



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«28» ноября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ MWO-4000

Методика поверки

РТ-МП-673-441-2022

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки осциллографов цифровых MWO-4000 (далее – осциллографы), используемых в качестве рабочих средств измерений или в качестве рабочих эталонов в соответствии с:

- Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты;
- Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3463 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения.

Настоящая методика устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

В результате поверки осциллографов цифровых MWO-4000, должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведённые в Приложении А настоящей методики поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых осциллографов цифровых MWO-4000 к государственным первичным эталонам единиц величин:

- к ГЭТ1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени»;
- к ГЭТ182-2010 «Государственный первичный специальный эталон единицы импульсного электрического напряжения с длительностью импульса от $4 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с»;
- к ГЭТ26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц».

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.7 настоящей методики поверки применяется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	10.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений импульсного напряжения на опорной частоте 1 кГц при ручном выборе диапазона и автокалибровке нуля в зависимости от установленного значения КО	10.2	Да	Да
Определение полосы пропускания при входном сопротивлении 50 Ом	10.3	Да	Да
Определение времени нарастания переходной характеристики	10.4	Да	Да
Определение минимального уровня внутренней синхронизации	10.5	Да	Нет
Режим частотомера (опция MWO-FC)			
Определение относительной погрешности измерений частоты	10.6	Да	Да
Режим анализатора спектра (опция MWO-SA)			
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала	10.7	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

2.2 На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку осциллографов цифровых MWO-4000 для меньшего числа измеряемых величин:

- без определения относительной погрешности измерений частоты опции MWO-FC (операция по пункту 10.6);
- без определения абсолютной погрешности измерений уровня входного сигнала опции MWO-SA (операция по пункту 10.7).

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °С.....от 20 до 25;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)от 86 до 106 (от 645 до 795);

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки осциллографов цифровых MWO-4000 допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с осциллографами цифровыми и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки осциллографов цифровых MWO-4000 применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 20 до 25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр UNITESS THB 1 модификация THB 1B (рег.номер 70481-18 в ФИФ)
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха, $\pm 3,0$ %	
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 86 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления, $\pm 0,2$ кПа	
10.1	Эталон единиц времени и частоты, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 3 разряда для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (рег.номер 70172-18 в ФИФ)
	Эталон единиц времени и частоты, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 4 разряда для измерения сигнала опорной частоты 10 МГц	Частотомер универсальный CNT-90 (Рег. № 70888-18 в ФИФ)
10.2	Эталон единицы импульсного электрического напряжения, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единицы импульсного напряжения не ниже 2 разряда: Уимп: от 10 мВ до 30 В для 1 МОм Уимп: от 10 мВ до 5 В для 50 Ом	Калибратор осциллографов 9500B с формирователем 9530 (рег.номер 30374-13 в ФИФ)
10.3; 10.5	Генератор (калибратор) переменного синусоидального напряжения в диапазоне частот от 1 до 1500 МГц, с неравномерностью АЧХ $\pm 4\%$	Калибратор осциллографов 9500B с формирователем 9530 (рег.номер 30374-13 в ФИФ)
10.4	Генератор (калибратор) импульсных сигналов с малым временем нарастания на нагрузках 1 МОм и 50 Ом с длительностью времени нарастания/спада импульса не более 150 пс	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.6	<p>Эталон единиц времени и частоты, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 3 разряда для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц</p> <p>Генератор (калибратор) переменного синусоидального напряжения в диапазоне частот от 1 до 1500 МГц, с входом внешней синхронизации для подключения опорного источника частоты 10 МГц</p>	<p>Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (рег.номер 70172-18 в ФИФ)</p> <p>Калибратор осциллографов 9500В с формирователем 9530 (рег.номер 30374-13 в ФИФ)</p>
10.7.1	Анализатор цепей векторный в диапазоне частот от 8 кГц до 8 ГГц, в диапазоне измерений КСВН от 1,05 до 10, с относительной погрешностью измерений КСВН $\pm 5\%$	Анализатор электрических цепей векторный ZVA8 (Рег. № 37174-08 в ФИФ)
10.7.1; 10.7.2	<p>Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единицы мощности электромагнитных колебаний не ниже 3 разряда: в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, в диапазоне измерений мощности от $1 \cdot 10^{-3}$ до 10^2 мВт</p> <p>Генератор переменного синусоидального напряжения в диапазоне частот от 8 кГц до 8 ГГц, с мощность выходного сигнала от минус 20 до +20 дБ (1 мВт), выходной уровень контролируется NRP-Z51</p>	<p>Преобразователь измерительный NRP-Z51 (Рег. № 37008-08 в ФИФ)</p> <p>Генератор сигналов SMA100В с опциями В112, В34, К33 (Рег. № 68980-20 в ФИФ)</p>
10.7.2	Эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единицы ослабления электромагнитных колебаний не ниже 2 разряда: в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц; в диапазоне ослаблений от 0 до 80 в частот от 1 до 6 ГГц	Аттенуатор ступенчатый R&S RSC с модулем 03 (Рег. № 48368-11 в ФИФ)
<p>Примечание - Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем.</p>		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательное оборудование	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
10.7.1, 10.7.2	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 8 кГц до 8 ГГц КСВН не более 1,3	Делитель мощности ДМ2А-18-11Р

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средство измерений.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие осциллографов следующим требованиям:

- внешний вид средства измерений должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений, при этом допускается незначительное изменение дизайна СИ, не влияющее на однозначное определение типа СИ по внешнему виду;

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер средства измерений;

- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений.

