

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по управлению
качеством



С.В. Гусенков

М. 2017 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ОСЦИЛЛОГРАФЫ МОДУЛЬНЫЕ
СЕРИИ М9240А**

Методика поверки

МП 206.1-233-2017

**г. Москва
2017**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок осциллографов модульных серии M9240A, изготавливаемых компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», Малайзия.

Осциллографы модульные серии M9240A (далее – осциллографы) предназначены для исследования формы и измерений амплитудных и временных параметров электрических сигналов.

Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 2 года.

Допускается проведение первичной поверки средств измерений при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию на основании выборки по ГОСТ Р ИСО 2859-10-2008.

Периодическая поверка средств измерений в случае их использования для измерений 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 их владельца, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке средства измерений.

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 коэффициента отклонения на постоянном токе	7.4	Да	Да
4. Определение ширины полосы пропускания	7.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	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	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,006\%$.
7.5 – 7.7	Калибратор осциллографов Fluke 9500В. Диапазон частот от 0 до 3200 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 25 \cdot 10^{-6}$. Стандарт частоты рубидиевый FS 725. Выходные частоты 5 и 10 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности частоты $\pm 5 \cdot 10^{-10}$.

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 ГЛ-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 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 (23 ± 5) °С;
- 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;
- 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 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
Число входных аналоговых каналов	2	
Полоса пропускания по уровню минус 3 дБ, МГц, не менее	M9241A	200
	M9242A	500
	M9243A	1000
Канал вертикального отклонения		
Диапазон установки коэффициента отклонения (K_0), В/дел	M9241A, M9242A	от 0,001 до 5
	M9243A	от 0,001 до 5 (по входу 1 МОм) от 0,001 до 1 (по входу 50 Ом)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента отклонения на постоянном токе, В	$\pm(0,02 \cdot 8 \cdot K_0)$	
Максимальное входное напряжение, В	135 (среднеквадратическое значение)	
Канал горизонтального отклонения		
Диапазон установки коэффициента развертки (K_p), с/дел	M9241A	от $2 \cdot 10^{-9}$ до 50
	M9242A	от $1 \cdot 10^{-9}$ до 50
	M9243A	от $0,5 \cdot 10^{-9}$ до 50
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	$\pm 2,3 \cdot 10^{-6}$	
Синхронизация		
Диапазон уровня входного сигнала внутренней синхронизации, дел	± 6	
Минимальный уровень входного сигнала внутренней синхронизации	0,6 деления шкалы при K_0 от 10 мВ/дел до 5 В/дел, 1 деление шкалы при K_0 от 1 мВ/дел до 5 мВ/дел	
Диапазон уровня входного сигнала внешней синхронизации, В	± 8	
Минимальный уровень входного сигнала внешней синхронизации	200 мВ в диапазоне частот входного сигнала от 0 до 100 МГц; 300 мВ в диапазоне частот входного сигнала от 100 до 200 МГц	

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. 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, диапазон перемещения линии развертки по вертикали, работа органов управления каналов вертикального и горизонтального отклонения, схемы синхронизации.

Произвести установку органов управления в положение по умолчанию.

Проверка проводится путем подачи поочередно на каждый канал поверяемого осциллографа с калибратора Fluke 9500В 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.

Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия программного обеспечения проводить в следующем порядке:

1. Нажать Пуск -> Keysight M924x InfiniiVision Oscilloscope -> Keysight M924x InfiniiVision SFP
2. Выбрать Help -> About
3. В открывшемся окне зафиксировать номер версии встроенного ПО. Он должен быть не ниже указанного в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	M924x InfiniiVision PXIe Oscilloscope Software
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже 7.10
Цифровой идентификатор ПО	—

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

7.4 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности коэффициента отклонения на постоянном токе

Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности коэффициента отклонения на постоянном токе проводить методом прямых измерений поверяемым прибором

амплитуды сигнала, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором универсальным Fluke 9100 в следующей последовательности:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рисунке 1.

