

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по производственной
метрологии



Н.В. Иванникова

М.П. «27» 05 2020 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ
EDUX1052A, EDUX1052G, DSOX1202A,
DSOX1202G**

Методика поверки

МП 206.1-049-2020

**г. Москва
2020**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок осциллографов цифровых EDUX1052A, EDUX1052G, DSOX1202A, DSOX1202G, изготавливаемых компанией «Keysight Technologies (Chengdu) Co., Ltd. & Keysight Technologies (China) Co., Ltd.», Китай.

Осциллографы цифровые EDUX1052A, EDUX1052G, DSOX1202A, DSOX1202G (далее по тексту – осциллографы, приборы) предназначены для исследования формы и измерений амплитудных и временных параметров электрических сигналов.

Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 1 год.

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 ширины полосы пропускания	7.4	Да	Да
4. Определение абсолютной погрешности коэффициента отклонения	7.5	Да	Да
5. Определение относительной погрешности коэффициента развертки	7.6	Да	Да
6. Определение минимального уровня входного сигнала внутренней и внешней синхронизации	7.7	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 – 7.7	Калибратор осциллографов 9500В (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 30374-13). Стандарт частоты рубидиевый FS 725 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 31222-06)

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура окружающего воздуха	от 0 до 55 °С	±0,3 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Относительная влажность воздуха	от 10 до 100 %	±(2–6) %	Психрометр аспирационный М-34-М
Атмосферное давление	от 80 до 106 кПа	±0,2 кПа	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Напряжение питающей сети переменного тока	от 5 до 462 В	±0,1 %	Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрический LPW-305-1
Частота питающей сети	от 42,5 до 57,5 Гц	±0,01 Гц	

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемое средство измерений и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

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 от +18 до +28 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.

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

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
Канал вертикального отклонения		
Число входных аналоговых каналов	2	
Полоса пропускания по уровню минус 3 дБ, МГц, не менее	EDUX1052A, EDUX1052G	50
	DSOX1202A, DSOX1202G	70 (100 или 200) ¹⁾
Диапазон установки коэффициента отклонения (K_O), В/дел	от $0,5 \cdot 10^{-3}$ до 10	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента отклонения, В	$\pm(0,04 \cdot 8 [\text{дел}] \cdot K_O [\text{В/дел}])$ – при $K_O < 10$ мВ/дел; $\pm(0,03 \cdot 8 [\text{дел}] \cdot K_O [\text{В/дел}])$ – при $K_O \geq 10$ мВ/дел	
Канал горизонтального отклонения		
Диапазон установки коэффициента развертки (K_P), с/дел	от $5 \cdot 10^{-9}$ до 50	
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента развертки, %	$\pm 0,0055$	
Синхронизация		
Диапазон уровня входного сигнала внутренней синхронизации, делений	± 6	
Минимальный уровень входного сигнала внутренней синхронизации	0,6 деления или 2,5 мВ в диапазоне частот входного сигнала от 0 до 10 МГц; 0,9 деления или 3,8 мВ в диапазоне частот входного сигнала св. 10 до 50 (70) МГц; 1,2 деления или 5 мВ в диапазоне частот входного сигнала св. 70 до 200 МГц	
Диапазон уровня входного сигнала внешней синхронизации, В	± 8 или $\pm 1,6$ ²⁾	
Минимальный уровень входного сигнала внешней синхронизации	EDUX1052A, EDUX1052G	250 мВ в диапазоне частот входного сигнала от 0 до 10 МГц; 500 мВ в диапазоне частот входного сигнала св. 10 до 50 МГц
	DSOX1202A, DSOX1202G	100 (20) ³⁾ мВ в диапазоне частот входного сигнала от 0 до 10 МГц; 500 (100) ³⁾ мВ в диапазоне частот входного сигнала св. 10 до 200 МГц
Примечания ¹⁾ – с опциями D1202BW1A (100 МГц), D1202BW2A или D1202BW3A (200 МГц); ²⁾ – переключаемый диапазон для модификаций DSOX1202A, DSOX1202G; ³⁾ – в диапазоне уровня входного сигнала внешней синхронизации $\pm 1,6$ В		

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, 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

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

Опробование проводить в следующем порядке:

