

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель
генерального директора -
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



_____ А.Н. Щипунов

03 _____ 2016 г.
М.п.

Осциллографы цифровые запоминающие
серии LabMaster 10Zi-A-R
Методика поверки

651-15-36 МП

и.р. 64558-16

р.п. Менделеево
2016 г.

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика распространяется на осциллографы цифровые запоминающие серии LabMaster 10Zi-A-R (далее - осциллографы) компании «Teledyne LeCroy, Inc.» (США), и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал 1 год.

1.3 Периодическая поверка осциллографов в случае их использования для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа допускается на основании письменного заявления владельца осциллографов, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке осциллографов.

2 Операции поверки

2.1 При поверке осциллографов выполнить работы в объеме, указанном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения	8.3	да	да
4 Определение входного импеданса	8.4	да	нет
5 Определение тока утечки	8.5	да	нет
6 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	8.6	да	да
7 Определение неравномерности полосы пропускания	8.7	да	да
8 Определение погрешности измерения периода (частоты)	8.8	да	да
9 Определение времени нарастания переходной характеристики	8.9	да	да

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

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

№ пунктов методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.4, 8.5	Мультиметр Agilent 3458A: диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm (8 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot E)$ в диапазоне от 0,1 до 1 В, $\pm (0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,05 \cdot 10^{-6} \cdot E)$ в диапазоне от 1 до 10 В, где D – показания мультиметра, E – верхний предел диапазона измерений; Калибратор осциллографов Fluke 9500 с опцией 100: погрешность установки постоянного напряжения $\pm 0,025 \%$, погрешность установки частоты $\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$.
8.6, 8.8	Калибратор осциллографов Fluke 9500: погрешность установки постоянного напряжения $\pm 0,025 \%$, погрешность установки частоты $\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$.
8.7	Генератор сигналов E8257D (опция 567): диапазон частот от 250 кГц до 67 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$; максимальный уровень выходной мощности не менее 10 дБ/мВт, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности не более $\pm 1,2$ дБ; ваттметр N1914A с измерительными преобразователями N8485A, N8487A, N8488A частота преобразования до 67 ГГц; диапазон измерений уровня мощности от минус 35 до 23 дБ/мВт.
8.9	Генератор испытательных импульсов Picosecond 4005: длительность фронта импульса не более 6 пс.

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

3.3 Применяемые средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

3.3 Во время проведения поверки необходимо соблюдать антистатические меры предосторожности и постоянно носить антистатический браслет

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки осциллографов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с действующими нормативными документами.

5.2 К работе с осциллографами допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземлённую оснастку.

Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 23 ± 5*; |
| - относительная влажность воздуха, % | от 5 до 70; |
| - атмосферное давление, мм рт. ст. | от 626 до 795; |
| - напряжение питания, В | от 100 до 250; |
| - частота, Гц | от 50 до 60. |

*температура выбирается в соответствии с руководствами по эксплуатации средств поверки. Все средства измерений, использующиеся при поверке осциллографов, должны работать в нормальных условиях эксплуатации.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в документации изготовителя на поверяемый осциллограф по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, четкость фиксации их положения;
- чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются все перечисленные требования. В противном случае осциллограф бракуется.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить осциллограф к работе в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя. Проверить отсутствие сообщений о неисправности в процессе загрузки осциллографа.

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются процедуры, приведённые в пп. 8.2.1.

8.3 Идентификация программного обеспечения

Проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения (ПО) осциллографа проводить в следующей последовательности:

- проверить наименование ПО;
- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО;
- определить цифровой идентификатор ПО (контрольную сумму исполняемого кода).

Для расчета цифрового идентификатора применяется программа (утилита)

«MD5_FileChecker». Указанная программа находится в свободном доступе сети Internet (сайт www.winmd5.com).