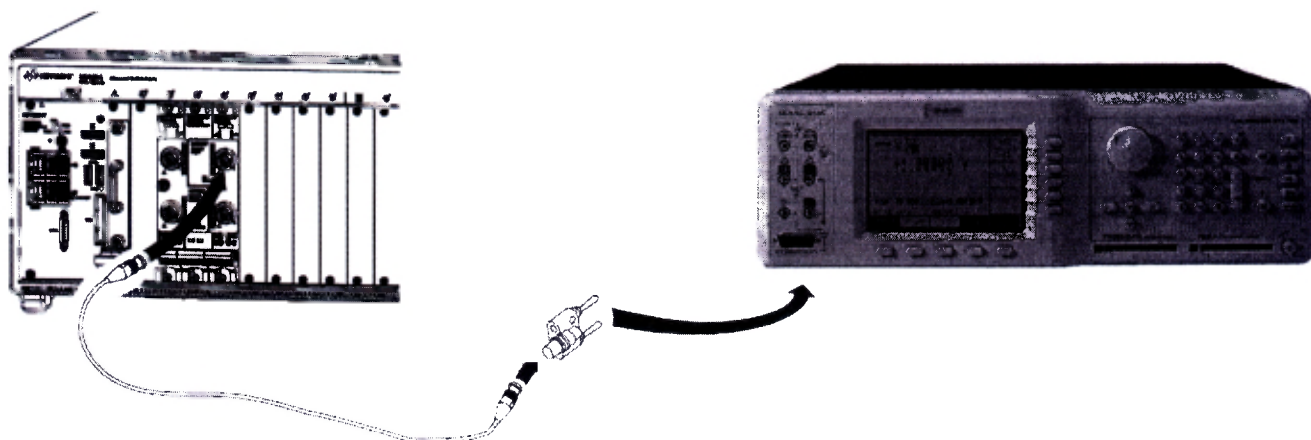


Рисунок 1

2. Перевести калибратор Fluke 9100 в режим воспроизведения напряжения постоянного тока положительной полярности.
3. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - выбрать следующие пункты меню панели управления осциллографом: Main Menu>File>Default Menu;
 - в пункте Default Menu выбрать пункт Factory Default, установив заводские настройки осциллографа;
 - установить коэффициент развертки 200 мкс/дел;
 - установить коэффициент отклонения 5 В/дел;
 - установить положение линии развертки по вертикали на уровне 0,5 деления от нижней части экрана;
 - выбрать следующие пункты меню: Main Menu>Setup>Acquire Menu;
 - в пункте Acquire Menu нажать кнопку Acq Mode и выбрать пункт Averaging;
 - нажать клавишу #of Averages и установить значение «64»;
 - подождать несколько секунд для вступления в силу установок;
 - выбрать следующие пункты меню: Main Menu>Measure>Measurement;
 - в меню Measurement выбрать Add Meas;
 - в меню Add Meas выбрать Source, затем выбрать 1 канал для тестирования;
 - нажать кнопку Type и выбрать Average>Full Screen, затем нажать Add Measurement.При этом на экране будет индицироваться текущее значение напряжения (U_X).
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 коэффициентов отклонения на постоянном токе по формуле:

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

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.

Таблица 6

Коэффициент отклонения	Выходное напряжение калибратора	Допуск	
		Минимальное значение	Максимальное значение
5 В/дел	35 В	34,2 В	35,8 В
2 В/дел	14 В	13,68 В	14,32 В
1 В/дел	7 В	6,84 В	7,16 В
500 мВ/дел	3,5 В	3,42 В	3,58 В
200 мВ/дел	1,4 В	1,368 В	1,432 В
100 мВ/дел	700 мВ	684 мВ	716 мВ
50 мВ/дел	350 мВ	342 мВ	358 мВ
20 мВ/дел	140 мВ	136,8 мВ	143,2 мВ
10 мВ/дел	70 мВ	68,4 мВ	71,6 мВ
5 мВ/дел	35 мВ	34,2 мВ	35,8 мВ
2 мВ/дел	14 мВ	13,36 мВ	14,64 мВ
1 мВ/дел	7 мВ	6,36 мВ	7,64 мВ

Примечание: при малых коэффициентах отклонения 1 мВ/дел; 2 мВ/дел и 5 мВ/дел на результат измерений может оказывать большое влияние шум. В этом случае необходимо использовать блокирующий конденсатор, который шунтирует шум. Например, типа Keysight 11742А. Схема подключения конденсатора приведена на рисунке 2.