1. Проведение Самодиагностики. Нажать кнопку Utility -> Сервис -> Запуск диагностики. Прибор признается годным, если на экране появляется сообщение «Диагностика прошла успешно».
2. Проведение Диагностики передней панели. Нажать кнопку Utility -> Сервис -> Запуск Диагностики Передней панели. Прибор признается годным, если все кнопки и цвета соответствуют РЭ и на экране появляется сообщение «Диагностика прошла успешно».
3. Проведение Самокалибровки. Необходимо предварительно отключить защиту калибровочных коэффициентов в меню Параметры. Далее нажать кнопку Utility -> Сервис -> Калибровка. Прибор признается годным, если на экране появляется сообщение «Калибровка прошла успешно».

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

Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия программного обеспечения проводить в следующем порядке:

1. Нажать кнопку «Utility» на панели управления.
2. Выбрать последовательно пункты меню «Сервис» и «Об осциллографе».
3. В открывшемся окне зафиксировать номер версии встроенного ПО. Он должен быть не ниже указанного в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Installing InfiniiVision 1200-X Series Oscilloscope Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже 02.10
Цифровой идентификатор ПО	–

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

7.4 Определение ширины полосы пропускания

Определение ширины полосы пропускания проводить методом прямых измерений поверяемым осциллографом частоты испытательного сигнала, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором осциллографов Fluke 9500B.

Определение ширины полосы пропускания проводить в следующей последовательности:

1. Подключить выход калибратора к входу канала 1 осциллографа через проходную нагрузку 50 Ом.
2. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - нажать клавишу [Default Setup];
 - установить для канала 1 связь по постоянному току (DC). Остальные каналы – не активны;
 - нажать клавишу [Acquire];
 - нажать клавишу AsqMode и выбрать пункт Averaging;
 - нажать клавишу #Avgs и установить значение «8».
3. Установить коэффициент отклонения осциллографа 200 мВ/дел, коэффициент развертки 500 нс/дел.
4. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В синусоидальный сигнал частотой 1 МГц и размахом 1,2 В, размах сигнала – 6 делений.
5. Подать сигнал с калибратора на вход канала 1 осциллографа. Измерить размах сигнала осциллографом.
6. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В сигнал с частотой, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа.
7. Установить на осциллографе величину коэффициента развертки:
 - для модификаций EDUX1052A, EDUX1052G (50 МГц) – 5 нс/дел;
 - для модификаций DSOX1202A, DSOX1202G (70 МГц) – 5 нс/дел;
 - для модификаций DSOX1202A, DSOX1202G (100 МГц) – 5 нс/дел;
 - для модификаций DSOX1202A, DSOX1202G (200 МГц) – 2 нс/дел.
8. Измерить осциллографом размаха сигнала калибратора на указанной в п. 6 частоте.
9. Провести измерения по п.п. 1 – 8 для остальных каналов осциллографа.



Результаты поверки считаются удовлетворительными, если размах сигнала на верхней граничной частоте полосы пропускания не менее 0,848 В.

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

7.5 Определение абсолютной погрешности коэффициента отклонения

Определение абсолютной погрешности коэффициента отклонения проводить методом прямых измерений поверяемым прибором напряжения постоянного тока, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором осциллографов Fluke 9500В.

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Подключить выход калибратора к входу канала 1 осциллографа.
2. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - провести сбор настроек, нажав [Save/Recall]>Default/Erase>Factory Default;
 - установить коэффициент развертки 200 мкс/дел;
 - установить коэффициент отклонения 10 В/дел;
 - установить положение линии развертки по вертикали на уровне 0,5 деления от нижней части экрана;
 - нажать клавишу [Acquire];
 - нажать клавишу AsqMode и выбрать пункт Averaging;
 - нажать клавишу #Avgs и установить значение «64»;
 - нажать клавишу [Meas];
 - нажать клавишу Source, и вращая поворотную ручку  выбрать канал 1;
 - нажать клавишу Type и вращая поворотную ручку  выбрать Average – Full Screen, затем нажать Add Measurement.

При этом на экране будет индицироваться текущее значение напряжения.

3. Перевести калибратор Fluke 9500В в режим воспроизведения напряжения постоянного тока положительной полярности.