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Наименование ПО	XStream DSO
Идентификационное наименование ПО	XStream DSO
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 7.9.0.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	md5

8.4 Определение входного импеданса

8.4.1 Установить следующие параметры осциллографа (рисунок 1):

Panel Setups : Recall FROM DEFAULT SETUP
 Channels Trace ON Channel 1, Channel 2, Channel 3 & Channel 4
 Input Coupling : GND on all 4 Channels
 Input gain : 20 mV/div on all 4 Channels
 Time base : 50 nsec/div
 Trigger Mode : Auto
 Trigger Input : External
 Trigger Coupling : GND
 Aux input attn : XI

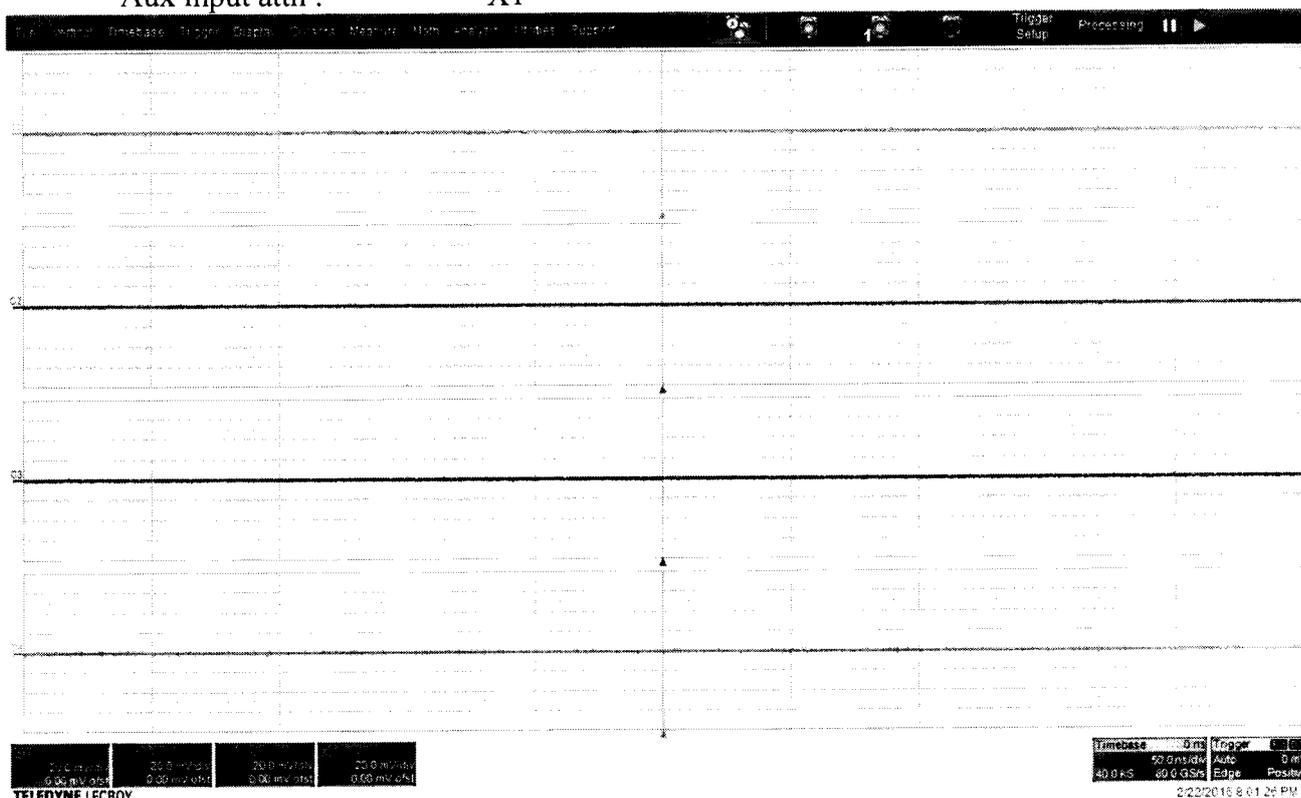


Рисунок 1.

8.4.2 Установить цифровой мультиметр в режим измерения сопротивления по 4-х проводной схеме.

8.4.3 Соединить мультиметр с каналом 1 осциллографа.