- наружная поверхность средства измерений не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу средства измерений и его органов управления;

- разъемы средства измерений должны быть чистыми;
- комплектность средства измерений должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерений и носит информативный характер для производителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

Факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе поверки в соответствующем разделе.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

Порядок установки средства измерений на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Осциллографы цифровые MWO-4000». Руководство по эксплуатации».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать средство измерений в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если оно находилось в отличных от них условиях.

Выдержать средство измерений во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

8.2 Опробование

Подготовить осциллограф к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверить отсутствие сообщений о неисправности или ошибках в процессе загрузки осциллографа.

Далее проверить:

- работоспособность ЖКИ;
- диапазон перемещения линии развертки по вертикали;
- возможность изменения значений коэффициентов отклонения и развёртки с помощью соответствующих органов управления осциллографа.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и прохождения внутреннего теста не возникают сообщения об ошибках, ЖКИ работоспособен, линия развёртки перемещается по вертикали во всём диапазоне ЖКИ, происходит изменение значений коэффициентов отклонения и развёртки с помощью соответствующих органов управления осциллографа

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения поверяемого осциллографа отображаются в диалоговом окне “Общее”.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Настройки → Информация → Общее

Идентификационное наименование и номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне “Общее”, должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90, стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Относительную погрешность частоты внутреннего опорного генератора на частоте 10 МГц определить путем измерения значений частоты $F_{НОМ}$ сигнала внутреннего опорного генератора на задней панели осциллографа.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1.

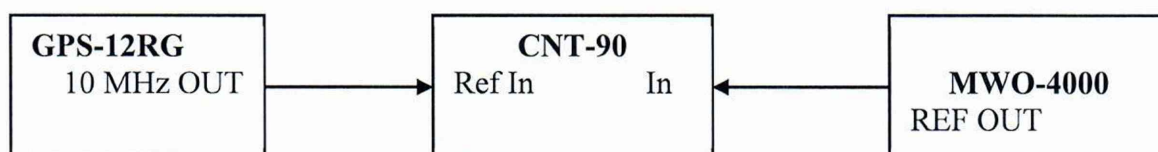


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Настройки → Опорный генератор → Внутренний

Измерить с помощью частотомера частоту опорного генератора у осциллографа и зафиксировать результаты измерений как $F_{ИЗМ}$, МГц, в таблице Б.5 приложения Б.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений импульсного напряжения на опорной частоте 1 кГц при ручном выборе диапазона и автокалибровке нуля в зависимости от установленного значения КО

Определение абсолютной погрешности измерений импульсного напряжения на опорной частоте 1 кГц при ручном выборе диапазона и автокалибровке нуля в зависимости

от установленного значения КО проводят методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов 9500В.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

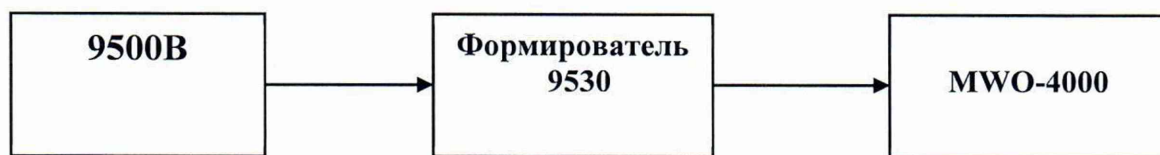


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки коэффициентов отклонения

Перед проведением измерений необходимо провести калибровку нуля поверяемого канала осциллографа. Для этого необходимо активировать поверяемый канал, а при наличии опции MWO-2CH второй канал отключить.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Временные настройки:

Частота дискретизации → Частота дискрет. Авто

Коэффициент развёртки → 500 мкс/дел

Меню → Настройки Канала:

Связь входа → DC

Импеданс → 1МОм

Пробник → 1:1

Коэффициент отклонения (КО) → 5 мВ/Дел

Диапазон → ± 1В

Меню настройки → Калибровка нуля → АВТО

Подключить формирователь 9530 калибратора осциллографов 9500В (далее – калибратора) к 1-му каналу осциллографа, при наличии опции MWO-2CH второй канал отключить. Установить выходной импеданс на калибраторе 1 МОм и выбрать режим воспроизведения симметричного (относительно нуля) импульсного сигнала с частотой 1 кГц. Установить размах импульсного сигнала калибратора в соответствии с таблицей Б.6 приложения Б данной методики и активировать выходной сигнал калибратора.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Триггеры → По нарастанию → Ручкой Trigger установить синхронизацию по уровню 50% амплитуды отображаемого сигнала

Меню → Режим захвата → с усреднением → 64

Меню → Курсоры и измерения → Режим → Измерения → Назад → Измерения → Амплитудные измерения

Далее, в меню **Амплитудные измерения** выбрать измерение: **Амплитуда пик-пик** и зафиксировать результат измерений, отображаемый в окне измерений в строке «Амплитуда пик-пик» как Аизм.

Аналогично провести измерения для остальных коэффициентов отклонения поверяемого канала осциллографа для импеданса 1МОм устанавливая на калибраторе размах импульсного сигнала в соответствии с таблицей Б.6 приложения Б данной методики.

При этом в меню поверяемого осциллографа «**Настройки Канала**» устанавливать следующие значения делителя в подменю «**Диапазон**»:

- ± 1 В – для коэффициентов отклонения до 200 мВ/дел включительно;
- ± 10 В – для коэффициентов отклонения от 500 мВ/дел до 2 В/дел включительно;
- ± 100 В – для коэффициентов отклонения свыше 2 В/дел.

При изменении значения делителя необходимо провести калибровку нуля поверяемого канала.