4. Подавая напряжение с калибратора на вход канала 1 осциллографа и устанавливая соответствующие значения коэффициента отклонения осциллографа согласно таблицы 6 провести измерения.
5. Провести измерения по п.п. 1 – 4 для остальных каналов осциллографа. При этом неиспользуемые каналы должны быть отключены.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для напряжения постоянного тока отрицательной полярности.
7. Определить абсолютную погрешность коэффициента отклонения по формуле:

$$\Delta U = U_X - U_0; \quad (1)$$

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

U_0 – значение напряжения, установленное на калибраторе, В.

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

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

Таблица 6

Коэффициент отклонения	Выходное напряжение калибратора	Допуск	
		Минимальное значение	Максимальное значение
10 В/дел	70 В	67,6 В	72,4 В
5 В/дел	35 В	33,8 В	36,2 В
2 В/дел	14 В	13,52 В	14,48 В
1 В/дел	7 В	6,76 В	7,24 В
500 мВ/дел	3,5 В	3,38 В	3,62 В
200 мВ/дел	1,4 В	1,352 В	1,448 В
100 мВ/дел	700 мВ	676 мВ	724 мВ
50 мВ/дел	350 мВ	338 мВ	362 мВ
20 мВ/дел	140 мВ	135,2 мВ	144,8 мВ
10 мВ/дел	70 мВ	67,6 мВ	72,4 мВ
5 мВ/дел	35 мВ	33,4 мВ	36,6 мВ
2 мВ/дел	14 мВ	13,36 мВ	14,64 мВ
1 мВ/дел	7 мВ	6,68 мВ	7,32 мВ
500 мкВ/дел ¹⁾	3,5 мВ	3,18 мВ	3,82 мВ
Примечание – ¹⁾ - для этого положения полная шкала принимается 8 мВ			

Примечание: при малых коэффициентах отклонения 500 мкВ/дел – 5 мВ/дел на результат измерений может оказывать большое влияние шум. В этом случае необходимо использовать блокирующий конденсатор, который шунтирует шум. Например, типа Keysight 11742A. Схема подключения конденсатора приведена на рисунке 1.



Рисунок 1

7.6 Определение относительной погрешности коэффициента развертки

Определение относительной погрешности коэффициента развертки проводить методом стробоскопического преобразования частоты с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500В в следующей последовательности:

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Подключить выход калибратора к входу канала 1 осциллографа.
2. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - установить для канала 1 связь по постоянному току (DC). Остальные каналы – не активны;
 - установить минимальную длину памяти («сузить» память);
 - синхронизация: тип – фронт, режим – авто;
 - коэффициент отклонения 20 мВ/дел;
 - коэффициент развертки 200 нс/дел.
3. Подключить ко входу внешней опорной частоты калибратора Fluke 9500В стандарт частоты рубидиевый FS 725. Выполнить синхронизацию калибратора с внешним стандартом частоты.
4. Подать на вход осциллографа синусоидальный сигнал с калибратора частотой $f_{\text{тест}}=10$ МГц и размахом 1 В.
5. Перевести проверяемый осциллограф в режим измерений и наблюдать в строке «Частота» окна параметров измерений измеренное значение частоты входного сигнала.
6. Установить на осциллографе коэффициент развертки в пределах (1-20) мс/дел, в зависимости от удобства наблюдения стробоскопического эффекта и наблюдать в строке «Частота» окна параметров измерений измеренное значение частоты биений $F_{\text{строб}}$, которое равно модулю разности частот двух сигналов – внутреннего опорного генератора осциллографа и входного сигнала. Если стробоскопического эффекта не происходит, плавно подстроить частоту с выхода калибратора до появления низкочастотного сигнала биений.
7. Определить относительную погрешность коэффициента развертки по формуле:

$$\delta = \frac{F_{\text{строб}}}{f_{\text{тест}}} * 100\% \quad (2)$$

где $F_{\text{строб}}$ – частота биений в стробоскопическом эффекте, Гц;

$f_{\text{тест}}$ – частота с выхода калибратора Fluke 9500В, Гц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность коэффициента развертки не превышает $\pm 0,0055$ %.

