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

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»

_____В.Н. Яншин

М.П. «20» 08 2012 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ОСЦИЛЛОГРАФЫ-МУЛЬТИМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ U1610A, U1620A

Методика поверки

г. Москва
2012

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок осциллографов-мультиметров цифровых U1610A, U1620A, изготавливаемых фирмами «Agilent Technologies», Малайзия и «Agilent-Qianfeng Electronic Technologies (Chengdu) Co., Ltd.», Китай.

Осциллографы-мультиметры цифровые U1610A, U1620A (далее – осциллографы) предназначены для:

– исследования формы и измерения амплитудных и временных параметров электрических сигналов;

– измерения напряжения постоянного и переменного тока;

– измерения электрического сопротивления;

– измерения электрической емкости;

– определения целостности цепи и проверки диодов.

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. Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.4	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	7.5	Да	Да
5. Определение времени нарастания переходной характеристики	7.6	Да	Да
6. Определение ширины полосы пропускания	7.7	Да	Да
7. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки частоты опорного генератора	7.8	Да	Да
8. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока	7.9	Да	Да
9. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления	7.10	Да	Да
10. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости	7.11	Да	Да

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

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 – 7.4	Визуально
7.5 – 7.8	Калибратор осциллографов Fluke 9500B (±(0,025 % + 25 мкВ); 3×10^{-6}).
7.9 – 7.11	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности ± 0,004 %. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности ± 0,025 %. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0 до 400 МОм. Пределы допускаемой основной погрешности ± 0,02 %. Диапазон воспроизведения электрической емкости от 500 пФ до 40 мФ. Пределы допускаемой основной погрешности ± 1,0 %.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °С	± 1 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	± 200 Па	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	± 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 (20 ± 5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

- напряжение питания переменного тока (220,0 ± 2,2) В;
- частота (50,0 ± 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 действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Метрологические характеристики приборов, подлежащие определению приведены в таблицах 4 – 8.

Таблица 4 – Метрологические и технические характеристики (режим осциллографа)

Параметры	Значение	
	U1610A	U1620A
Число входных каналов	2	
Полоса пропускания по уровню – 3 дБ	100 МГц	200 МГц
Входной импеданс	1 МОм ± 1 %/22 пФ ± 3 пФ	
Диапазон установки коэффициентов отклонения ($К_{откл}$)	от 2 мВ/дел до 50 В/дел	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	± 0,04×8 [дел]×$К_{откл}$ [В/дел]	
Время нарастания переходной характеристики	3,5 нс	1,75 нс
Диапазон установки коэффициентов развертки ($К_Р$)	от 5 нс/дел до 50 с/дел	от 2 нс/дел до 50 с/дел
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки частоты опорного генератора	± 25×10^{-6}	

Таблица 5 – Метрологические характеристики в режиме измерения напряжения постоянного тока (режим мультиметра)

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1000 мВ	0,1 мВ	± (0,0009Uизм. + 5 е.м.р.)
10 В	0,001 В	± (0,0009Uизм. + 2 е.м.р.)
100 В	0,01 В	
1000 В	0,1 В	± (0,0015Uизм. + 5 е.м.р.)

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

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

Таблица 6 – Метрологические характеристики в режиме измерения напряжения переменного тока (режим мультиметра)

Предел измерений	Разрешение	Частота	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1000 мВ	0,1 мВ	От 40 до 500 Гц	± (0,01Uизм. + 5 е.м.р.)
		От 500 до 1 кГц	± (0,02Uизм. + 5 е.м.р.)
10 В; 100 В	0,001 В; 0,01 В	От 40 до 500 Гц	± (0,01Uизм. + 5 е.м.р.)
		От 500 до 1 кГц	
		От 1 до 2 кГц	± (0,02Uизм. + 5 е.м.р.)
1000 В	0,1 В	От 40 до 500 Гц	± (0,01Uизм. + 5 е.м.р.)
		От 500 до 1 кГц	

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

Таблица 7 – Метрологические характеристики в режиме измерения электрического сопротивления (режим мультиметра)

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1000 Ом	0,1 Ом	± (0,003Rизм. + 3 е.м.р.)
10 кОм	0,001 кОм	
100 кОм	0,01 кОм	
1000 кОм	0,1 кОм	
10 МОм	0,001 МОм	± (0,008Rизм. + 3 е.м.р.)
100 МОм	0,01 МОм	± (0,015Rизм. + 3 е.м.р.)

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

Таблица 8 – Метрологические характеристики в режиме измерения электрической емкости (режим мультиметра)

Предел измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
1000 нФ	0,1 нФ	± (0,012Сизм. + 4 е.м.р.)
10 мкФ	0,001 мкФ	
100 мкФ	0,01 мкФ	
1000 мкФ	0,1 мкФ	± (0,02Сизм. + 4 е.м.р.)
10 мФ	0,001 мФ	

Примечание: Сизм. – измеренное значение электрической емкости;
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

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

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

Опробование проводят по истечении времени самопрогрева.

Проверяется работоспособность ЖК-дисплея, диапазон перемещения линии развертки по вертикали, работа органов управления каналов вертикального и горизонтального отклонения, схемы синхронизации.

Проверка проводится путем подачи поочередно на каждый канал поверяемого осциллографа с калибратора Fluke 9500B симметричного меандра частотой 1 кГц и размахом 1 В. Коэффициент отклонения поверяемого осциллографа установить равным 200 мВ/дел, коэффициент развертки 1 мс/дел. При этом на экране осциллографа должен наблюдаться сигнал с размером изображения по вертикали равным пяти большим делениям шкалы и размером изображения по горизонтали в виде десяти периодов сигнала.