8.4.4 Измерить значение входного импеданса Z_1 , изменить полярность измерительных проводов и заново измерить входной импеданс Z_2 .

8.4.5 Вычислить среднее значение $Z = (Z_1 + Z_2)/2$ и записать полученное значение в таблицу 4.

8.4.6 Повторить измерения для всех каналов входа и входа AUX.

8.4.7 Установить значение коэффициента отклонения равным 20 мВ/дел, значение входного импеданса равным 50 Ом для всех 4-х каналов.

8.4.8 Повторить измерения для всех каналов и записать полученные значения в таблицу 4.

8.4.9 Установить значение коэффициента отклонения равным 200 мВ/дел для всех 4-х каналов.

8.4.10 Повторить измерения для всех каналов и записать полученные значения в таблицу 4.

Таблица 4.

Вход	Значение коэффициента отклонения	Измеренное значение импеданса канала 1, Ом	Измеренное значение импеданса канала 2, Ом	Измеренное значение импеданса канала 3, Ом	Измеренное значение импеданса канала 4, Ом	Минимально допустимое значение	Максимально допустимое значение
GND	20 мВ/дел					49 Ом	54 Ом
DC 50	10 мВ/дел					0,99 МОм	1,02 МОм
DC 50	200 мВ/дел					49,5 Ом	51,5 Ом
DC 50	20 мВ/дел					49,0 Ом	51,0 Ом

8.4.11 Результаты поверки считать положительными, если значения входного импеданса соответствуют указанным в таблице 4. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

8.5 Определение тока утечки

8.5.1 Установить следующие параметры осциллографа:

Panel Setups : Recall FROM DEFAULT SETUP
 Channels Trace ON Channel 1, Channel 2, Channel 3 & Channel 4
 Input Coupling : GND on all 4 Channels
 Input gain : 20 mV/div on all 4 Channels
 Trigger mode : Auto
 Time base : 50 nsec/div
 Trigger Input : External
 Trigger Coupling : GND
 Aux input attn : X1

8.5.2 Установить цифровой мультиметр в режим измерения напряжения

8.5.3 Соединить мультиметр с каналом 1 осциллографа.

8.5.4 Измерить значение напряжения и записать полученное значение в таблицу 5.

8.5.5 Повторить измерения для всех каналов и входа Aux и записать полученные значения в таблицу 5.

Таблица 5.

Вход	Значение коэффициента отклонения	Измеренное значение тока утечки канала 1	Измеренное значение тока утечки канала 2	Измеренное значение тока утечки канала 3	Измеренное значение тока утечки канала 4	Измеренное значение тока утечки Аух	Минимально допустимое значение тока утечки, мВ	Максимально допустимое значение тока утечки, мВ
GND	20 мВ/дел						- 2	+ 2
DC 50 Ом	20 мВ/дел						- 2	+ 2
DC 50 Ом	200 мВ/дел						- 2	+ 2

8.5.6 Установить значение коэффициента отклонения равным 20 мВ/дел и значение Coupling равным 50 Ом для всех 4-х каналов, установить значение импеданса входа Аух равным 50 Ом x1.

8.5.7 Измерить значение напряжения для всех каналов и входа Аух и записать полученные значения в таблицу 5.

8.5.8 Установить значение коэффициента отклонения равным 200 мВ/дел для всех 4-х каналов, установить значение импеданса входа Аух равным 50 Ом /10.

8.5.9 Измерить значение напряжения для всех каналов и входа Аух и записать полученные значения в таблицу 5.

8.5.10 Результаты поверки считать положительными, если значения токов утечки соответствуют указанным в таблице 5. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

8.6 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

8.6.1 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока при положительной полярности сигнала постоянного тока, значении входного импеданса 50 Ом

8.6.1.1 Установить следующие параметры осциллографа:

