

Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

2015 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**ИЗМЕРИТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ИЗОЛЯЦИИ**
U1451A, U1452A, U1452AT, U1453A, U1461A

Методика поверки

л.р. 60943-15

г. Москва
2015

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок измерителей сопротивления изоляции U1451A, U1452A, U1452AT, U1453A, U1461A, изготавливаемых фирмой «Keysight Technologies Microwave Products (M) Sdn.Bhd», Малайзия.

Измерители сопротивления изоляции U1451A, U1452A, U1452AT, U1453A, U1461A (далее – измерители) предназначены для

- измерения сопротивления изоляции;
- измерения сопротивления заземления;
- измерения напряжения постоянного и переменного тока;
- измерения силы постоянного и переменного тока;
- измерения электрического сопротивления;
- измерения электрической емкости;
- измерения частоты;
- измерения температуры с помощью термопар.

Межповерочный интервал – 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2. Опробование	7.3	Да	Да
3. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки выходного напряжения постоянного тока	7.4	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения сопротивления изоляции	7.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения сопротивления заземления	7.6	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока	7.7	Да	Да
7. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного и переменного тока	7.8	Да	Да
8. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления	7.9	Да	Да
9. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости	7.10	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первой поверке	периодической поверке
10. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты	7.11	Да	Да
11. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры	7.12	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2, 7.3	Визуально
7.4	Вольтметры С504 (в диапазоне до 75 В), С505 (в диапазоне до 150 В), С506 (в диапазоне до 300 В), С508 (в диапазоне до 600 В), С509 (в диапазоне до 1000 В), С510 (в диапазоне до 1500 В). Кл. т. 0,5.
7.5	Магазин сопротивлений высокомомный RCB-3. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 1 МОм до 500 ГОм. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 1\%$. Рабочее напряжение до 10 кВ.
7.6	Магазин мер сопротивлений заземления OD-2-D6b/5W. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0,1 Ом до 111,111 кОм. Класс точности 0,5.
7.7	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,006\%$. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,025\%$.
7.8	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 20 А (до 1000 А с токовой катушкой). Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,01\%$. Диапазон воспроизведения силы переменного тока от 0 до 20 А (до 1000 А с токовой катушкой). Пределы допускаемой погрешности $\pm 0,2\%$.
7.9	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0 до 400 МОм. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,02\%$.
7.10	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения электрической емкости от 500 пФ до 40 мФ. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 1,0\%$.
7.11	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения частоты от 0,5 Гц до 10 МГц. Пределы допускаемой основной

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
	погрешности $\pm 0,0025 \%$.
7.12	Калибратор универсальный Fluke 9100. Имитация термопары типа «К». Диапазон воспроизведения температуры от -250°C до $+1372^{\circ}\text{C}$. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,27^{\circ}\text{C}$. Имитация термопары типа «J». Диапазон воспроизведения температуры от -200°C до $+1200^{\circ}\text{C}$. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50°C	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	$\pm 200 \text{ Па}$	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	$\pm 1 \%$	Психрометр аспирационный М-34-М

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и аттестованные в качестве поверителей согласно ПР 50.2.012-94.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.;
- напряжение питания переменного тока $(220,0 \pm 2,2)$ В частотой $(50,0 \pm 0,5)$ Гц.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, проверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

- 7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению.

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики измерителей U1451A в режиме измерения сопротивления изоляции

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Испытательные напряжения 250 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
250 МОм	0,1 МОм	
60 ГОм	0,1 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,004 \cdot R)$
Испытательные напряжения 500 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
500 МОм	0,1 МОм	
60 ГОм	0,1 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,002 \cdot R)$
Испытательное напряжение 1000 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
600 МОм	0,1 МОм	
1 ГОм	0,001 ГОм	
60 ГОм	0,1 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,001 \cdot R)$

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики измерителей U1452A в режиме измерения сопротивления изоляции

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Испытательные напряжения 50 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,02 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
50 МОм	0,01 МОм	
60 ГОм	0,01 ГОм	
Испытательные напряжения 100 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,02 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
100 МОм	0,1 МОм	
60 ГОм	0,01 ГОм	$\pm (0,02 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,01 \cdot R)$
Испытательные напряжения 250 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
250 МОм	0,1 МОм	
100 ГОм	0,1 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,004 \cdot R)$
Испытательные напряжения 500 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
500 МОм	0,1 МОм	
100 ГОм	0,1 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,002 \cdot R)$
Испытательное напряжение 1000 В постоянного тока		

