

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

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ
DLM2000**

Методика поверки

ГР 62549-15

**г. Москва
2015**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок осциллографов цифровых DLM2000.

Осциллографы цифровые DLM2000 (далее – осциллографы) предназначены для исследования формы и измерения амплитудных и временных параметров электрических сигналов.

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	7.1	Да	Да
2. Опробование	7.2	Да	Да
3. Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	7.4	Да	Да
5. Определение ширины полосы пропускания	7.5	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой относительной погрешности временной развертки	7.6	Да	Да
7. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов	7.7	Да	Нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.1 – 7.3	Визуально
7.4 – 7.6	Калибратор осциллографов Fluke 9500B. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (0,00025 \cdot U_{вых} + 25 \text{ мкВ})$. Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты генератора $2,5 \cdot 10^{-7}$ (с опцией 100). Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения времени нарастания/среза с формирователем 9530: $+ 50 \dots - 150 \text{ пс}$ в режиме «500 пс», $\pm 25 \text{ пс}$ в режиме «150 пс».

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 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °C	± 1 °C	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 (23 ± 5) °C;
- относительная влажность от 45 до 65 %;
- 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; частота ($50,0 \pm 0,5$) 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 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 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.

7.2 Опробование

При опробовании 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 осциллографа с калибратора Fluke 9500В симметричного меандра размахом 1 В и частотой 1 кГц. 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. При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Нажать кнопку «UTILITY» на передней панели осциллографа.
2. В открывшемся меню выбрать пункт «Overview».
3. В открывшемся окне выбрать вкладку «System Overview».
4. В открывшемся окне в строке «Software Firm Version» зафиксировать номер версии встроенного ПО. Он должен быть не ниже указанного в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже 2.38

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

7.4 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

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

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 1. Использовать 1 канал осциллографа. Не используемые каналы должны быть отключены.
2. Подготовить поверяемый прибор к работе в соответствии с требованиями РЭ.

3. Установить на осциллографе вход DC 50 Ом, [ACQUIRE]: Mode: Average, Avg Count: 16, коэффициент развертки 1 мс/дел, напряжение смещения 0 В, коэффициент отклонения $K_0=500$ мВ/дел (для входа 1 МОм – 10 В/дел).
4. Перевести калибратор Fluke 9500B в режим воспроизведения напряжения постоянного тока положительной полярности.
5. Установить выходное значение напряжения калибратора U_0 равным $4 \times K_0$.

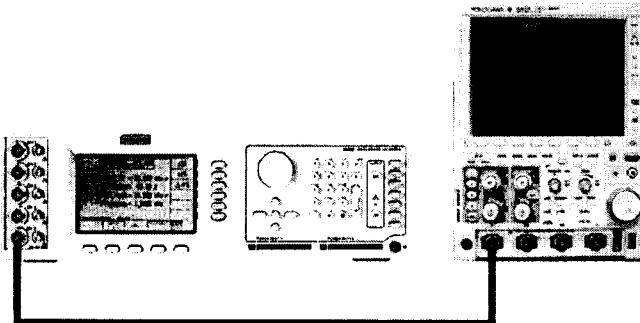


Рис. 1

6. Включить выход калибратора и подать напряжение на вход канала 1 осциллографа.
7. Провести измерения входного напряжения постоянного тока U_X в автоматическом режиме измерения осциллографа.
8. Определить абсолютную погрешность по формуле:

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

9. Провести измерения по п.п. 4 – 8 для остальных значений коэффициента отклонения осциллографа.
10. Провести измерения по п.п. 3 – 9 для отрицательной полярности напряжения калибратора.
11. Провести измерения по п.п. 3 – 10 для остальных каналов осциллографа. Не используемые каналы должны быть отключены.
12. Провести измерения по п.п. 3 – 11 для всех каналов осциллографа при входе DC 1 МОм.

Таблица 5

Характеристика		Значение	
Диапазон установки коэффициентов отклонения K_0	вход 1 МОм	от 2 мВ/дел до 10 В/дел	
	вход 50 Ом	от 2 мВ/дел до 500 мВ/дел	
Пределы абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, В	$\pm (0,015 \cdot 8 \text{ [дел]} \cdot K_0 \text{ [В/дел]} + \Delta U_{cm})$		
Диапазон установки напряжения смещения U_{cm} , В, для коэффициентов отклонения	2 мВ/дел – 50 мВ/дел	± 1	
	100 мВ/дел – 500 мВ/дел	вход 1 МОм	± 10
		вход 50 Ом	± 5
	1 В/дел – 10 В/дел	вход 1 МОм	± 100
Пределы абсолютной погрешности измерения напряжения смещения ΔU_{cm} , В, для коэффициентов отклонения	2 мВ/дел – 50 мВ/дел	$\pm (0,01 \cdot U_{cm} + 0,0002)$	
	100 мВ/дел – 500 мВ/дел	$\pm (0,01 \cdot U_{cm} + 0,002)$	
	1 В/дел – 10 В/дел	$\pm (0,01 \cdot U_{cm} + 0,02)$	

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует указанной в таблице 5.

