C			от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %			до 95
Атмосферное давление, кПа			от 86,0 до 106,7
Примечание			
В таблице приняты следующие обозначения:			
X – измеренное значение;			
D – диапазон\поддиапазон измерений.			

Таблица Б3 – Метрологические характеристики калибраторов при измерении силы постоянного тока

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
Additel 209 (ADT209)			
от 0 до 24 мА	1 мкА	$\pm(3 \cdot 10^{-4} \cdot X + 2 \text{ мкА})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-5} \cdot D$
Additel 210 (ADT210)			
от 0 до 24 мА	1 мкА	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot X + 2 \text{ мкА})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-5} \cdot D$
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P)			
от -30 до +30 мА	0,1 мкА	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 1,5 \text{ мкА})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)			
от -30 до +30 мА	0,1 мкА	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot X + 1,5 \text{ мкА})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Нормальные условия применения			
Температура окружающей среды, °C			от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %			до 95
Атмосферное давление, кПа			от 86,0 до 106,7
Примечание В таблице приняты следующие обозначения: X – измеренное значение; D – диапазон измерений.			

Таблица Б4 – Метрологические характеристики калибраторов при измерении электрического сопротивления

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей ¹⁾	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
1	2	3	4
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) 4х проводная схема			
от 0 до 400 Ом	1 мОм	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 20 \text{ мОм})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 0 до 4000 Ом	10 мОм	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 200 \text{ мОм})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P) 4х проводная схема			
от 0 до 400 Ом	1 мОм	$\pm(0,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 20 \text{ мОм})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 0 до 4000 Ом	10 мОм	$\pm(1,0 \cdot 10^{-4} \cdot X + 200 \text{ мОм})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Нормальные условия применения			
Температура окружающей среды, °C			от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %			до 95
Атмосферное давление, кПа			от 86,0 до 106,7
Примечание В таблице приняты следующие обозначения: X – измеренное значение; D – поддиапазон измерений. 1) При 3-х проводной схеме подключений допускаемая абсолютная погрешность увеличивается на 10 мОм, а при 2-х проводной схеме – на 50 мОм.			

Таблица Б5 – Метрологические характеристики калибраторов при измерении частоты периодических сигналов

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
1	2	3	4
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P)			
от 0,01 до 5 Гц	$1,0 \cdot 10^{-5}$ Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 5 \cdot 10^{-5} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5 до 50 Гц	$1,0 \cdot 10^{-4}$ Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 5 \cdot 10^{-4} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 50 до 500 Гц	$1,0 \cdot 10^{-3}$ Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 5 \cdot 10^{-3} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 500 до 5000 Гц	$1,0 \cdot 10^{-2}$ Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 5 \cdot 10^{-2} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5000 до 50000 Гц	0,1 Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 0,5 \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)			
от 0,01 до 5 Гц	$1,0 \cdot 10^{-5}$ Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 2 \cdot 10^{-5} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5 до 50 Гц	$1,0 \cdot 10^{-4}$ Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 2 \cdot 10^{-4} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 50 до 500 Гц	$1,0 \cdot 10^{-3}$ Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 2 \cdot 10^{-3} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 500 до 5000 Гц	$1,0 \cdot 10^{-2}$ Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 2 \cdot 10^{-2} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5000 до 50000 Гц	0,1 Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 0,2 \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Нормальные условия применения			
Температура окружающей среды, °C			от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %			до 95
Атмосферное давление, кПа			от 86,0 до 106,7
Примечание: Минимальная амплитуда входного 2,5 В. В таблице приняты следующие обозначения: X – измеренное значение; D – диапазон\поддиапазон измерений.			

Таблица Б6 – Метрологические характеристики калибраторов при измерении напряжения переменного тока

Диапазон измерений	Разрешение	Диапазон частот	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)				
от 0 до 300 В	10 мВ	от 40 до 500 Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-3} \cdot X + 150 \text{ мВ})$	$\pm (250 \cdot 10^{-6} \cdot X + 25 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
Нормальные условия применения				
Температура окружающей среды, °C				от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %				до 95
Атмосферное давление, кПа				от 86,0 до 106,7
Примечание В таблице приняты следующие обозначения: X – измеренное значение; D – диапазон измерений.				