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
600 МОм	0,1 МОм	
1 ГОм	0,001 ГОм	
200 ГОм	0,1 ГОм	

Таблица 6 – Основные метрологические характеристики измерителей U1452AT в режиме измерения сопротивления изоляции

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Испытательные напряжения 50 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,02 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
50 МОм	0,01 МОм	
60 ГОм	0,01 ГОм	
Испытательные напряжения 100 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,02 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
100 МОм	0,1 МОм	
60 ГОм	0,01 ГОм	$\pm (0,02 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,01 \cdot R)$

Примечание: $R_{изм.}$ – измеренное значение сопротивления изоляции;
 R – измеренное значение сопротивления изоляции в Гигаомах;
 е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 7 – Основные метрологические характеристики измерителей U1451A, U1452A, U1452AT в режиме установки испытательного напряжения (U)

Предел измерений	Разрешение	Диапазон установки испытательного напряжения
50, 100, 250, 500, 1000 В	1 В	$(1 - 1,2) \cdot U$

Таблица 8 – Основные метрологические характеристики измерителей U1453A, U1461A в режиме измерения сопротивления изоляции

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Испытательные напряжения 50 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
50 МОм	0,01 МОм	
60 ГОм	0,01 ГОм	
Испытательные напряжения 100 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
100 МОм	0,1 МОм	
60 ГОм	0,01 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,005 \cdot R)$
Испытательные напряжения 250 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
250 МОм	0,1 МОм	
200 ГОм	0,1 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,002 \cdot R)$
Испытательные напряжения 500 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
500 МОм	0,1 МОм	
200 ГОм	0,1 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,001 \cdot R)$
Испытательное напряжение 1000 В постоянного тока		
6 МОм	0,001 МОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
60 МОм	0,01 МОм	
600 МОм	0,1 МОм	
1 ГОм	0,001 ГОм	
200 ГОм	0,1 ГОм	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.} + 0,0005 \cdot R)$

Примечание: $R_{изм.}$ – измеренное значение сопротивления изоляции;
 R – измеренное значение сопротивления изоляции в Гигаомах;
 е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 9 – Основные метрологические характеристики измерителей U1453А, U1461А в режиме установки испытательного напряжения (U)

Предел измерений	Диапазон установки испытательного напряжения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
50 В	10 – 60 В	1 В	$\pm (0,02 \cdot U)$
100 В	10 – 120 В	1 В	$\pm (0,015 \cdot U)$
250 В	10 – 300 В	1 В	$\pm (0,006 \cdot U)$
500 В	10 – 600 В	1 В	$\pm (0,003 \cdot U)$
1000 В	10 – 1100 В	1 В	$\pm (0,002 \cdot U)$

Таблица 10 – Основные метрологические характеристики измерителей U1451А, U1452А, U1452АТ в режиме измерения сопротивления заземления

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	
		U1451А	U1452А, U1452АТ
60 Ом	0,01 Ом	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 3 \text{ е.м.р.})$	$\pm (0,01 \cdot R_{изм.} + 5 \text{ е.м.р.})$
600 Ом	0,1 Ом		
6 кОм	0,001 кОм		
60 кОм	0,01 кОм		

Примечание: $R_{изм.}$ – измеренное значение сопротивления заземления;
 е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 11 – Основные метрологические характеристики измерителей U1453А, U1461А в режиме измерения сопротивления заземления

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
6 Ом	0,001 Ом	$\pm (0,005 \cdot R_{изм.} + 20 \text{ е.м.р.})$
60 Ом	0,01 Ом	$\pm (0,005 \cdot R_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
600 Ом	0,1 Ом	

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
6 кОм	0,001 кОм	
60 кОм	0,01 кОм	

Примечание: Rизм. – измеренное значение сопротивления заземления;
е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 12 – Основные метрологические характеристики измерителей U1451A, U1452A, U1452AT в режиме измерения напряжения постоянного тока

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	
		U1451A	U1452A, U1452AT
6 В	0,001 В	$\pm (0,005 \cdot U_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$	$\pm (0,002 \cdot U_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
60 В	0,01 В		
600 В	0,1 В		
1000 В	1 В		

Примечание: Uизм. – измеренное значение напряжения;
е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 13 – Основные метрологические характеристики измерителей U1453A, U1461A в режиме измерения напряжения постоянного тока

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
60 мВ ¹⁾	0,01 мВ	$\pm (0,0009 \cdot U_{изм.} + 1 \text{ е.м.р.})$
600 мВ ¹⁾	0,1 мВ	
6 В	0,001 В	
60 В	0,01 В	
600 В	0,1 В	
1000 В	1 В	

Примечание: Uизм. – измеренное значение напряжения;
е.м.р – единица младшего разряда;
1) – только для модификации U1461A.