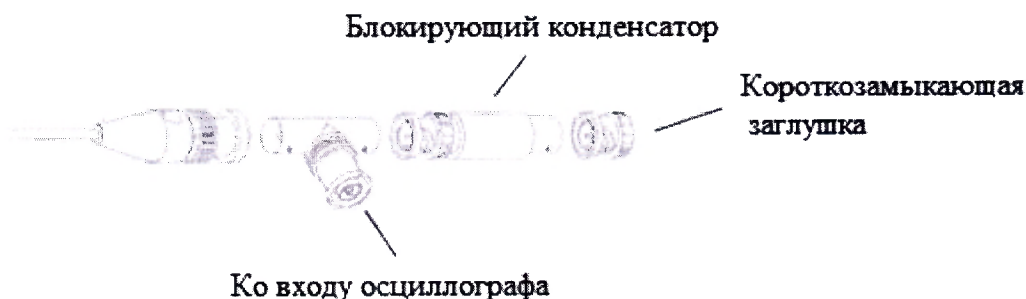


Рис. 2

7.5 Определение ширины полосы пропускания

Определение ширины полосы пропускания осциллографа проводить методом прямых измерений поверяемым прибором частоты испытательного сигнала, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором осциллографов Fluke 9500В в следующей последовательности:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рисунке 3.

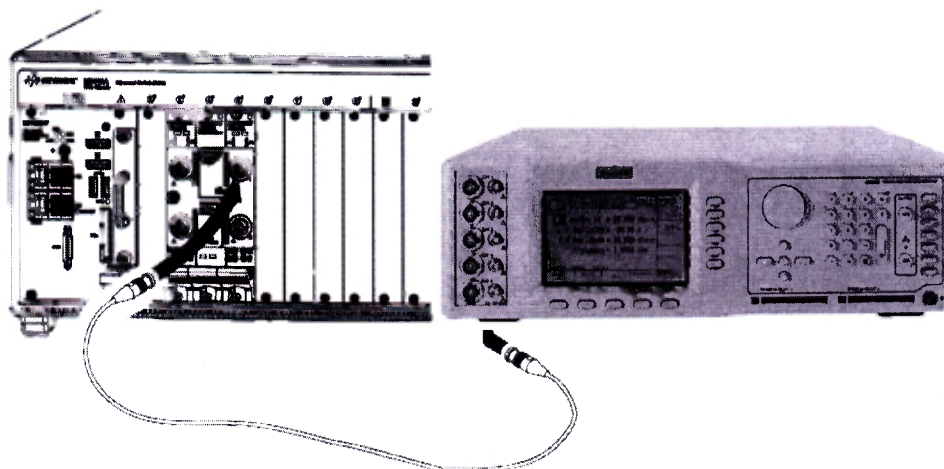


Рисунок 3

2. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - выбрать следующие пункты меню панели управления осциллографом: Main Menu>Default Setup;
 - установить для канала 1 связь по постоянному току (DC);
 - установить для канала 1 входное сопротивление 50 Ом;
 - установить коэффициент развертки 500 нс/дел, коэффициент отклонения 20 мВ/дел;
 - выбрать следующие пункты меню: Main Menu>Setup>Acquire Menu;
 - в пункте Acquire Menu нажать кнопку Acq Mode и выбрать пункт Averaging;
 - нажать клавишу #of Averages и установить значение «8»;
 - подождать несколько секунд для вступления в силу установок;
3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В синусоидальный сигнал частотой 1 МГц и размахом 120 мВ, размах сигнала – 6 делений.
4. Подать сигнал с калибратора на вход канала 1 осциллографа.
5. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В сигнал с частотой, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа.
6. Установить на осциллографе величину коэффициента развертки 10 нс/дел.
7. Измерить по экрану осциллографа величину размаха сигнала калибратора на указанной в п. 6 частоте.
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.