Таблица Б7 – Метрологические характеристики калибраторов при воспроизведении напряжения постоянного тока

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
1	2	3	4
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P)			
от -10 до +75 мВ (термо-ЭДС)	1,5 мкВ	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 4 \text{ мкВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -150 до +150 мВ	5 мкВ	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 15 \text{ мкВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -1,5 до +1,5 В	0,05 мВ	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 0,15 \text{ мВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -15 до +15 В	0,5 мВ	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 1,5 \text{ мВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)			
от -10 до +75 мВ (термо-ЭДС)	1,5 мкВ	$\pm(0,8 \cdot 10^{-4} \cdot X + 4 \text{ мкВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -150 до +150 мВ	5 мкВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 15 \text{ мкВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -1,5 до +1,5 В	0,05 мВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 0,15 \text{ мВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от -15 до +15 В	0,5 мВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 1,5 \text{ мВ})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Нормальные условия применения			
Температура окружающей среды, °C			от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %			до 95
Атмосферное давление, кПа			от 86,0 до 106,7
Примечание В таблице приняты следующие обозначения: X – измеренное значение; D – диапазон\поддиапазон измерений.			

Таблица Б8 – Метрологические характеристики калибраторов при воспроизведении силы постоянного тока

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
Additel 209 (ADT209)			
от 0 до 24 мА	1 мкА	$\pm(3 \cdot 10^{-4} \cdot X + 2 \text{ мкА})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-5} \cdot D$
Additel 210 (ADT210)			
от 0 до 24 мА	1 мкА	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot X + 2 \text{ мкА})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-5} \cdot D$
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P)			
от 0 до 25 мА	0,5 мкА	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 1,2 \text{ мкА})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)			
от 0 до 25 мА	0,5 мкА	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot X + 1,2 \text{ мкА})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Нормальные условия применения			
Температура окружающей среды, °C			от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %			до 95
Атмосферное давление, кПа			от 86,0 до 106,7
Примечание В таблице приняты следующие обозначения: X – измеренное значение; D – диапазон измерений.			

Таблица Б9 – Метрологические характеристики калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
1	2	3	4
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) 2х проводная схема			
от 0 до 400 Ом	10 мОм	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 20 \text{ мОм})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 0 до 4000 Ом	100 мОм	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 200 \text{ мОм})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P) 2х проводная схема			
от 0 до 400 Ом	10 мОм	$\pm(0,5 \cdot 10^{-4} \cdot X + 20 \text{ мОм})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 0 до 4000 Ом	100 мОм	$\pm(1,0 \cdot 10^{-4} \cdot X + 200 \text{ мОм})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Нормальные условия применения			
Температура окружающей среды, °C			от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %			до 95
Атмосферное давление, кПа			от 86,0 до 106,7
Примечание В таблице приняты следующие обозначения: X – измеренное значение; D – поддиапазон измерений.			

Таблица Б10 – Метрологические характеристики калибраторов при воспроизведении частоты периодических сигналов

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых основных абсолютных погрешностей	Пределы допускаемых дополнительных абсолютных погрешностей/1°C
1	2	3	4
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) (прямоугольный сигнал)			
от 0,01 до 5 Гц	$1,0 \cdot 10^{-5}$ Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 5 \cdot 10^{-5} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5 до 50 Гц	$1,0 \cdot 10^{-4}$ Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 5 \cdot 10^{-4} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 50 до 500 Гц	$1,0 \cdot 10^{-3}$ Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 5 \cdot 10^{-3} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 500 до 5000 Гц	$1,0 \cdot 10^{-2}$ Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 5 \cdot 10^{-2} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5000 до 50000 Гц	0,1 Гц	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot X + 0,5 \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) (синусоидальный и треугольный сигнал)			
от 0,1 до 50 Гц	$1,0 \cdot 10^{-3}$ Гц	$4,0 \cdot 10^{-3}$ Гц	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 50 до 500 Гц	$1,0 \cdot 10^{-2}$ Гц	$4,0 \cdot 10^{-2}$ Гц	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 500 до 5000 Гц	0,1 Гц	0,4 Гц	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5000 до 50000 Гц	1,0 Гц	4,0 Гц	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$