Зафиксировать измеренные значения размаха импульсного сигнала $A_{изм}$ для каждого установленного коэффициента отклонения в таблице Б.6 приложения Б.

Аналогично провести измерения (и предварительно калибровку нуля канала) для импеданса 50 Ом. Коэффициенты отклонения осциллографа и амплитуду импульсного сигнала на калибраторе устанавливать в соответствии с таблицей Б.7 приложения Б данной методики.

Зафиксировать измеренные значения размаха импульсного сигнала $A_{изм}$ для каждого установленного коэффициента отклонения в таблице Б.7 приложения Б.

Повторить процедуру для второго канала поверяемого осциллографа, если на нём установлена опция MWO-2CH, при этом выключить уже поверенный канал. Перед проведением измерений необходимо провести калибровку нуля второго канала осциллографа.

10.3 Определение полосы пропускания при входном сопротивлении 50 Ом

Определение полосы пропускания при входном сопротивлении 50 Ом проводят методом прямых измерений, путём определения действительного значения неравномерности АЧХ в полосе пропускания осциллографа, с помощью калибратора осциллографов 9500В при установленном входном сопротивлении каналов осциллографов 50 Ом.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Подключить формирователь 9530 калибратора к 1-му каналу поверяемого осциллографа, при наличии опции MWO-2CH второй канал отключить. Установить на калибраторе режим генератора синусоидального напряжения. Установить значение частоты 1 МГц, значение амплитуды выходного сигнала 1,2 В. Активировать выходной сигнал калибратора.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Режим отображения:

Сглаживание → 0%

Меню → Настройки Канала:

Связь входа → DC

Импеданс → 50 Ом

Пробник → 1:1

Коэффициент отклонения (КО) → 200 мВ/дел

Меню → Временные настройки:

Частота дискретизации → Частота дискрет. Авто

Коэффициент развёртки → 2 мкс/дел

Активировать выходной сигнал калибратора.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Триггеры → По нарастанию → Ручкой Trigger установить синхронизацию по уровню 50% амплитуды отображаемого сигнала

Меню → Режим захвата → с усреднением → 64

Меню → Курсоры и измерения → Режим → Измерения → Назад → Измерения → Амплитудные измерения

Далее, в меню **Амплитудные измерения** выбрать измерение: **Амплитуда пик-пик** и зафиксировать результат измерения как $A_{1\text{МГц}}$, В, в таблице Б.8 приложения Б.

Не изменяя значение амплитуды выходного сигнала калибратора, установить на нём значение частоты 1,5 ГГц.

На поверяемом осциллографе установить коэффициент развертки 0,5 нс/дел.

Далее, в меню **Амплитудные измерения** выбрать измерение: **Амплитуда пик-пик** и зафиксировать результат измерения как $A_{1,5\text{ГГц}}$, В, в таблице Б.8 приложения Б.

Повторить процедуру для второго канала поверяемого осциллографа, если на нём установлена опция MWO-2CH, при этом выключить уже поверенный канал.

10.4 Определение времени нарастания переходной характеристики

Определение времени нарастания переходной характеристики проводят методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов 9500В.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Подключить формирователь 9530 калибратора к 1-му каналу поверяемого осциллографа, при наличии опции MWO-2CH второй канал отключить. Установить на калибраторе режим формирования сигнала с временем нарастания 150 пс, амплитуду импульса 0,5 В, импеданс 50 Ом.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Режим отображения:

Сглаживание → 0%

Меню → Настройки Канала:

Связь входа → DC

Импеданс → 50 Ом

Пробник → 1:1

Коэффициент отклонения (КО) → 100 мВ/дел

Меню → Временные настройки:

Частота дискретизации → Частота дискрет. Авто

Коэффициент развёртки → 0,5 нс/дел

Активировать выходной сигнал калибратора.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Триггеры → По нарастанию → Ручкой Trigger установить синхронизацию по уровню 50% амплитуды отображаемого сигнала

Меню → Режим захвата → с усреднением → 64

Меню → Курсоры и измерения → Режим → Измерения → Назад → Измерения → Временные измерения

Далее, в меню **Временные измерения** выбрать измерение: **Время нарастания** и зафиксировать результат измерения как $t_{изм}$, пс, в таблице Б.9 приложения Б.

Повторить процедуру для второго канала поверяемого осциллографа, если на нём установлена опция MWO-2CH, при этом выключить уже поверенный канал.

10.5 Определение минимального уровня внутренней синхронизации

Определение минимального уровня внутренней синхронизации проводят методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов 9500В.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Подключить формирователь 9530 калибратора к 1-му каналу поверяемого осциллографа, при наличии опции MWO-2CH второй канал отключить.

На калибраторе установить режим синусоидального сигнала, значение частоты 1500 МГц, амплитуду выходного сигнала 40 мВ.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Настройки Канала:

Связь входа → DC

Импеданс → 50 Ом

Пробник → 1:1

Коэффициент отклонения (КО) → 10 мВ/дел

Меню → Временные настройки:

Частота дискретизации → 4 Гвыб/с

Коэффициент развёртки → 0,5 нс/дел

Активировать выходной сигнал калибратора.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Триггеры → По нарастанию → Ручкой Trigger установить синхронизацию по уровню 50% амплитуды отображаемого сигнала

Меню → Режим захвата → с усреднением → 64

Уровень сигнала с выхода калибратора установить по осциллографу таким, чтобы размах сигнала занимал не менее 2 делений. Регулируя уровень запуска на осциллографе ручкой Trigger, добиться устойчивой синхронизации сигнала.