Panel Setups : Recall FROM DEFAULT SETUP
 Channels Trace ON Channel 1, Channel 2, Channel 3 & Channel 4
 Input Coupling : DC 50 Ом для 4-х каналов
 Input offset : 0,0 мV для 4-х каналов
 Input gain : от 10 мV/div до 500 мV/div для 4-х каналов
 Bandwidth : Full
 C1 Averaging : 1 sweeps
 C2 Averaging : 1 sweeps
 C3 Averaging : 1 sweeps
 C4 Averaging : 1 sweeps
 Trigger setup : Edge
 Trigger on : Line
 Mode : Auto
 Time base : 1 msec/div
 Sampling mode : Real Time
 Установить параметры:
 P1 : Measure mean of C1
 P2 : Measure mean of C2
 P3 : Measure mean of C3
 P4 : Measure mean of C4

Примечание: При использовании в качестве источника питания приборов, не имеющих достаточного разрешения или имеющих высокий уровень собственного шума на нижних

диапазонах необходимо применять 20 дБ аттенюаторы (рисунки 2 и 3). При использовании в качестве источника питания прецизионного калибратора постоянного тока (Fluke 9500) нет необходимости применения аттенюаторов 20 дБ (рисунок 4).

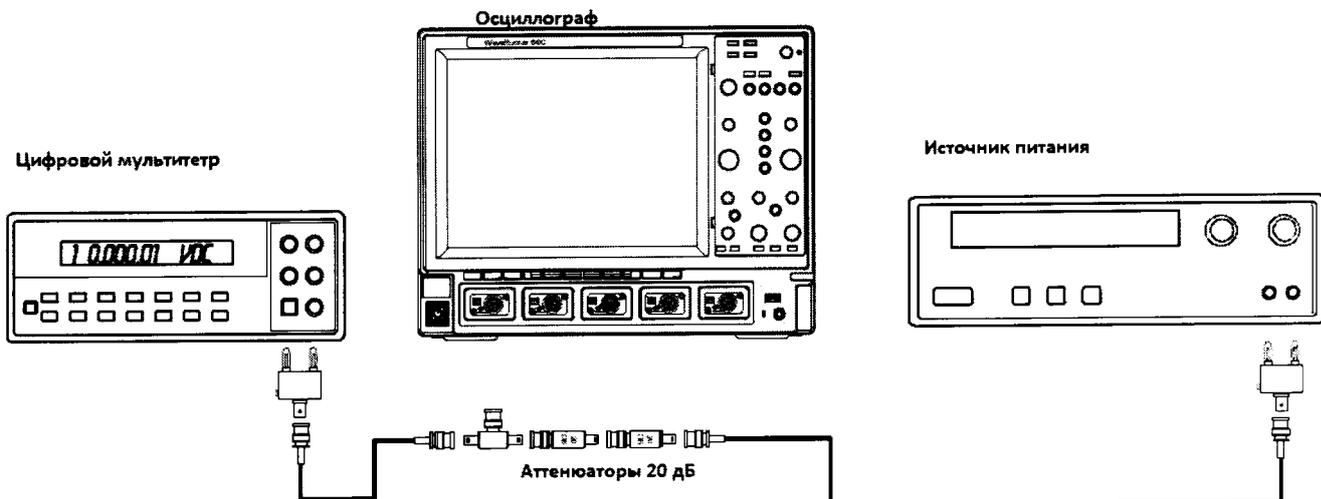


Рисунок 2. Схема измерений при значении коэффициента отклонения 10 мВ/дел– 20 мВ/дел.