Таблица 14 – Основные метрологические характеристики измерителей U1451A, U1452A, U1452AT в режиме измерения напряжения переменного тока (частота 45 – 400 Гц)

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
6 В	0,001 В	$\pm (0,02 \cdot U_{изм.} + 3 \text{ е.м.р.})$
60 В	0,01 В	
600 В	0,1 В	
1000 В	1 В	

Примечание: Uизм. – измеренное значение напряжения;
е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 15 – Основные метрологические характеристики измерителей U1453A, U1461A в режиме измерения напряжения переменного тока

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		
		45 – 65 Гц	65 Гц – 5 кГц	5 – 20 кГц
60 мВ ²⁾	0,01 мВ	$\pm (0,01 \cdot U_{изм.} + 3)$	$\pm (0,015 \cdot U_{изм.} + 3)$	$\pm (0,02 \cdot U_{изм.} + 4)$

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности		
600 мВ ²⁾	0,1 мВ	е.м.р.)	е.м.р.)	е.м.р.)
6 В	0,001 В			
60 В	0,01 В			
600 В	0,1 В			—
1000 В	0,1 В			—

Примечание: $U_{изм.}$ – измеренное значение напряжения;

е.м.р – единица младшего разряда;

²⁾ – только для модификации U1461A.

Таблица 16 – Основные метрологические характеристики измерителей U1461A в режиме измерения напряжения переменного тока с фильтром низких частот (ФНЧ)

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	
		45 – 65 Гц	65 Гц – 5 кГц
60 мВ	0,01 мВ	$\pm (0,01 \cdot U_{изм.} + 3 \text{ е.м.р.})^3)$ $\pm (0,06 \cdot U_{изм.} + 3 \text{ е.м.р.})^4)$	
600 мВ	0,1 мВ		
6 В	0,001 В		
60 В	0,01 В		
600 В	0,1 В		
1000 В	0,1 В		

Примечание: $U_{изм.}$ – измеренное значение напряжения;

е.м.р – единица младшего разряда;

³⁾ – для частоты до 200 Гц;

⁴⁾ – для частоты до 400 Гц.

Таблица 17 – Основные метрологические характеристики измерителей U1461A в режиме измерения силы постоянного тока

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
6 мкА	0,001 мкА	$\pm (0,008 \cdot I_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
60 мкА	0,01 мкА	$\pm (0,004 \cdot I_{изм.} + 1 \text{ е.м.р.})$
600 мкА	0,1 мкА	$\pm (0,002 \cdot I_{изм.} + 1 \text{ е.м.р.})$
6 мА	0,001 мА	
60 мА	0,01 мА	
440 мА	0,1 мА	

Примечание: $I_{изм.}$ – измеренное значение силы тока;

е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 18 – Основные метрологические характеристики измерителей U1461A в режиме измерения силы переменного тока (частота 45 – 1000 Гц)

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
6 мкА	0,001 мкА	$\pm (0,02 \cdot I_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
60 мкА	0,01 мкА	$\pm (0,015 \cdot I_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
600 мкА	0,1 мкА	$\pm (0,01 \cdot I_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
6 мА	0,001 мА	
60 мА	0,01 мА	
440 мА	0,1 мА	

Примечание: Iизм. – измеренное значение силы тока;
е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 19 – Основные метрологические характеристики измерителей U1451A, U1452A, U1452AT в режиме измерения электрического сопротивления

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	
		U1451A	U1452A, U1452AT
600 Ом	0,1 Ом	$\pm (0,015 \cdot R_{изм.} + 3 \text{ е.м.р.})$	$\pm (0,01 \cdot R_{изм.} + 3 \text{ е.м.р.})$
6 кОм	0,001 кОм		
60 кОм	0,01 кОм		
600 кОм	0,1 кОм		
6 МОм	0,001 МОм		
60 МОм	0,01 МОм		