Уменьшая амплитуду сигнала на выходе калибратора и одновременно регулируя уровень запуска, зафиксировать уровень сигнала в делениях вертикальной шкалы в таблице Б.10 приложения Б, ниже которого запуск не выполняется.

При необходимости визуальной идентификации наличия синхронизированного сигнала на экране использовать функцию масштабирования осциллографа.

Повторить процедуру для второго канала поверяемого осциллографа, если на нём установлена опция MWO-2CH, при этом выключить уже поверенный канал.

Зафиксировать результаты измерений.

***ВНИМАНИЕ!!!** Операции поверки по пункту 10.6 выполняется только для тех осциллографов, у которых установлена опция MWO-FC – режим частотомера*

10.6 Определение относительной погрешности измерений частоты

Определение относительной погрешности измерений частоты проводят методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов 9500В и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

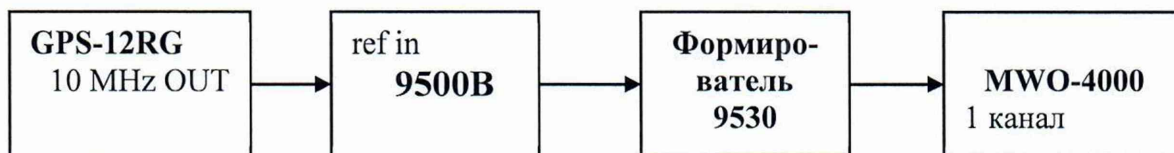


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности измерений частоты

Подключить формирователь 9530 калибратора к 1-му каналу поверяемого осциллографа, при наличии опции MWO-2CH второй канал отключить. Установить на калибраторе режим генератора синусоидального напряжения. Установить значение частоты $F_k = 1$ ГГц, значение размаха выходного сигнала 1 В. Активировать выходной сигнал калибратора.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Режим → Частотомер

В появившемся на ЖКИ осциллографа окне **Частотомер**, в строке **разрешение** установить разрешение частотомера 1 Гц.

Активировать выходной сигнал калибратора.

Зафиксировать результаты измерений частотомером осциллографа как $F_{\text{ч}}$, ГГц, после появления в окне частотомера сообщения «Получен результат измерения» в таблице Б.11 приложения Б.

Аналогично провести измерения на частоте 1,5 ГГц, зафиксировав результаты измерений в таблице Б.11 приложения Б.

Провести измерения на частоте 500 кГц, для этого калибратор перевести в режим формирования временных маркеров, форма сигнала - меандр. Установить значение периода временных маркеров равным 2 мкс, значение размаха импульсного сигнала равным 1 В.

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.11 приложения Б.

ВНИМАНИЕ!!! Операции поверки по пункту 10.7 выполняется только для тех осциллографов, у которых установлена опция MWO-SA – режим анализатора спектра

10.7 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала проводят методом прямых измерений во всём частотном диапазоне анализатора спектра (далее – АС) при уровне входного сигнала 0 дБ (1 мВт) и во всём динамическом диапазоне АС на частотах 1 ГГц и 8 ГГц.

10.7.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот АС проводят методом прямых измерений с помощью преобразователя измерительного NRP-Z51 (далее – NRP-Z51) и генератора сигналов SMA100B.

Измерения проводить на следующих фиксированных частотах $F_{изм}$: 8 кГц, 100 кГц; 1 МГц; 10 МГц; 100 МГц; 500 МГц; от 1 ГГц до 8 ГГц с шагом 500 МГц.

Подготовить к работе NRP-Z51 в соответствии с его руководством по эксплуатации. В качестве устройства управления и отображения информации, при проведении измерений, необходимо использовать персональный компьютер, с установленным ПО «PowerViewer».

Перед проведением измерений, определить неравномерность коэффициента передачи резистивного делителя мощности ДМ2А-18-11Р (далее - ДМ) между плечами в диапазоне частот от 10 МГц до 8 ГГц.

Для этого откалибровать анализатор электрических цепей векторный ZVA8. Подключить ДМ к плоскостям калибровки ZVA8 по схеме, приведённой на рисунке 4.

Измерить на анализаторе цепей коэффициенты передачи S_{21} и S_{31} в диапазоне частот. Используя функцию MATH, вычислить трассу (S_{21}/S_{31}). Проверить, что неравномерность ДМ не превышает $\pm 0,5$ дБ. В случае превышения использовать другой ДМ или сохранить полученную трассу в виде .s2p файла на внешний носитель информации и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить данный файл в NRP-Z51, активировав режим «S-parameter correction».

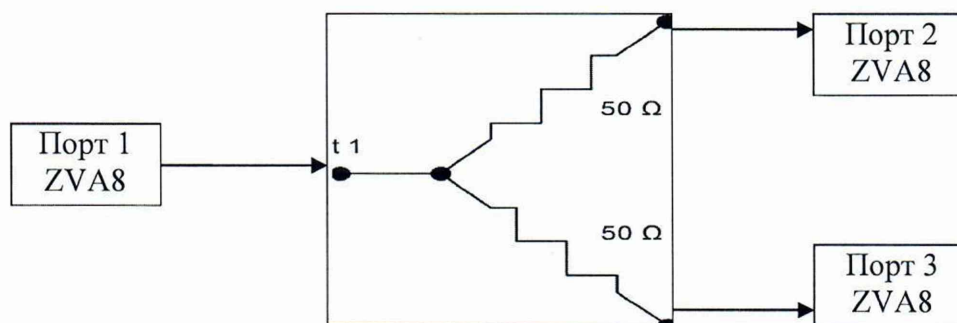


Рисунок 4– Структурная схема соединения СИ для определения коэффициента передачи резистивного делителя мощности

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 5.