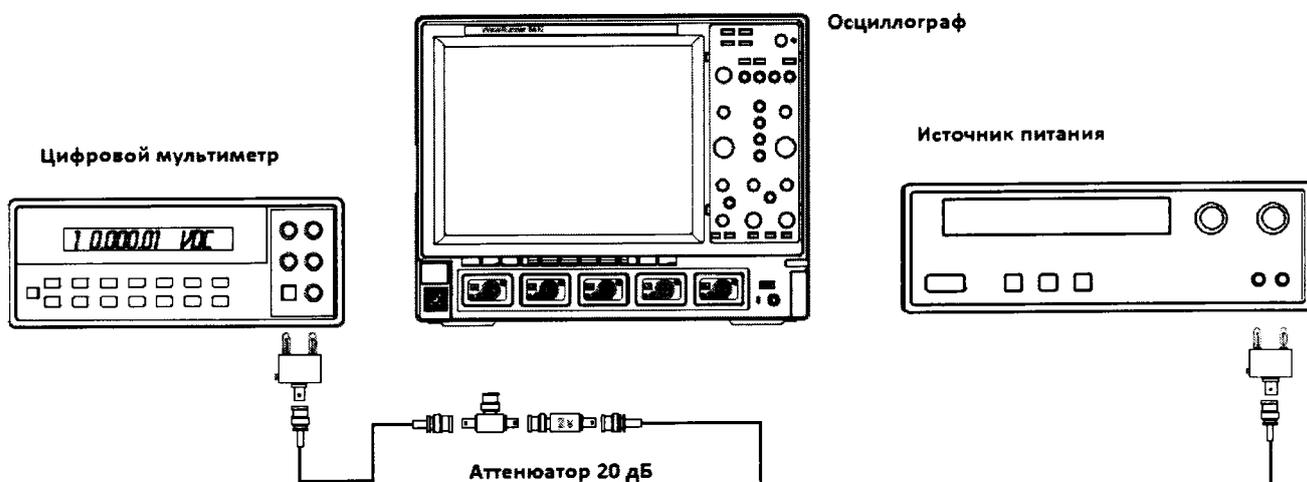


Рисунок 3. Схема измерений при значении коэффициента отклонения 50 мВ/дел – 200 мВ/дел.

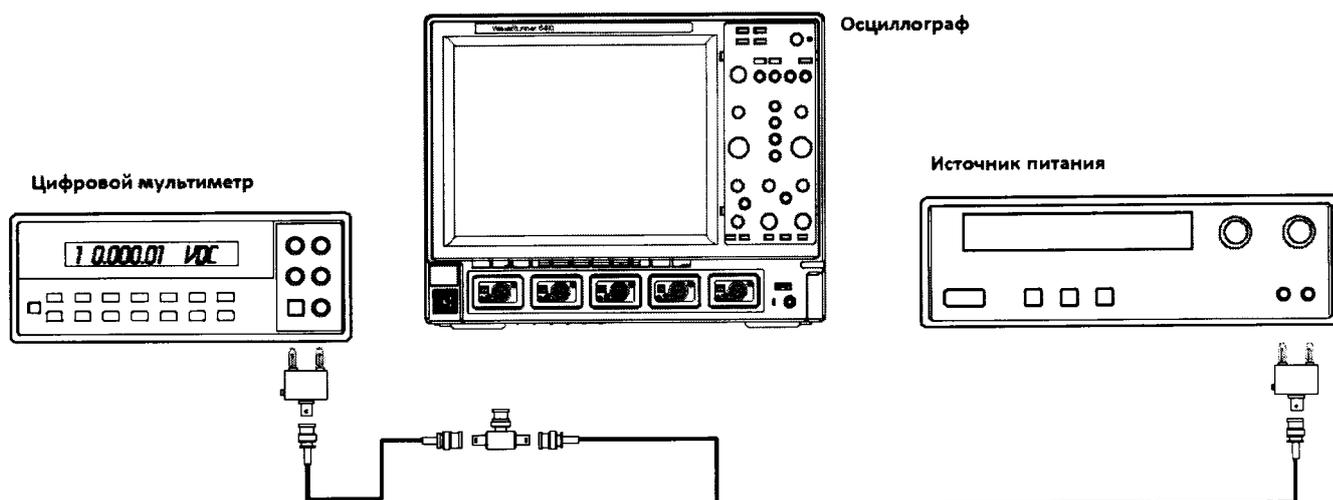


Рисунок 4. Схема измерений при значении коэффициента отклонения 500 мВ/дел.

8.6.1.2 Для каждого значения коэффициента отклонения из таблицы 6 установить соответствующее значение выходного напряжения источника питания.

8.6.1.3 Соединить вход цифрового мультиметра с выходом источника питания и измерить значение напряжения U_{M+} .

8.6.1.4 Записать измеренное значение U_{M+} в соответствующую графу таблицы 6.

Таблица 6.