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

7.5 Определение ширины полосы пропускания

Определение ширины полосы пропускания проводить методом прямого измерения осциллографом размаха испытательного сигнала, воспроизведенного эталонной мерой – калибратором осциллографов Fluke 9500B в следующей последовательности:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 1. Использовать 1 канал осциллографа. Не используемые каналы должны быть отключены.
2. Установить на осциллографе [ACQUIRE]: Sampling Mode: Repetitive; [DISPLAY]: Accum Time: Infinite; [TRIGGER]: Edge, Noise Rejection: small; [MEASURE]: Item Setup: CH1 to CH4 Sdev; Statistics: ON Continuous; вход DC 50 Ом, коэффициент отклонения осциллографа 20 мВ/дел; коэффициент развертки 20 мкс/дел.
3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B синусоидальный сигнал частотой 50 кГц и размахом 120 мВ по показаниям осциллографа.
4. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B сигнал с частотой, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа.
5. Установить на осциллографе величину коэффициента развертки 5 (или 2, или 1, в зависимости от полосы пропускания) нс/дел.
6. Измерить в автоматическом режиме работы осциллографа величину размаха сигнала генератора на указанной в п. 4 частоте.
7. Провести измерения по п.п. 1 – 6 для остальных каналов осциллографа. Не используемые каналы должны быть отключены.
8. Провести измерения по п.п. 1 – 7 для коэффициента отклонения осциллографа 5 мВ/дел и входного сигнала калибратора Fluke 9500B размахом 30 мВ.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если

для размаха сигнала 120 мВ на частоте 50 кГц размах сигнала на верхней граничной частоте полосы пропускания составляет не менее 84,84 мВ;

для размаха сигнала 30 мВ на частоте 50 кГц размах сигнала на верхней граничной частоте полосы пропускания составляет не менее 21,21 мВ.

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

7.6 Определение пределов допускаемой относительной погрешности временной развертки

Определение погрешности проводить с помощью калибратора Fluke 9500B в следующей последовательности:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 1. Использовать 1 канал осциллографа. Не используемые каналы должны быть отключены.
2. Установить на осциллографе вход DC 50 Ом, коэффициент отклонения 200 мВ/дел; коэффициент развертки 100 нс/дел, [ACQUIRE]: Record Length: 1,25 kPoints (или минимальная длина записи); Sampling Mode: Real Time.
3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B синусоидальный сигнал частотой 10 МГц и размахом 1 В.
4. Наблюдать на экране осциллографа 10 периодов входного сигнала и в строке «Частота» окна параметров измерений измеренное значение частоты входного сигнала.
5. Установить на осциллографе величину коэффициента развертки 10 мс/дел и наблюдать в строке «Частота» окна параметров измерений измеренное значение частоты нулевых биений.
6. Провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных каналов осциллографа. Не используемые каналы должны быть отключены.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если частота нулевых биений сигналов АЦП не превышает 200 Гц, что соответствует относительной погрешности 0,002 %. При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.7 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов

Определение погрешности проводить при помощи калибратора осциллографов Fluke 9500B.

Калибратор осциллографов перевести в режим воспроизведения высокочастотного синусоидального сигнала. Осциллограф установить в режим заводских установок по умолчанию, выполнить автокалибровку. На выходе калибратора установить сигнал размахом 300 мВ с максимальной для поверяемого прибора частотой $F_{УСТ}$ по Таблице 6, выход генератора соединить с входом канала 1 осциллографа. Отключить неиспользуемые каналы, выключить послесвечение, включить режим повторяющейся выборки (Repetitive), затем установить усреднение (Average) по 1024 разверткам, коэффициент отклонения канала 1 - 50 мВ/дел, коэффициент развёртки (K_p) - 2 нс/дел (5 нс/дел для DLM2022, DLM2024), включить растяжку (Zoom1). Установить масштаб растяжки так, чтобы растянутое изображение одного периода сигнала составляло 0,90 – 0,95 горизонтальной растянутой шкалы. Дождаться окончания усреднения. Включить автоматические измерения периода и усреднённого периода сигнала, включить статистику. Перемещая положение окна масштабируемого сигнала установить два положительных перепада напряжения в окне масштабирования. Включить вертикальные курсоры, измерить временной интервал $T_{ИЗМ}$ между пересечениями положительных перепадов импульсов и нулевой горизонтальной линии шкалы экрана. Определить погрешность курсорного измерения временного интервала $T_{УСТ} = 1/F_{УСТ}$ по формуле:

$$\Delta T_K = T_{ИЗМ} - T_{УСТ} \quad (2)$$

Дождаться 1000 измерения по показаниям в строке статистики. Определить максимальные и минимальные значения измеренного периода T_{max} , T_{min} и усреднённого периода \overline{T}_{max} , \overline{T}_{min} . Определить погрешность автоматических измерений временного интервала по формуле

$$\Delta T_A = \frac{\overline{T}_{max} + \overline{T}_{min}}{2} - T_{УСТ} \quad (3)$$

Повторить измерения для остальных значений временных интервалов $T_{УСТ}$ из таблицы 6, устанавливая количество усреднений в соответствии со столбцом 3 таблицы 6.

Таблица 6

$F_{УСТ}$, Гц	K_p , с/дел	Average	$T_{УСТ}$, с	ΔT , с
1	2	3	4	5
$5 \cdot 10^8$ (только для DLM2052, DLM2054)	$2 \cdot 10^{-9}$	1024	$2 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-11}$
$3 \cdot 10^8$ (только для DLM2032, DLM2034)			$3,3 \cdot 10^{-9}$	
$2 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^{-9}$	256	$5 \cdot 10^{-9}$	$5,81 \cdot 10^{-11}$
10^8	10^{-8}	256	10^{-8}	$5,82 \cdot 10^{-11}$
$2 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^{-8}$	32	$5 \cdot 10^{-8}$	$5,9 \cdot 10^{-11}$
500	$2 \cdot 10^{-3}$	1	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-7}$
1	1	1	1	10^{-4}
$2 \cdot 10^{-3}$	500	1	500	$3 \cdot 10^{-2}$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения погрешности измерения временных интервалов ΔT не превышают значений, указанных в 5-ом столбце таблицы 6.

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