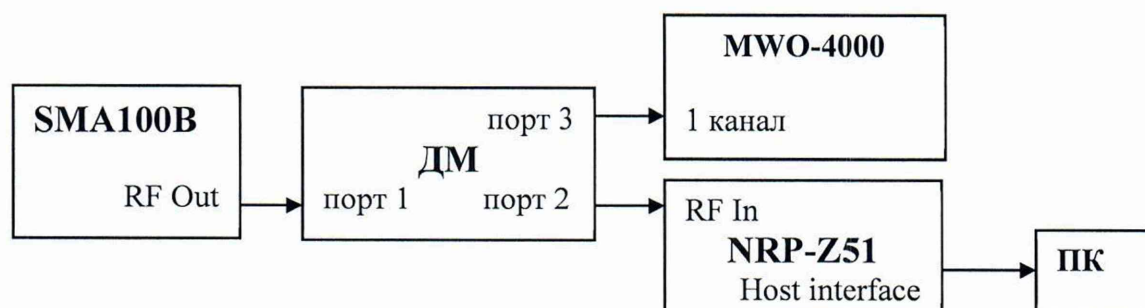


Рисунок 5 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот АС

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → Режим → Анализатор спектра:

Частота:

Центр → $F_{\text{ИЗМ}}$

Полоса обзора → 10 кГц (для $F_{\text{ИЗМ}} = 8$ кГц установить **полосу обзора** → 2 кГц)

Амплитуда:

Опорный уровень → +10 дБм

RF Atten → Авто

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

PRESET

FREQ → $F_{\text{ИЗМ}}$

LEVEL → +6 dBm

Плавно изменяя уровень выходного сигнала на генераторе, установить его таким, чтобы значение мощности, измеряемое NRP-Z51, было равно $(0 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

Для каждой установленной частоты $F_{\text{ИЗМ}}$, МГц, считать показания NRP-Z51 как P_{NRP} , дБ (1 мВт).

Для каждой установленной частоты $F_{\text{ИЗМ}}$, МГц установить маркер АС на максимум сигнала:

Маркер → Маркер 1 → Макс Пик

Зафиксировать показания маркера АС как $P_{\text{АС}}$, дБ (1 мВт) для всех частот $F_{\text{ИЗМ}}$ в таблице Б.12 приложения Б.

10.7.2 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала во всём динамическом диапазоне АС проводят методом прямых измерений с помощью NRP-Z51, генератора сигналов SMA100B, аттенюатора R&S RSC с модулем 03.

Измерения проводят при фиксированных значениях опорного уровня и ослабления входного аттенюатора в диапазоне уровней АС от минус 10 до минус 80 дБ.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 6.

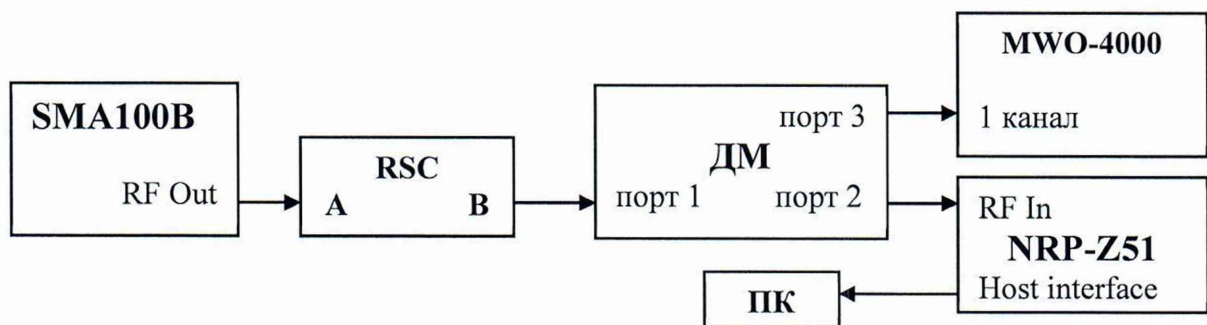


Рисунок 6 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в динамическом диапазоне анализатора спектра

Подготовить к работе NRP-Z51 в соответствии с его руководством по эксплуатации. В качестве устройства управления и отображения информации, при проведении измерений, необходимо использовать персональный компьютер, с установленным ПО «PowerViewer».

Выполнить следующие установки на генераторе сигналов SMA100B:

PRESET

FREQ → 1 GHz

LEVEL → + 6 dBm

Выполнить следующие установки на осциллографе:

Меню → **Режим** → **Анализатор спектра:**

Частота:

Центр → 1 ГГц

Полоса обзора → 10 кГц **Амплитуда:**

Опорный уровень → +10 дБм

RF Atten → Авто

Установить на аттенуаторе R&S RSC значение частоты 1 ГГц, значение ослабления А равное 0 дБ.

Плавно изменяя уровень выходного сигнала на генераторе, установить его таким, чтобы значение мощности, измеряемое NRP-Z51, было равно $(0 \pm 0,1)$ дБ (1 мВт).

Зафиксировать показания NRP-Z51 как P_{NRP} , дБ (1 мВт).

Последовательно изменяя ослабления A_{RSC} , дБ на аттенуаторе R&S RSC от минус 10 дБ до 80 дБ, фиксировать показания маркера АС как P_{AC-A} , дБ (1 мВт), в таблице Б.13 приложения Б, для соответствующих значений установленного ослабления A_{RSC} , дБ на аттенуаторе R&S RSC.