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

7.7 Определение минимального уровня входного сигнала внутренней и внешней синхронизации

Определение минимального уровня входного сигнала внутренней и внешней синхронизации (чувствительности схемы синхронизации) проводить методом прямых измерений амплитуды сигнала, подаваемого на вход (вход для внешней синхронизации) осциллографа от эталонной меры – калибратора осциллографов Fluke 9500В.

Определение минимального уровня входного сигнала внутренней синхронизации проводить в следующей последовательности:

а) В диапазоне частот от 0 до 10 МГц

1. Подключить выход калибратора к входу канала 1 осциллографа через проходную нагрузку 50 Ом.
2. Выполнить следующие установки осциллографа:

- нажать клавишу [Default Setup];
 - нажать клавишу [Mode/Coupling], затем нажать Mode и выбрать Normal.
3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B сигнал с частотой 10 МГц и размахом 20 мВ.
 4. Нажать на осциллографе клавишу [AutoScale].
 5. Установить коэффициент отклонения осциллографа 10 мВ/дел, коэффициент развертки 10 нс/дел.
 6. Подать сигнал с выхода калибратора на вход канала 1 осциллографа.
 7. Уменьшить выходной сигнал калибратора до уровня 0,6 дел (2,5 мВ). Сигнал должен наблюдаться стабильно и четко.
 8. Провести измерения по п.п. 1 – 7 для остальных каналов осциллографа. При этом неиспользуемые каналы должны быть отключены.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения минимального уровня сигнала внутренней синхронизации соответствуют требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

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

б) В диапазоне частот св. 10 до 200 МГц

1. Подключить выход калибратора к входу канала 1 осциллографа через проходную нагрузку 50 Ом.
2. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - нажать клавишу [Default Setup];
 - нажать клавишу [Mode/Coupling], затем нажать Mode и выбрать Normal.
3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B сигнал с частотой, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа и размахом 20 мВ.
4. Нажать на осциллографе клавишу [AutoScale].
5. Установить коэффициент отклонения осциллографа 10 мВ/дел, коэффициент развертки 10 нс/дел.
6. Подать сигнал с выхода калибратора на вход канала 1 осциллографа.
7. Уменьшить выходной сигнал калибратора до уровня 0,9 дел (3,8 мВ) или 1,2 дел (5 мВ). Сигнал должен наблюдаться стабильно и четко.
8. Провести измерения по п.п. 1 – 7 для остальных каналов осциллографа. При этом неиспользуемые каналы должны быть отключены.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения минимального уровня сигнала внутренней синхронизации соответствуют требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

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

Определение минимального уровня входного сигнала внешней синхронизации проводить с помощью калибратора Fluke 9500B в следующей последовательности:

а) В диапазоне частот от 0 до 10 МГц

1. Соединить выход калибратора с входом внешней синхронизации осциллографа «EXT TRIG IN».
2. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - нажать клавишу [Default Setup];
 - нажать клавишу [Mode/Coupling], затем нажать Mode и выбрать Normal.
3. Нажать клавишу [Trigger], затем нажать Source и выбрать источник синхронизации External.

4. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В сигнал с частотой 10 МГц и размахом 100 мВ.
5. Подать сигнал с выхода калибратора на вход внешней синхронизации «EXT TRIG IN» поверяемого осциллографа.
6. Наблюдать в верхней части экрана отсутствие свечения индикатора синхронизации (Trig'd indicator). Если индикатор светится – синхронизация отсутствует.

б) В диапазоне частот св. 10 до 200 МГц

1. Соединить выход калибратора с входом внешней синхронизации осциллографа «EXT TRIG IN».
2. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - нажать клавишу [Default Setup];
 - нажать клавишу [Mode/Coupling], затем нажать Mode и выбрать Normal.
3. Нажать клавишу [Trigger], затем нажать Source и выбрать источник синхронизации External.
4. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В сигнал с частотой 70 (100 или 200) МГц и размахом 500 мВ.
5. Подать сигнал с выхода калибратора на вход внешней синхронизации «EXT TRIG IN» поверяемого осциллографа.
6. Наблюдать в верхней части экрана отсутствие свечения индикатора синхронизации (Trig'd indicator). Если индикатор светится – синхронизация отсутствует.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения минимального уровня сигнала внешней синхронизации соответствуют требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

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

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Оформление результатов поверки производится в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, знак предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

С.Ю. Рогожин

А.Ю. Терещенко