Примечание: Rизм. – измеренное значение электрического сопротивления;
е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 20 – Основные метрологические характеристики измерителей U1453A, U1461A в режиме измерения электрического сопротивления

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
600 Ом	0,1 Ом	$\pm (0,005 \cdot R_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
6 кОм	0,001 кОм	
60 кОм	0,01 кОм	
600 кОм	0,1 кОм	
6 МОм	0,001 МОм	
60 МОм ⁵⁾	0,01 МОм	

Примечание: Rизм. – измеренное значение электрического сопротивления;
е.м.р – единица младшего разряда;
⁵⁾ – температурный коэффициент $0,1 \times \text{Погрешность измерения}/^{\circ}\text{C}$.

Таблица 21 – Основные метрологические характеристики измерителей U1451A, U1452A, U1452AT в режиме измерения электрической емкости

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
100 нФ	0,1 нФ	$\pm (0,03 \cdot C_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
1 мкФ	0,001 мкФ	
10 мкФ	0,01 мкФ	
100 мкФ	0,1 мкФ	

Примечание: Cизм. – измеренное значение электрической емкости;
е.м.р – единица младшего разряда;
⁶⁾ – при измерении емкости свыше 50 мкФ на каждый дополнительный мкФ добавляется дополнительная погрешность в размере $0,001 \cdot C_{изм.}$.

Таблица 22 – Основные метрологические характеристики измерителей U1453A, U1461A в режиме измерения электрической емкости

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
10 нФ	0,01 нФ	$\pm (0,01 \cdot C_{изм.} + 2 \text{ е.м.р.})$
100 нФ	0,1 нФ	

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1 мкФ	0,001 мкФ	
10 мкФ	0,01 мкФ	
100 мкФ	0,1 мкФ	
1 мФ	0,001 мФ	
10 мФ	0,01 мФ	

Примечание: Сизм. – измеренное значение электрической емкости;
е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 23 – Основные метрологические характеристики измерителей U1451A, U1452A, U1452AT в режиме измерения частоты

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
19,99 Гц	0,01 Гц	$\pm (0,002 \cdot \text{Физм.} + 1 \text{ е.м.р.})$
199,99 Гц	0,1 Гц	
400 Гц	1 Гц	

Примечание: Физм. – измеренное значение частоты;
е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 24 – Основные метрологические характеристики измерителей U1453A, U1461A в режиме измерения частоты

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
99,99 Гц	0,01 Гц	$\pm (0,0002 \cdot \text{Физм.} + 1 \text{ е.м.р.})$
999,9 Гц	0,1 Гц	
9,999 кГц	0,001 кГц	
99,99 Гц	0,01 кГц	
999,9 Гц	0,1 кГц	$\pm (0,002 \cdot \text{Физм.} + 1 \text{ е.м.р.})$
9,999 МГц	0,001 МГц	

Примечание: Физм. – измеренное значение частоты;
е.м.р – единица младшего разряда.

Таблица 25 – Основные метрологические характеристики измерителей U1461A в режиме измерения температуры

Тип термопары	Диапазон измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
K	От – 200 до 1372 °C	0,1 °C	$\pm (0,01 \cdot \text{Тизм.} + 1 \text{ °C})$
J	От – 200 до 1200 °C	0,1 °C	$\pm (0,01 \cdot \text{Тизм.} + 1 \text{ °C})$

Примечание: Тизм. – измеренное значение температуры;
е.м.р – единица младшего разряда.

7.2 Внешний осмотр.

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

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.

3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, ЖК-дисплея, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Опробование.

Проверить работоспособность ЖКИ и функциональных клавиш. Режимы, отображаемые на ЖКИ, при переключении режимов измерений и нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.4 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки выходного напряжения постоянного тока.

Определение погрешности проводить методом прямого измерения выходного напряжения эталонным вольтметром.

В качестве эталонного прибора использовать вольтметры С504 (в диапазоне до 75 В), С505 (в диапазоне до 150 В), С506 (в диапазоне до 300 В), С508 (в диапазоне до 600 В), С509 (в диапазоне до 1000 В), С510 (в диапазоне до 1500 В).