Повторить измерения на частоте 6 ГГц и зафиксировать результаты измерений в таблице Б.13 приложения Б.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений $F_{ИЗМ}$, рассчитать по формуле (1) относительную погрешность частоты внутреннего опорного генератора δf :

$$\delta f = \frac{F_{ИЗМ} - 10}{10}. \quad (1)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности частоты опорного генератора δf не выходят за пределы:

$\pm 5 \cdot 10^{-6}$ для штатного исполнения;

$\pm 3 \cdot 10^{-8}$ если установлена опция MWO-OCXO.

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений размаха импульсного сигнала $A_{ИЗМ}$, рассчитать по формуле (2) действительные значения абсолютной погрешности измерений импульсного напряжения на опорной частоте 1 кГц при ручном выборе диапазона и автокалибровке нуля в зависимости от установленного значения КО ΔA , В:

$$\Delta A = A_{\text{изм}} - A_{\text{к}} \quad (2)$$

где $A_{\text{к}}$ – установленное значение размаха импульсного сигнала на выходе калибратора

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений импульсного напряжения на опорной частоте 1 кГц при ручном выборе диапазона и автокалибровке нуля в зависимости от установленного значения КО ΔA не выходят за пределы $\pm (0,2 \cdot \text{КО} + 0,001)$.

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов измерений амплитуды синусоидального сигнала $A_{1\text{МГц}}$ и $A_{1,5\text{ГГц}}$, рассчитать по формуле (3) действительное значение неравномерности АЧХ в полосе пропускания осциллографа, $\Delta_{\text{АЧХ}}$, дБ:

$$\Delta_{\text{АЧХ}} = 20 \log \cdot \left(\frac{A_{1,5\text{ГГц}}}{A_{1\text{МГц}}} \right) \quad (3)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными если рассчитанные значения неравномерности АЧХ на всех частотах F , не выходят за пределы ± 3 дБ.

11.4 Для полученных в пункте 10.4 результатов измерений времени нарастания $\tau_{\text{изм}}$, нс, рассчитать действительные значения времени нарастания $\tau_{\text{пх}}$, пс, по формуле (4)

$$\tau_{\text{пх}} = \sqrt{\tau_{\text{изм}}^2 - \tau_{\text{ф}}^2} \quad (4)$$

где $\tau_{\text{ф}}$ – номинальное значение длительности фронта импульсов формирователя 9530 (150 пс).

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными если рассчитанные значения времени нарастания $\tau_{\text{пх}}$, пс, для каждого канала, не превышают значения 300 пс.

11.5 Результаты поверки по операции пункта 10.5 считаются удовлетворительными если наблюдается устойчивая синхронизация входного сигнала с амплитудой не более 1-го деления шкалы для каждого канала осциллографа.

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерений $F_{\text{ч}}$, рассчитать по формуле (5) действительные значения абсолютной погрешности измерений частоты, ΔF :

$$\Delta F = F_{\text{к}} - F_{\text{ч}} \quad (5)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений частоты ΔF , Гц, не выходят за пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допустимых значений абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера

Частота сигнала	Пределы допустимых значений абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера, Гц	
	Штатно	опция MWO-OCXO
500 кГц	±3,6	±1,015
1 ГГц	±5001,0	±31,0
1,5 ГГц	±7501,0	±46,0

11.7 Для полученных в пункте 10.7.1 результатов измерений P_{NRP} и P_{AC} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (6) действительные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот ΔP , дБ:

$$\Delta P = P_{AC} - P_{NRP} . \quad (6)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот ΔP , дБ, не выходят за пределы $\pm 2,2$ дБ.

11.8 Для полученных в пункте 10.7.2 результатов измерений P_{NRP} и P_{AC-A} , дБ (1 мВт) рассчитать по формуле (7) действительные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в динамическом диапазоне АС ΔP_X , дБ:

$$\Delta P_X = P_{AC-A} + A_{RSC} - P_{NRP} . \quad (7)$$

где A_{RSC} – установленное значение ослабления на аттенюаторе R&S RSC, дБ.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в динамическом диапазоне АС ΔP_X , дБ, для каждого значения уровня мощности не выходят за пределы $\pm 2,2$ дБ.

11.9 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются:

- обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в пп. 8.2; 9; 10, и соответствие действительных значений метрологических характеристик осциллографов цифровых MWO-4000 требованиям, указанным в пунктах 11.1 – 11.8 настоящей методики поверки;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых осциллографов цифровых MWO-4000 к государственным первичным эталоном единиц величин в соответствии с:

- Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты;

- Приказом Росстандарта от 30.12.2019 года № 3463 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения;

- Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц.

11.10 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия осциллографов цифровых MWO-4000 требованиям к рабочим эталонам и указания такого решения в протоколе и свидетельстве о поверке, являются:

- соответствие осциллографов цифровых MWO-4000 требованиям пунктов 11.1 – 11.9 данной методики поверки;

- применение при поверке эталонов соответствующего разряда по требованию государственных поверочных схем;

- соответствие метрологических характеристик осциллографов цифровых MWO-4000 требованиям, предъявляемым к следующим эталонам государственных поверочных схем:

- Рабочему эталону единицы импульсного электрического напряжения 2 разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений импульсного электрического напряжения утверждённой Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3463.

- соответствие метрологических характеристик осциллографов цифровых MWO-4000 с опцией MWO-ОСХО и осциллографов цифровых MWO-4000 с опциями MWO-ОСХО и MWO-FC требованиям, предъявляемым к следующим эталонам государственных поверочных схем:

- Рабочему эталону единицы времени и частоты 4 разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений для средств измерений времени и частоты утверждённой Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360;

- Рабочему эталону единицы импульсного электрического напряжения 2 разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений импульсного электрического напряжения утверждённой Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3463.