Установленный коэффициент отклонения	Значение аттенюатора осциллографа	Напряжение на выходе источника питания, В	Показания мультиметра U_{M+}	Показания мультиметра U_{M-}	ΔU_+	Показания осциллографа $U_{осц+}$	Показания осциллографа $U_{осц-}$	ΔU_-	Допустимое значение, мВ
10 мВ/ дел	100	± 3							$\pm 3,2$
20 мВ/ дел	100	± 6							$\pm 4,4$
50 мВ/ дел	10	$\pm 1,5$							± 8
100 мВ/ дел	10	± 3							± 14
200 мВ/ дел	10	± 6							± 26
500 мВ/ дел	1	$\pm 1,5$							± 62
1 В/ дел	1	± 3							± 122

8.6.1.5 Нажать клавишу Clear Sweeps

8.6.1.6 Нажать клавишу STOP после 100 измерений. Считать среднее измеренное значение $U_{осц+}$ (отображается как P()...:mean(C...)) с экрана осциллографа и записать полученное значение в соответствующую графу таблицы 6.

8.6.1.7 Повторить измерения для всех каналов осциллографа, устанавливая триггер в положение Auto.

8.6.1.8 Повторить измерения для каждого значения напряжения источника питания из таблицы 6.

8.6.1.9 Вычислить значение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока ΔU_+ как разницу между показаниями мультиметра U_{M+} и показаниями $U_{осц+}$.

8.6.1.10 Повторить измерения для всех каналов осциллографа.

8.6.2 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока при отрицательной полярности сигнала постоянного тока, значении входного импеданса 50 Ом.

8.6.2.1 Установить параметры осциллографа в соответствии с п.8.6.1.1:

8.6.2.2 Для получения отрицательной полярности развернуть вилку кабеля на выходе источника питания.

8.6.2.3 Установить значение выходного напряжения источника питания + 3 В.

8.6.2.4 Соединить вход цифрового мультиметра с выходом источника питания и измерить значение напряжения U_{M-} .

8.6.2.5 Записать измеренное значение U_{M-} в соответствующую графу таблицы 6.

8.6.2.6 Нажать клавишу Clear Sweeps

8.6.2.7 Нажать клавишу STOP после 100 измерений. Считать среднее измеренное значение $U_{осц-}$ (отображается как P()...:mean(C...)) с экрана осциллографа и записать полученное значение в соответствующую графу таблицы 6.

8.6.2.8 Вычислить значение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока ΔU_- как разницу между показаниями мультиметра U_{M-} и показаниями $U_{осц-}$.

8.6.2.9 Повторить измерения для всех каналов осциллографа, устанавливая триггер в положение Auto.

8.6.2.10 Повторить измерения для каждого значения напряжения источника питания из таблицы 6.

8.6.2.11 Повторить измерения для всех каналов осциллографа.

8.6.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки коэффициента отклонения соответствуют указанным в таблице 6. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

8.7 Определение неравномерности полосы пропускания

8.7.1 Установить следующие параметры осциллографа:

Panel Setups :	Recall FROM DEFAULT SETUP
Channels Trace ON	Channel 1
Input Coupling :	DC 50 Ом
Input gain :	500 mV/div
Bandwidth :	Full
Input offset :	0 mV
Trigger setup :	Edge, trigger AC coupling
Trigger on :	C1
Slope line :	Pos
Mode :	Auto
Time base :	100 nsec/div. *Частота дискретизации - 80 ГГц
Sampling mode :	Real Time
Record up to :	500 k

Изменяемые параметры

P1 : Sdev of C1

P2 : Freq of C1

Turn on statistics

8.7.2 Соединить оборудование в соответствии с рисунком 5.



Рисунок 5.

8.7.3 Установить значение частоты выходного сигнала генератора равной 15 МГц.

8.7.4 Установить значение амплитуды выходного сигнала генератора равное приблизительно 22,5 мВ. Значение контролировать с помощью измерителя мощности.

8.7.5 Записать измеренное значение амплитуды в 3-ю колонку таблицы 7 для значения частоты 15 МГц.