Определение погрешности проводить для всех значений выходных напряжений поверяемого прибора в следующей последовательности:

1. Подключить к измерительным входам прибора эталонный вольтметр.
 2. Органами управления поверяемого прибора установить начальное значение выходного напряжения.
 3. Запустить процесс измерения.
 4. Снять показания эталонного вольтметра.
 5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных рабочих напряжений прибора, подключая соответствующий киловольтметр к входу поверяемого прибора.
 6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = U_x - U_0 \quad (1)$$

где: U_x – показания поверяемого прибора, В;

U_0 – показания эталонного прибора, В;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения сопротивления изоляции.

Определение погрешности проводить методом прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизводимого эталонной мерой – магазином сопротивлений высокоомным RCB-3.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора магазин сопротивлений.
2. Перевести поверяемый прибор в режим измерения сопротивления изоляции при начальном значении выходного напряжения.
3. Провести измерения в точках, указанных в Таблице 26.
4. Провести измерения по п.п. 1 – 3 для остальных выходных напряжений прибора и остальных поверяемых точек согласно Таблицы 26.

5. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = R_X - R_0 \quad (2)$$

где: R_X – показания поверяемого прибора, Ом;

R_0 – номинальное значение сопротивления эталонного прибора, Ом;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 26

Модификация	Выходное напряжение	Значение сопротивления
U1451A	250, 500, 1000 В	1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм
U1452A	50, 100 В	1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм
	250, 500, 1000 В	1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм, 100 ГОм
U1452AT	50, 100 В	1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм
U1453A	50, 100 В	1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм
	250, 500, 1000 В	1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм, 100 ГОм
U1461A	50, 100 В	1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм
	250, 500, 1000 В	1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, 1 ГОм, 10 ГОм, 100 ГОм

7.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения сопротивления заземления.

Определение погрешности проводить методом прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизводимого эталонной мерой – магазином мер сопротивлений заземления OD-2-D6b/5W.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

- Подключить к измерительным входам прибора магазин сопротивлений.
- Перевести поверяемый прибор в режим измерения сопротивления заземления.
- Провести измерения в точках, указанных в Таблице 27.
- Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = R_X - R_0 \quad (3)$$

где: R_X – показания поверяемого прибора, Ом;

R_0 – номинальное значение сопротивления магазина сопротивлений, Ом;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 27

Модификация	Значение сопротивления
U1451A, U1452A, U1452AT	60 Ом, 600 Ом, 6 кОм, 60 кОм
U1453A, U1461A	5 Ом, 60 Ом, 600 Ом, 6 кОм, 60 кОм

7.7 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока.

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

- Подключить к измерительным входам прибора калибратор.
- Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока.

3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения напряжения постоянного тока.
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 28.
5. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока.
6. Перевести поверяемый прибор в режим измерения напряжения переменного тока.
7. Провести измерения в точках, указанных в таблице 29.
8. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = U_X - U_0 \quad (4)$$

где: U_X – показания поверяемого прибора, В;

U_0 – показания калибратора, В;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 28

Модификация	Предел измерений	Поверяемые отметки
U1451A, U1452A, U1452AT, U1453A	6 В	± 6 В
	60 В	± 60 В
	600 В	± 600 В
	1000 В	± 1000 В
U1461A	60 мВ	± 60 мВ
	600 мВ	± 600 мВ
	6 В	± 6 В
	60 В	± 60 В
	600 В	± 600 В
	1000 В	± 1000 В

Таблица 29

Модификация	Предел измерений	Поверяемые отметки	Частота
U1451A, U1452A, U1452AT	6 В	6 В	45 Гц, 400 Гц
	60 В	60 В	45 Гц, 400 Гц
	600 В	600 В	45 Гц, 400 Гц
	1000 В	1000 В	45 Гц, 400 Гц
U1453A	6 В	6 В	65 Гц, 5 кГц, 20 кГц
	60 В	60 В	65 Гц, 5 кГц, 20 кГц
	600 В	600 В	65 Гц, 999 Гц
	1000 В	1000 В	65 Гц, 999 Гц
U1461A	60 мВ	60 мВ	65 Гц, 5 кГц, 20 кГц
	600 мВ	600 мВ	65 Гц, 5 кГц, 20 кГц
	6 В	6 В	65 Гц, 5 кГц, 20 кГц
	60 В	60 В	65 Гц, 5 кГц, 20 кГц
	600 В	600 В	65 Гц, 999 Гц
	1000 В	1000 В	65 Гц, 999 Гц
U1461A (в режиме ФНЧ)	6 В	6 В	439 Гц
	60 В	60 В	439 Гц
	600 В	600 В	439 Гц

Модификация	Предел измерений	Поверяемые отметки	Частота
	1000 В	1000 В	439 Гц

7.8 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного и переменного тока.