При изменении значения коэффициентов отклонения должно наблюдаться изменение высоты изображения импульсов. При изменении значения коэффициентов развертки должно наблюдаться изменение ширины изображения импульсов.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если все вышеперечисленные операции прошли успешно. Осциллографы не прошедшие опробование бракуют и направляют в ремонт.

7.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Нажать следующую последовательноть клавиш [User]->[System Information].
2. В открывшемся окне зафиксировать номер версии встроенного ПО. Он должен быть не ниже указанного в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

Тип прибора	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
U1610A, U1620A	Встроенное	U1610A/U1620A Handheld Digital Oscilloscopes Firmware	Не ниже 0.129.0

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

7.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока проводить методом прямого измерения поверяемым прибором амплитуды сигнала, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором осциллографов Fluke 9500B в следующей последовательности:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 1.

Рис. 1

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

2. Установить коэффициент отклонения поверяемого осциллографа 50 В/дел, коэффициент развертки 1 мс/дел.
3. Перевести калибратор Fluke 9500B в режим воспроизведения напряжения постоянного тока положительной полярности. На выходе калибратора установить напряжение постоянного тока величиной 50 В, размах сигнала – 3 деления.
4. Подать напряжение с калибратора на вход канала 1 осциллографа.
5. Произвести измерения входного напряжения постоянного тока в автоматическом режиме измерения осциллографа.
6. Провести измерения по п. 1 – 5 при остальных положениях переключателя «В/дел» поверяемого осциллографа при размерах изображения по вертикали, равных 3 делениям шкалы.
7. Провести измерения по п.п. 1 – 6 для отрицательной полярности напряжения калибратора
8. Провести измерения по п.п. 1 – 7 для остальных каналов осциллографа.
9. Подключить ко входу осциллографа пробник. Выполнить его компенсацию.
10. Провести измерения по п.п. 1 – 9 в положениях пробника 1× и 10× для коэффициента отклонения осциллографа 1 В/дел.
11. Определить абсолютную погрешность измерения напряжения постоянного тока по формуле:

$$\Delta = U_X - U_0; \qquad (1)$$

где U_X – значение амплитуды, измеренное поверяемым осциллографом, В;

U_0 – значение амплитуды, установленное на калибраторе, В.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

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

7.6 Определение ширины полосы пропускания осциллографа проводить методом прямого измерения поверяемым прибором частоты испытательного сигнала, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором осциллографов Fluke 9500B в следующей последовательности:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 1.
2. Установить коэффициент отклонения поверяемого осциллографа 20 мВ/дел, коэффициент развертки 100 мкс/дел.
3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B синусоидальный сигнал частотой 1 МГц и амплитудой 120 мВ, размах сигнала – 6 делений.
4. Подать сигнал с калибратора на вход канала 1 осциллографа.
5. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B сигнал частотой 100 МГц при поверке осциллографов U1610A и 200 МГц при поверке осциллографов U1620A.
6. Установить на поверяемом осциллографе величину коэффициента развертки 10 нс/дел.
7. Измерить по экрану осциллографа величину размаха сигнала генератора на указанных в п. 5 частотах.
8. Провести измерения по п.п. 1 – 7 для остальных каналов осциллографа.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если размах сигнала на указанных частотах не менее 84 мВ.

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

7.8 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки частоты опорного генератора поверяемого осциллографа проводить методом прямых измерений частоты нулевых биений сигналов АЦП, вызванных разностью частоты опорного генератора поверяемого осциллографа и опорной частоты, подаваемой на вход осциллографа.

Определение погрешности проводить с помощью калибратора Fluke 9500B в

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

следующей последовательности:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 1.
2. Установить на поверяемом осциллографе величину коэффициента отклонения 20 мВ/дел, величину коэффициента развертки 200 нс/дел.
3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B синусоидальный сигнал частотой 10 МГц и амплитудой 120 мВ, размах сигнала – 6 делений.
4. Перевести поверяемый осциллограф в режим измерений и наблюдать в строке «Частота» окна параметров измерений измеренное значение частоты входного сигнала.
5. Установить на поверяемом осциллографе величину коэффициента развертки 10 мс/дел и наблюдать в строке «Частота» окна параметров измерений измеренное значение частоты нулевых биений.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если частота нулевых биений сигналов АЦП не превышает 250 Гц.

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

7.9 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока производить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры напряжения постоянного и переменного тока использовать калибратор универсальный Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам поверяемого прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения напряжения постоянного тока.
4. Провести измерения в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений (1 В, 10 В, 100 В и 1000 В).
5. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока.
6. Перевести поверяемый прибор в режим измерения напряжения переменного тока.
7. Провести измерения в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений (1 В, 10 В, 100 В и 1000 В).
8. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

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

$$\Delta = U_X - U_0 \qquad (2)$$

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.

7.10 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления производить методом прямого измерения поверяемым прибором сопротивления, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры электрического сопротивления использовать калибратор универсальный Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к измерительным входам поверяемого прибора калибратор.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения электрического сопротивления.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения электрического сопротивления.
4. Провести измерения в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений (1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 100 МОм).

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ

5. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

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

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

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.

7.11 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения электрической емкости производить методом прямого измерения поверяемым прибором электрической емкости, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором.

В качестве эталонной меры электрической емкости использовать калибратор универсальный 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, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от диапазона измерений (1 мкФ, 10 мкФ, 100 мкФ, 1 мФ, 10 мФ)
5. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

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

$$\Delta = C_X - C_0 \qquad (4)$$

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.

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.

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

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ГРУППА КОМПАНИЙ