7.6 Определение пределов допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Определение пределов допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора поверяемого осциллографа проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему поверки, приведенную на рисунке 4.

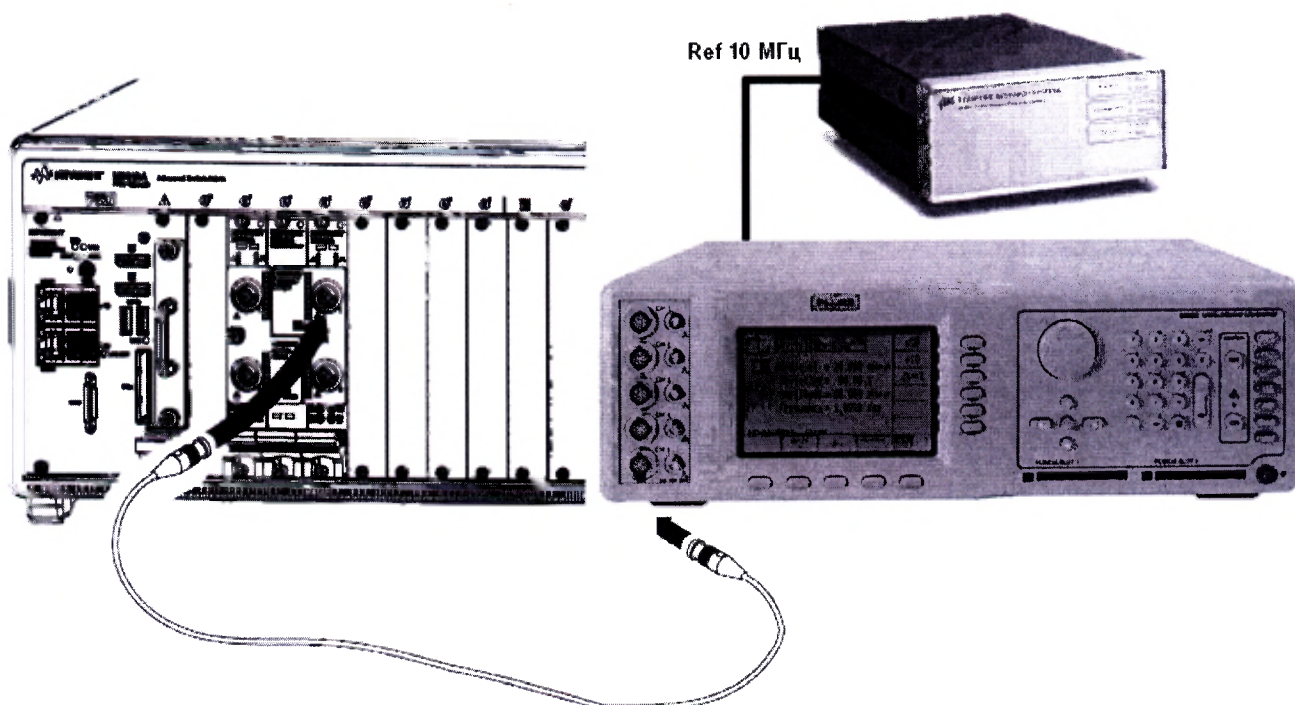


Рисунок 4

2. Подключить ко входу внешней опорной частоты калибратора источник стабильной частоты с относительной погрешностью частоты внутреннего опорного генератора не

хуже $2,5 \cdot 10^{-7}$. Например, стандарт частоты рубидиевый FS 725. Выполнить синхронизацию калибратора с внешним стандартом частоты.