Продолжение таблицы Б10

1	2	3	4
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P) (прямоугольный сигнал)			
от 0,01 до 5 Гц	$1,0 \cdot 10^{-5}$ Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 2 \cdot 10^{-5} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5 до 50 Гц	$1,0 \cdot 10^{-4}$ Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 2 \cdot 10^{-4} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 50 до 500 Гц	$1,0 \cdot 10^{-3}$ Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 2 \cdot 10^{-3} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 500 до 5000 Гц	$1,0 \cdot 10^{-2}$ Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 2 \cdot 10^{-2} \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5000 до 50000 Гц	0,1 Гц	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot X + 0,2 \text{ Гц})$	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P) (синусоидальный и треугольный сигнал)			
от 0,1 до 50 Гц	$1,0 \cdot 10^{-3}$ Гц	$2,0 \cdot 10^{-3}$ Гц	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 50 до 500 Гц	$1,0 \cdot 10^{-2}$ Гц	$2,0 \cdot 10^{-2}$ Гц	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 500 до 5000 Гц	0,1 Гц	0,2 Гц	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
от 5000 до 50000 Гц	1,0 Гц	2,0 Гц	$\pm 5,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
Нормальные условия применения			
Температура окружающей среды, °C			от +10 до +30
Относительная влажность воздуха, %			до 95
Атмосферное давление, кПа			от 86,0 до 106,7
Примечание: Для модификаций Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P), Additel 227 (ADT227) и Additel 227P (ADT227P) амплитуда выходного прямоугольного сигнала от 0 до 15 В настраиваемая, амплитуда синусоидального и треугольного сигнала от 0,1 до 30 В пик-пик настраиваемая. В таблице приняты следующие обозначения: X – измеренное значение; D – поддиапазон измерений.			

Таблица Б11 – Метрологические характеристики калибраторов при измерении скважности

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)		
от 1 до 99 % (≤ 10 кГц)	0,01 %	$\pm(0,1 \cdot F + 0,05)$
от 5 до 99 % (≤ 50 кГц)	0,1 %	
Примечание: F – значение частоты скважности, кГц		

Таблица Б12 – Метрологические характеристики калибраторов при воспроизведении скважности

Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей
Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)		
от 1 до 99 % (≤ 10 кГц)	0,01 %	$\pm(0,1 \cdot F + 0,1)$
от 5 до 99 % (≤ 50 кГц)	0,1 %	
Примечание: F – значение частоты скважности, кГц		

Таблица Б13 - Метрологические характеристики калибраторов при измерении и воспроизведении сигналов от ТС и ТП

Типы ТС и ТП	Диапазон измерений, °C	Пределы допускаемых абсолютных погрешностей, °C	
Модель калибратора	Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P) Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)	Additel 226 (ADT226), Additel 226P (ADT226P)	Additel 227 (ADT227), Additel 227P (ADT227P)
1	2	3	4
Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-2009 (4-х проводная схема подключений)			
Pt10 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,62$	$\pm 0,57$
	от +200 до +600	$\pm 0,77$	$\pm 0,67$
	от +600 до +850	$\pm 0,88$	$\pm 0,75$
Pt25 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,29$	$\pm 0,24$
	от +200 до +600	$\pm 0,40$	$\pm 0,30$
	от +600 до +850	$\pm 0,47$	$\pm 0,34$
Pt50 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,18$	$\pm 0,13$
	от +200 до +600	$\pm 0,27$	$\pm 0,17$
	от +600 до +850	$\pm 0,34$	$\pm 0,20$
50П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,18$	$\pm 0,13$
	от +200 до +600	$\pm 0,27$	$\pm 0,17$
	от +600 до +850	$\pm 0,33$	$\pm 0,20$
Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,13$	$\pm 0,08$
	от +200 до +600	$\pm 0,21$	$\pm 0,11$
	от +600 до +850	$\pm 0,27$	$\pm 0,14$
Pt200 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,34$	$\pm 0,32$
	от +200 до +300	$\pm 0,37$	$\pm 0,34$
	от +300 до +600	$\pm 0,46$	$\pm 0,41$
	от +600 до +850	$\pm 0,54$	$\pm 0,48$
Pt400 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до 0	$\pm 0,17$	$\pm 0,15$
	от 0 до +200	$\pm 0,21$	$\pm 0,18$
	от +200 до +600	$\pm 0,30$	$\pm 0,25$
	от +600 до +850	$\pm 0,37$	$\pm 0,30$
Pt500 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,18$	$\pm 0,16$
	от +200 до +600	$\pm 0,27$	$\pm 0,22$
	от +600 до +850	$\pm 0,34$	$\pm 0,27$
500П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,18$	$\pm 0,15$
	от +200 до +600	$\pm 0,27$	$\pm 0,22$
	от +600 до +850	$\pm 0,33$	$\pm 0,27$
Pt1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +200	$\pm 0,13$	$\pm 0,10$
	от +200 до +600	$\pm 0,21$	$\pm 0,16$
	от +600 до +850	$\pm 0,27$	$\pm 0,20$