12 Оформление результатов поверки

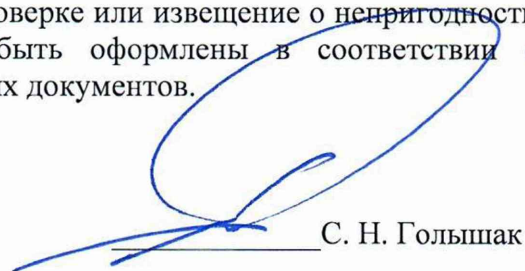
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б. Сведения о применяемых средствах поверки, а также результаты промежуточных измерений и расчётов заносят в протокол поверки в соответствии с формой протокола, утверждённой системой менеджмента качества юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющего поверку.

12.2 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. Знак поверки может наноситься на верхнюю панель СИ.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «Ростест-Москва»


С. Н. Гольшак


А. С. Каледин

Основные метрологические характеристики осциллографов цифровых MWO-4000

Таблица А.1 – Метрологические характеристики осциллографов цифровых MWO-4000

Наименование характеристики		Значение	
Полоса пропускания при входном сопротивлении 50 Ом, Гц		от 0 до $1,5 \cdot 10^9$	
Диапазон значений коэффициента развертки КР, с/дел		от $5 \cdot 10^{-10}$ до $5 \cdot 10^1$	
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора δf	штатно	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$	
	опция MWO-ОСХО	$\pm 3 \cdot 10^{-8}$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени Т в зависимости от установленных значений КР и F_d , с		$\pm(\delta f \cdot T + 0,01 \cdot КР + 0,02 \cdot F_d^{-1})$	
Диапазон значений коэффициента отклонения (КО), в зависимости от входного сопротивления R и частоты входного сигнала, В/дел	R = 50 Ом; 1 МОм режим сбора данных «усреднение»	от 0 до 350 МГц включ.	от $1 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$
	R = 50 Ом	от 0 до 350 МГц включ.	от $5 \cdot 10^{-3}$ до 1
		св.350 МГц до 1,5 ГГц	от $2 \cdot 10^{-2}$ до 1
	R = 1 МОм	от 0 до 350 МГц включ.	от $5 \cdot 10^{-3}$ до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений импульсного напряжения на опорной частоте 1 кГц при ручном выборе диапазона и автокалибровке нуля в зависимости от установленного значения КО, В		$\pm(0,2 \cdot КО + 0,001)$	
Режим частотомера (опция MWO-FC)			
Диапазон измерений частоты, Гц		от $5 \cdot 10^5$ до $1,5 \cdot 10^9$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты F без учета погрешности запуска, Гц		$\pm(\delta f \cdot F + 1)$	
Режим анализатора спектра (опция MWO-SA)			
Диапазон частот, Гц		от $8 \cdot 10^3$ до $8 \cdot 10^9$	
Диапазон измерений уровня мощности входного сигнала, дБ (1 мВт)		от -80 до +20	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала, дБ		$\pm 2,2$	
Метрологические характеристики осциллографов цифровых MWO-4000 соответствуют требованиям, предъявляемыми: – Государственной поверочной схеме для средств измерений импульсного электрического напряжения утвержденной Приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3463; – Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360.		2 разряд 4 разряд*	
Примечание: - только для осциллографов цифровых MWO-4000 с опцией MWO-ОСХО и осциллографов цифровых MWO-4000 с опциями MWO-ОСХО и MWO-FC			

При проведении поверки осциллографов цифровых MWO-4000 в качестве рабочих эталонов единицы импульсного электрического напряжения 2 разряда необходимо использовать эталон единицы импульсного электрического напряжения 1 разряда, который обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ182-2010 «Государственный первичный специальный эталон единицы импульсного электрического напряжения с длительностью импульса от $4 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с» в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3463 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения.

При проведении поверки осциллографов цифровых MWO-4000 с опцией MWO-ОСХО и осциллографов цифровых MWO-4000 с опциями MWO-ОСХО и MWO-FC в качестве рабочих эталонов единицы частоты 4 разряда необходимо использовать эталон единицы частоты 3 разряда, который обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты.

Форма протокола поверки осциллографов цифровых MWO-4000 в части определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающей среды, °С	
Относительная влажность воздуха, %	
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид СИ должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное СИ, при этом допускается незначительное изменение дизайна СИ, не влияющее на однозначное определение типа СИ по внешнему виду	
Наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию и заводской номер СИ	
Наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное СИ	
Наружная поверхность СИ не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу СИ и его органов управления	
Разъемы СИ должны быть чистыми	
Сохранность маркировки и лакокрасочных покрытий	
Комплектность СИ должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя	

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заклучение
После включения и загрузки программного обеспечения осциллографа не должны возникать сообщения об ошибках	
ЖКИ должен быть работоспособен	
Линия развёртки должна перемещаться по вертикали во всём диапазоне ЖКИ	
Должно происходить изменение значений коэффициентов отклонения и развёртки с помощью соответствующих органов управления осциллографа	

Таблица Б.4 – Проверка программного обеспечения средства измерений

Вид проверки	Заключение
Идентификационное наименование ПО, отображаемое в диалоговом окне “Общее” должно быть: MWO FW/ MWO GUI	
Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне “Общее” должен быть для: MWO FW: не ниже 1.1.20 MWO GUI: не ниже 1.0.1	

Таблица Б.5 – Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора δf

Частота внутреннего опорного генератора	Действительные значения δf		Допустимые значения δf	
	штатно	с опцией MWO-ОСХО	штатно	с опцией MWO-ОСХО
10 МГц			$\pm 5 \cdot 10^{-6}$	$\pm 3 \cdot 10^{-8}$