3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B синусоидальный сигнал частотой 10 МГц и размахом 1 В.
4. Подать сигнал на вход канала 1 осциллографа.
5. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - выбрать следующие пункты меню панели управления осциллографом: Main Menu>Autoscale;
 - установить коэффициент отклонения 200 мВ/дел.
 - установить коэффициент развертки 5 нс/дел.
6. Плавно вращая ручку уровня запуска установить изображение сигнала на экране осциллографа ровно на пересечении горизонтальных и вертикальных линий шкалы.
7. Убедиться, что смещение по горизонтали установлено в 0,0 с.
8. Провести следующие измерения:
 - установить коэффициент развертки 1 мс/дел;
 - вращать ручку смещения по горизонтали до значения 1 мс;
 - снова установить на осциллографе коэффициент развертки 5 нс/дел.
 - измерить число наносекунд от центра пересечения основной шкалы до сигнала в окне «Задержка». Каждая наносекунда соответствует погрешности опорного генератора осциллографа в 1 ppm.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность опорного генератора осциллографа не превышает 2,3 ppm.

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.

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

1. Собрать схему поверки, приведенную на рис. 3.
2. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - выбрать следующие пункты меню панели управления осциллографом: Main Menu>Default Setup;
 - выбрать следующие пункты меню: Main Menu>Trigger>Trigger Mode and Coupling Menu;
 - в пункте меню Trigger Mode and Coupling Menu нажать Mode и выбрать Normal;
 - установить для канала 1 входное сопротивление 50 Ом.

Для коэффициента отклонения 5 мВ/дел:

3. Установить на выходе калибратора Fluke 9500B сигнал с частотой, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа и размахом 10 мВ.
4. Выбрать следующие пункты меню: Main Menu>Autoscale.
5. Установить коэффициент отклонения осциллографа 5 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 1 деления по вертикали (5 мВ). Сигнал должен наблюдаться стабильно и четко.

8. Провести измерения по п.п. 3 – 7 для остальных каналов осциллографа. При этом неиспользуемые каналы должны быть отключены.

Для коэффициента отклонения 10 мВ/дел:

9. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В сигнал с частотой, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа и размахом 20 мВ.
10. Выбрать следующие пункты меню: Main Menu>Autoscale.
11. Установить коэффициент отклонения осциллографа 10 мВ/дел, коэффициент развертки 10 нс/дел.
12. Подать сигнал с выхода калибратора на вход канала 1 осциллографа.
13. Уменьшить выходной сигнал калибратора до уровня 0,6 деления по вертикали (6 мВ). Сигнал должен наблюдаться стабильно и четко.
14. Провести измерения по п.п. 9 – 13 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 9500В в следующей последовательности:

1. Выполнить следующие установки осциллографа:
 - выбрать следующие пункты меню панели управления осциллографом: Main Menu>Default Setup;
 - выбрать следующие пункты меню: Main Menu>Trigger>Trigger Mode and Coupling Menu;
 - в пункте меню Trigger Mode and Coupling Menu нажать Mode и выбрать Normal;
 - установить для канала 1 входное сопротивление 50 Ом.

В диапазоне частот от 0 до 100 МГц

2. Соединить выход калибратора с входом внешней синхронизации осциллографа «EXT TRIG IN».
3. Выбрать следующие пункты меню панели управления осциллографом: Main Menu>Trigger>Trigger Menu.
4. В пункте Trigger Menu выбрать Source и далее выбрать External.
5. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В сигнал с частотой 100 МГц и размахом 200 мВ.
6. Подать сигнал с выхода калибратора на вход внешней синхронизации «EXT TRIG IN» поверяемого осциллографа.
7. Наблюдать в верхней части экрана отсутствие свечения индикатора синхронизации (Trig'd indicator). Если индикатор светится – синхронизация отсутствует.

В диапазоне частот от 100 до 200 МГц

8. Соединить выход калибратора с входом внешней синхронизации осциллографа «EXT TRIG IN».
9. Выбрать следующие пункты меню панели управления осциллографом: Main Menu>Trigger>Trigger Menu.
10. В пункте Trigger Menu выбрать Source и далее выбрать External.

11. Установить на выходе калибратора Fluke 9500В сигнал с частотой 200 МГц и размахом 350 мВ.
12. Подать сигнал с выхода калибратора на вход внешней синхронизации «EXT TRIG IN» поверяемого осциллографа.
13. 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

При положительных результатах поверки в паспорте прибора 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, знак предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Заместитель начальника отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

С.Ю. Рогожин

А.Ю. Терещенко