Продолжение таблицы Б13

1	2	3	4
50М ($\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -180 до 0	$\pm 0,13$	$\pm 0,11$
	от 0 до +200	$\pm 0,16$	$\pm 0,12$
100М ($\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -180 до 0	$\pm 0,08$	$\pm 0,06$
	от 0 до +200	$\pm 0,11$	$\pm 0,07$
50М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до 0	$\pm 0,13$	$\pm 0,11$
	от 0 до +200	$\pm 0,16$	$\pm 0,12$
100М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до 0	$\pm 0,08$	$\pm 0,06$
	от 0 до +200	$\pm 0,11$	$\pm 0,07$
Ni100 ($\alpha=0,00617\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -60 до +180	$\pm 0,06$	$\pm 0,05$
1000Н ($\alpha=0,00617\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -60 до +180	$\pm 0,06$	$\pm 0,05$
Термопары по ГОСТ Р 8.585-2001			
ТП (S)	от -50 до 0	$\pm 0,96$	$\pm 0,76$
	от 0 до +100	$\pm 0,69$	$\pm 0,56$
	от +100 до +1768	$\pm 0,64$	$\pm 0,44$
ТП (R)	от -50 до 0	$\pm 1,02$	$\pm 0,82$
	от 0 до +100	$\pm 0,71$	$\pm 0,57$
	от +100 до +1768	$\pm 0,56$	$\pm 0,38$
ТП (B)	от +200 до +300	$\pm 1,89$	$\pm 1,51$
	от +300 до +500	$\pm 1,25$	$\pm 1,00$
	от +500 до +800	$\pm 0,78$	$\pm 0,62$
	от +800 до +1820	$\pm 0,55$	$\pm 0,43$
ТП (N)	от -250 до -200	$\pm 1,50$	$\pm 1,14$
	от -200 до -100	$\pm 0,44$	$\pm 0,33$
	от -100 до +1300	$\pm 0,30$	$\pm 0,19$
ТП (K)	от -250 до -200	$\pm 0,97$	$\pm 0,72$
	от -200 до -100	$\pm 0,30$	$\pm 0,23$
	от -100 до +600	$\pm 0,18$	$\pm 0,12$
	от +600 до +1372	$\pm 0,35$	$\pm 0,22$
ТП (E)	от -250 до -200	$\pm 0,54$	$\pm 0,39$
	от -200 до -100	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$
	от -100 до +700	$\pm 0,15$	$\pm 0,09$
	от +700 до +1000	$\pm 0,20$	$\pm 0,12$
ТП (J)	от -210 до -100	$\pm 0,26$	$\pm 0,19$
	от -100 до +700	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$
	от +700 до +1200	$\pm 0,25$	$\pm 0,15$
ТП (T)	от -250 до -100	$\pm 0,74$	$\pm 0,55$
	от -100 до 0	$\pm 0,15$	$\pm 0,12$
	от 0 до +400	$\pm 0,11$	$\pm 0,08$
ТП (M(MK))	от -200 до 0	$\pm 0,27$	$\pm 0,2$
	от 0 до 100	$\pm 0,09$	$\pm 0,07$
ТП (L(XK))	от -200 до 0	$\pm 0,19$	$\pm 0,14$
	от 0 до +800	$\pm 0,16$	$\pm 0,10$

Продолжение таблицы Б13

1	2	3	4
ТП (А-1)	от 0 до +1200	$\pm 0,45$	$\pm 0,31$
	от +1200 до +2000	$\pm 0,78$	$\pm 0,51$
	от +2000 до +2500	$\pm 1,14$	$\pm 0,74$
ТП (А-2)	от 0 до +1200	$\pm 0,45$	$\pm 0,31$
	от +1200 до +1800	$\pm 0,69$	$\pm 0,46$
ТП (А-3)	от 0 до +1200	$\pm 0,45$	$\pm 0,31$
	от +1200 до +1800	$\pm 0,69$	$\pm 0,46$
Внутренняя компенсация температуры холодного спая			
Тхс	от -10 до +50	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$
Примечание			
В таблице приведены метрологические характеристики калибраторов при 4-х проводной схеме подключений ТС. При 3-х проводной схеме подключений допускаемая абсолютная погрешность ТС увеличивается на 10 мОм, а при 2-х проводной схеме подключений – на 50 мОм.			