8.7.6 Повторить измерения, устанавливая значение частоты выходного сигнала генератора в соответствии с таблицей 7.

8.7.7 Отсоединить выход генератора от измерительного преобразователя и тем же кабелем присоединить ко входу канала 1 осциллографа.

8.7.8 Установить значение частоты выходного сигнала генератора равной 15 МГц

8.7.9 Подать с генератора сигнал с амплитудой, равной амплитуде, записанной в колонку 4 таблицы 12, затем нажать клавишу clear sweeps.

7. 8.7.10 Измерить осциллографом значение Sdev1 (рисунок 5) и записать его в таблицу

Таблица 7.

Частота, ГГц	Измеренное значение амплитуды генератора, мВ/дБм	Измеренное значение Sdev, мВ	Полученное значение неравномерности АЧХ, дБ	Допустимое значение неравномерности АЧХ, дБ
0,015				± 3
20				± 3
25				± 3
30				± 3
36				± 3
50				± 3
20				± 3
59				± 3
65				± 3

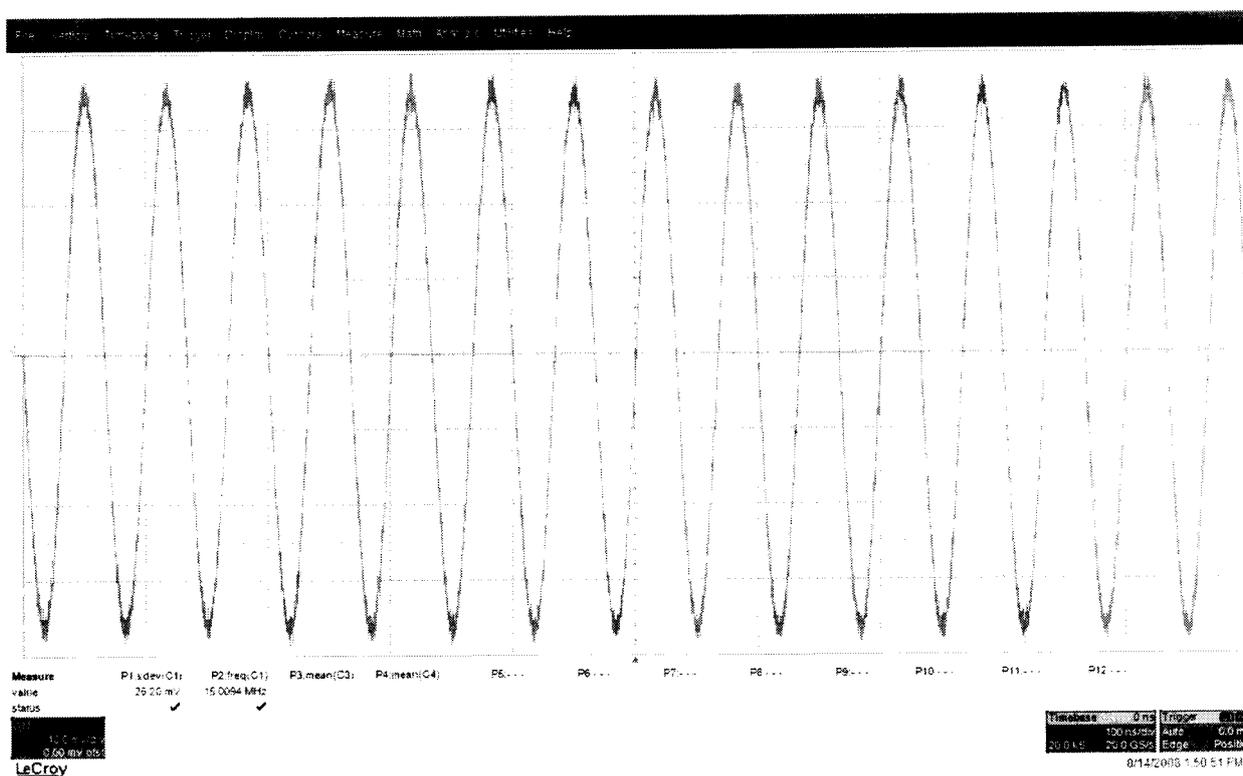


Рисунок 5.