Таблица Б.6 – Определение абсолютной погрешности измерений импульсного напряжения на опорной частоте 1 кГц при ручном выборе диапазона и автокалибровке нуля в зависимости от установленного значения КО (ΔA) для импеданса 1 МОм

КО	Установленные значения размаха импульса на выходе калибратора, A_k	Измеренные значения размаха импульсного сигнала $A_{изм}$, В	Рассчитанные значения ΔA , В	Допустимые значения ΔA , В	Вывод о соответствии
5 мВ/дел	45 мВ			$\pm 0,002$	
10 мВ/дел	90 мВ			$\pm 0,003$	
20 мВ/дел	180 мВ			$\pm 0,005$	
50 мВ/дел	450 мВ			$\pm 0,011$	
100 мВ/дел	900 мВ			$\pm 0,021$	
200 мВ/дел	1,8 В			$\pm 0,041$	
500 мВ/дел	4,5 В			$\pm 0,101$	
1 В/дел	9 В			$\pm 0,201$	
2 В/дел	18 В			$\pm 0,401$	
5 В/дел	45 В			$\pm 1,001$	
10 В/дел	90 В			$\pm 2,001$	
20 В/дел	180 В			$\pm 4,001$	

Таблица Б.7 – Определение абсолютной погрешности измерений импульсного напряжения на опорной частоте 1 кГц при ручном выборе диапазона и автокалибровке нуля в зависимости от установленного значения КО (ΔA) для импеданса 50 Ом

КО	Установленные значения размаха импульса на выходе калибратора, A_k	Измеренные значения размаха импульсного сигнала $A_{изм}$, В	Рассчитанные значения ΔA , В	Допустимые значения ΔA , В	Вывод о соответствии
5 мВ/дел	45 мВ			$\pm 0,002$	
10 мВ/дел	90 мВ			$\pm 0,003$	
20 мВ/дел	180 мВ			$\pm 0,005$	
50 мВ/дел	450 мВ			$\pm 0,011$	
100 мВ/дел	900 мВ			$\pm 0,021$	
200 мВ/дел	1,8 В			$\pm 0,041$	
500 мВ/дел	4,5 В			$\pm 0,101$	
1 В/дел	5 В			$\pm 0,201$	

Аналогичным образом, повторить и заполнить таблицы Б.6 и Б.7 для второго канала поверяемого осциллографа, если на нём установлена опция MWO-2CH.

Таблица Б.8 – Определение полосы пропускания при входном сопротивлении 50 Ом (неравномерности АЧХ в полосе пропускания осциллографа)

Установленные значения частоты сигнала на выходе калибратора F , МГц	Измеренные значения, амплитуды сигнала, A_F , В	Рассчитанные значения НАЧХ, дБ	Допустимое значение НАЧХ, дБ	Вывод о соответствии
1	опорное значение $A_{1МГц} =$			
1500			$\pm 3,0$	

Аналогичным образом, повторить и заполнить таблицу Б.8 для второго канала поверяемого осциллографа, если на нём установлена опция MWO-2CH.

Таблица Б.9 – Определение времени нарастания переходной характеристики.

Действительные значения времени нарастания переходной характеристики, пс	Допустимые значения времени нарастания переходной характеристики, пс, не более	Вывод о соответствии
	300	

Аналогичным образом, повторить и заполнить таблицу Б.9 для второго канала поверяемого осциллографа, если на нём установлена опция MWO-2CH.

Таблица Б.10 – Определение минимального уровня внутренней синхронизации.

Действительные значения минимального уровня внутренней синхронизации, дел	Допустимые значения минимального уровня синхронизации, дел, не более	Вывод о соответствии
	1	

Аналогичным образом, повторить и заполнить таблицу Б.10 для второго канала поверяемого осциллографа, если на нём установлена опция MWO-2CH.

ВНИМАНИЕ!!! Таблица Б.11 заполняется, только при выполнении операций поверки по пункту 10.6 (для осциллографов, у которых установлена опция MWO-FC – режим частотомера).

Таблица Б.11 – Определение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера ΔF

Частота сигнала	Измеренные значения частоты, Гц	Действительные значения ΔF , Гц	Пределы допустимых значений ΔF , Гц		Вывод о соответствии
			штатно	опция ОСХО	
500 кГц			$\pm 3,6$	$\pm 1,015$	
1 ГГц			$\pm 5001,0$	$\pm 31,0$	
1,5 ГГц			$\pm 7501,0$	$\pm 46,0$	

ВНИМАНИЕ!!! Таблицы Б.12 и Б.13 заполняются, только при выполнении операций поверки по пункту 10.7 (для осциллографов, у которых установлена опция MWO-SA – режим анализатора спектра).

Таблица Б.12 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне частот анализатора спектра ΔP

Частота входного сигнала, МГц	показания маркера АС, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP , дБ	Пределы допустимых значений, ΔP , дБ	Вывод о соответствии
0,008			$\pm 2,2$	
0,1				
1				
10				
100				
1000				
1500				
2000				
2500				
3000				
3500				
4000				
4500				
5000				
5500				
6500				
7000				
7500				
8000				

Таблица Б.13 – Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в динамическом диапазоне анализатора спектра ΔP

Значения ослабления на аттенуаторе R&S RCS A_{RSC} , дБ	Частота 1 ГГц		Частота 6 ГГц		Вывод о соответствии
	показания маркера АС, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP_x , дБ	показания маркера АС, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP_x , дБ	
10					
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					
Пределы допустимых значений, ΔP , дБ				$\pm 2,2$	–