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором силы тока, воспроизводимой эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

- Подключить к измерительным входам прибора калибратор.
- Перевести калибратор в режим воспроизведения силы постоянного тока.
- Перевести поверяемый прибор в режим измерения силы постоянного тока.
- Провести измерения в точках, указанных в таблице 30.
- Перевести калибратор в режим воспроизведения силы переменного тока.
- Перевести поверяемый прибор в режим измерения силы переменного тока.
- Провести измерения в точках, указанных в таблице 31.
- Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = I_X - I_0 \quad (5)$$

где: I_X – показания поверяемого прибора, А;

I_0 – показания калибратора, А;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 30

Модификация	Предел измерений	Поверяемые отметки
U1461A	6 мкА	± 6 мкА
	60 мкА	± 60 мкА
	600 мкА	± 600 мкА
	6 мА	± 6 мА
	60 мА	± 60 мА
	440 мА	± 220 мА

Таблица 31

Модификация	Предел измерений	Поверяемые отметки	Частота
U1461A	60 мкА	60 мкА	45 Гц, 1 кГц
	600 мкА	600 мкА	45 Гц, 1 кГц
	6 мА	6 мА	45 Гц, 1 кГц
	60 мА	60 мА	45 Гц, 1 кГц
	440 мА	220 мА	45 Гц, 1 кГц

7.9 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления.

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

- Подключить к измерительным входам прибора калибратор.

2. Перевести калибратор в режим воспроизведения сопротивления постоянному току.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения сопротивления постоянному току.
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 32.
5. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = R_X - R_0 \quad (6)$$

где: R_X – показания поверяемого прибора, Ом;

R_0 – показания калибратора, Ом;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 32

Модификация	Предел измерений	Поверяемые отметки
U1451A, U1452A, U1452AT, U1453A, U1461A	600 Ом	600 Ом
	6 кОм	6 кОм
	60 кОм	60 кОм
	600 кОм	600 кОм
	6 МОм	6 МОм
	60 МОм	60 МОм

7.10 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости.

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором электрической емкости, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения электрической емкости.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения электрической емкости.
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 33.
5. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = C_X - C_0 \quad (7)$$

где: C_X – показания поверяемого прибора, Ф;

C_0 – показания калибратора, Ф;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 33

Модификация	Предел измерений	Поверяемые отметки
U1451A, U1452A, U1452AT	100 нФ	100 нФ
	1 мкФ	1 мкФ
	10 мкФ	10 мкФ
	100 мкФ	100 мкФ
U1453A, U1461A	10 нФ	10 нФ
	100 нФ	100 нФ

Модификация	Предел измерений	Поверяемые отметки
	1 мкФ	1 мкФ
	10 мкФ	10 мкФ
	100 мкФ	100 мкФ
	1 мФ	1 мФ
	10 мФ	10 мФ

7.11 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты.

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором частоты напряжения, воспроизведенного эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора калибратор универсальный.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения частоты напряжения переменного тока.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения напряжения переменного тока.
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 34.
5. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = F_X - F_0 \quad (8)$$

где: F_X – показания поверяемого прибора, Гц;

F_0 – показания калибратора, Гц;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 34

Модификация	Поверяемые отметки	Напряжение
U1451A, U1452A, U1452AT	199,9 Гц	1 В
U1453A, U1461A	99,99 Гц	1 В

7.12 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры.

Определение погрешности производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения термопары, воспроизведенного (имитируемого) эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения температуры с помощью термопар.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения температуры.
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 35.
5. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности, определенные по формуле:

$$\Delta = T_X - T_0 \quad (9)$$

где: T_X – показания поверяемого прибора, °C;

T_0 – показания калибратора, °C;

не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 35

Тип термопары	Значение напряжения калибратора, мВ	Воспроизводимое значение температуры, °C
«K»	-5,891	-200
	0,000	0
	16,397	400
	29,129	700
	41,276	1000
	54,8864	1372
«J»	-7,890	-200
	0,000	0
	10,779	200
	33,102	600
	51,877	900
	69,553	1200

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки на корпус прибора наносится поверительная наклейка, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке или сертификат калибровки.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



А.Ю. Терещенко