8.7.11 Повторить измерения Sdev(n) для всех значений частоты и всех каналов осциллографа из таблицы 7.

8.7.12 Рассчитать значение неравномерности полосы пропускания ΔA по формуле:

$$8.7.13 \Delta A = 20 \cdot \lg \cdot \left[\frac{StdDev(n)}{StdDev(1)} \right]$$

8.7.14

8.7.15 Повторить измерения и вычисления для всех каналов осциллографа.

8.7.16 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение неравномерности полосы пропускания ΔA не превысит ± 3 дБ.

8.8 Определение погрешности измерения периода (частоты)

8.8.1 Установить на калибраторе режим генератора синусоидального напряжения (частота 10,0 МГц и уровень сигнала 600 мВ).

8.8.2 Подключить выход формирователя 9530 на вход 50 Ом канала 1 поверяемого осциллографа.

8.8.3 Установить органы управления осциллографа в следующие положения:

Канал 1	включён, Связь DC, вх. сопротивление 50 Ом
Синхронизация	Тип/Фронтом, Источник/Канал 1, Режим/Авто
Развертка	Реальное время
Дисплей	Тип/Вектор, Накопление /Выкл
Режим измерения	Частота
Коэффициент развёртки	500 мс/дел
Коэффициент отклонения	100 мВ/дел
Длина внутренней памяти	500 точек

8.8.4 Подать напряжение с выхода калибратора на вход поверяемого осциллографа.

8.8.5 Считать значение частоты нулевых биений входного сигнала по показаниям измерения частоты.

8.8.6 Результаты поверки считать удовлетворительными, если частота нулевых биений не более 10 Гц.

8.9 Определение времени нарастания переходной характеристики (ПХ)

8.9.1 Определение времени нарастания переходной характеристики проводить с использованием формирователя Picosecond 4005.

8.9.2 Измерения провести на всех каналах поверяемого осциллографа.

8.9.3 Выход формирователя подключить на вход первого канала поверяемого осциллографа. Установить на калибраторе режим формирования сигнала с малым временем нарастания 25 пс для формирователя 9550 и уровнем сигнала 0,5 В.

8.9.4 Сигнал с выхода калибратора подать на вход поверяемого осциллографа. Провести измерение времени нарастания ПХ.

8.9.5 Органы управления осциллографа устанавливать в следующие положения:

Канал 1	включён
Связь	DC
входное сопротивление	50 Ом
ограничение полосы пропускания	выключено
Синхронизация	Тип/Фронтом
Источник	Канал 1
Режим	Авто
Развертка	эквивалентная; минимальное значение коэффициента развёртки
Дисплей	Тип/Вектор
Накопление	Выкл
Режим измерения	Rise (10%-90%)
статистика измерений	включена
Коэффициент отклонения	100 мВ/дел

8.9.6 Нажать на передней панели осциллографа кнопку «Очистка экрана» и произвести считывание среднего значения результата измерения времени нарастания при числе статистики измерений не менее 50.

8.9.7 Вычислить действительное значение времени нарастания осциллографа по формуле:

$$t_H = \sqrt{t_{\text{изм}}^2 - t_C^2}$$

где $t_{\text{изм}}$ – время нарастания, измеренное согласно п. 8.9.6,

t_c – время нарастания испытательного импульса с калибратора

8.9.8 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если действительное значение времени нарастания ПХ не превышает значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Модификация осциллографов	Время нарастания ПХ (τ_H) ($K_0 \geq 10$ мВ/дел), нс
LabMaster 10-20Zi-A-R	19,3
LabMaster 10-25Zi-A-R	15,4
LabMaster 10-30Zi-A-R	12,8
LabMaster 10-36Zi-A-R	10,7
LabMaster 10-50Zi-A-R	8,0
LabMaster 10-59Zi-A-R	6,9
LabMaster 10-65Zi-A-R	6,5

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки на осциллограф выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый осциллограф к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин бракования.

Начальник отделения
ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский