



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ - РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



 А.Д. Меньшиков

«22» июля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ SW-HDO

Методика поверки

РТ-МП-959-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок осциллографов цифровых SW-HDO (далее - осциллографы).

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единиц времени и частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010;

- передача единиц постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023;

- передача единиц импульсного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3463, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 182-2010.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений по пунктам 10.1 – 10.6 используется метод прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А настоящей методики поверки.

На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку для меньшего числа измерительных каналов.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик:	Да	Да	10

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение сопротивления входных каналов осциллографа	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.2
Определение погрешности установки коэффициентов отклонения	Да	Да	10.3
Определение полосы пропускания	Да	Да	10.4
Определение полосы пропускания совместно с пробниками	Да	Да	10.5
Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения	Да	Да	10.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

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

- температура окружающей среды, °Cот 20 до 30;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80.

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки осциллографов цифровых SW-HDO допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с осциллографами и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки осциллографа 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
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 20 °С до плюс 30 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,0$ %	Термогигрометр UNITESS THB 1B, рег. № 70481-18
8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Генератор (калибратор) импульсных сигналов с частотой следования импульсов 1 кГц и амплитудой 1 В	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем 9530, рег. № 30374-13
10.1 Определение сопротивления входных каналов осциллографа	Средство измерений сопротивления от 40 до 90 Ом, относительная погрешность измерений сопротивления $\pm 0,1$ %	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем 9530, рег. № 30374-13
10.2 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG рег. № 43830-10
	Эталоны единицы времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 для измерения сигнала 10 МГц	Частотомер универсальный CNT-90 рег. № 41567-09
10.3 Определение относительной погрешности установки коэффициентов отклонения	Эталоны единицы импульсного электрического напряжения, соответствующий требованиям к рабочим эталонам единицы импульсного напряжения не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3463: Уимп: от 10 мВ до 5 В для 50 Ом	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем 9530, рег. № 30374-13

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.4 Определение полосы пропускания	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единицы мощности электромагнитных колебаний не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461 в диапазоне частот от 10 МГц до 18 ГГц, в диапазоне измерений мощности от $1 \cdot 10^{-3}$ до 10^2 мВт	Ваттметр проходящей мощности СВЧ NRP-Z28, рег. № 43643-10
10.5 Определение полосы пропускания совместно с пробниками	Генератор переменного синусоидального напряжения в диапазоне частот от 100 кГц до 18 ГГц, с мощностью выходного сигнала от минус 20 до +20 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов СВЧ R&S SMF100A, рег. № 39089-08
10.6 Определение абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения	Средство воспроизведения постоянного напряжения от $\pm(20$ мВ до 4 В), с относительной погрешностью воспроизведения напряжения $\pm 0,03$ %	Калибратор осциллографов 9500B с формирователем 9530, рег. № 30374-13
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 поверяемый осциллограф.

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 IEC 61010-1-2014 «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

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие поверяемого осциллографа следующим требованиям:

- внешний вид осциллографа должен соответствовать рисункам, приведенным в описании типа на данный осциллограф, при этом допускается незначительное изменение дизайна осциллографа, не влияющее на однозначное определение типа осциллографа по внешнему виду;
- наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию, серийный номер осциллографа, перечень установленных в осциллографе опций при их наличии;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данный осциллограф.
- наружная поверхность осциллографа не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу осциллографа и его органов управления;
- разъемы осциллографа должны быть чистыми;
- комплектность осциллографа должна соответствовать указанной в руководстве по эксплуатации.

7.2 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.

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 Контроль условий поверки

8.1.1 Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий проведения поверки использовать средство измерений температуры окружающей среды и средство измерений относительной влажности воздуха, указанные в таблице 2.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Ознакомиться с порядком установки осциллографа на рабочее место, порядком включения и управления осциллографом, приведенными в руководстве по эксплуатации «Осциллографы цифровые SW-HDO». Руководство по эксплуатации».

8.2.2 Выдержать осциллограф в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

8.2.3 Подключить осциллограф к сети питания. Включить осциллограф согласно руководству по эксплуатации. Выдержать осциллограф во включенном состоянии не менее 30 минут.

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

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяется работоспособность осциллографа.

8.3.2 Проверить отсутствие сообщений о неисправности после включения осциллографа. Проверить работоспособность ЖКИ, диапазон перемещения линии развертки по вертикали.

8.3.3 На осциллографе установить заводскую конфигурацию

[Setup: Default Setup]

8.3.4 После окончания процедуры сброса настроек на заводские выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1, калибратор подключить к входу канала 1 осциллографа через адаптер SMA(m)-BNC(f).

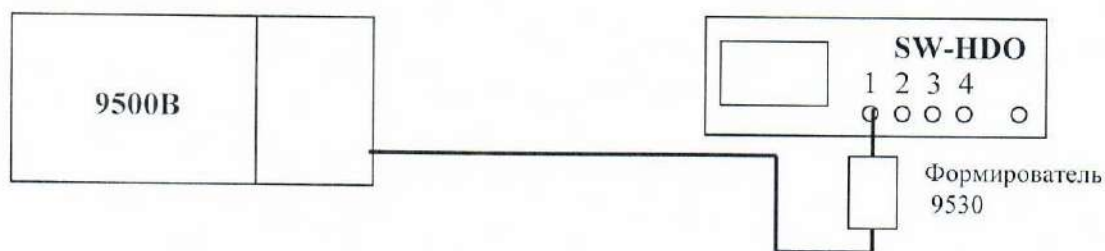


Рисунок 1 – Структурная схема соединения осциллографа с калибратором осциллографов 9500В

Установить на выходе калибратора последовательность прямоугольных импульсов с амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц. На осциллографе нажать кнопку Auto Scale.

Уменьшая значение коэффициента развертки осциллографа, наблюдать увеличение ширины изображения импульсов на экране. Увеличивая значение коэффициента отклонения осциллографа, наблюдать уменьшение высоты изображения импульсов на экране.

8.3.5 Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и в процессе загрузки осциллографа не возникают сообщения об ошибках, дисплей осциллографа работоспособен; сброс настроек осциллографа проходит без ошибок; на экране осциллографа наблюдается меандр амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц, органы управления исправно работают.

8.3.6 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру проверки необходимо прекратить, результаты проверки оформить в соответствии с разделом 12 данной методики проверки.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения проверяемого осциллографа отображаются в диалоговом окне "System Information".

Для вызова данного диалогового окна на экране осциллографа нажать клавиши:

- [HELP: System Information]

Наименование должно соответствовать указанному в описании типа на осциллограф. Версия программного обеспечения должна быть не менее указанной в описании типа.

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

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение сопротивления входных каналов осциллографа

10.1.1 Определение сопротивления входных каналов осциллографа проводят методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов 9500В.

10.1.2 Выполнить соединение средств измерений СИ в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 1.

Выполнить сброс настроек осциллографа до заводских [Setup: Default Setup]

Соединить выход калибратора 9500В с выходом канала «1» осциллографа через адаптер SMA(m)-BNC(f)

Установить на калибраторе 9500В режим измерения сопротивления на нагрузку 50 Ом. Активировать канал осциллографа и выход калибратора.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

[Setup: Default Setup]

[C1: 50 mV]

Зафиксировать измеренное калибратором значение сопротивления в таблице Б.5 приложения Б.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

[Setup: Default Setup]

[C1: 500 mV]

Зафиксировать измеренное калибратором значение сопротивления в таблице Б.5 приложения Б.

10.1.3 Повторить процедуру для остальных каналов поверяемого осциллографа, при этом выключить уже поверенный канал.

10.2 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

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

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

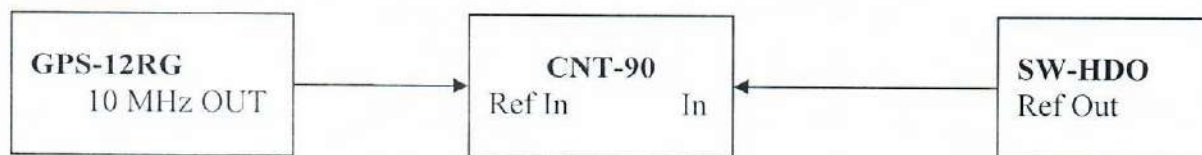


Рисунок 2 - Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора

На частотомере универсальном CNT-90 установить импеданс 50 Ом, число разрядов 12, уровень синхронизации 50 %, режим работы от внешней опорной частоты, режим измерения частоты.

10.2.3 Измерить с помощью частотомера частоту опорного генератора у осциллографа и зафиксировать результаты измерений как $F_{\text{изм}}$, МГц, в таблице Б.6 приложения Б.

10.3 Определение допускаемой относительной погрешности установки коэффициентов отклонения

10.3.1 Определение допускаемой относительной погрешности установки коэффициентов отклонения проводят методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов 9500В.

10.3.2 Выполнить соединение средств измерений СИ в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 1, калибратор подключить к входу канала 1 осциллографа.

Выполнить следующие установки на осциллографе:

[Setup: Default Setup]

[Timebase: Scale: 10 ms]

[Setup: Acquisition: Acquisition Mode "High Resolution"]

[MEAS: Add Measurement: "Average»: Ok]

[Clear Display]

10.3.3 Последовательно установить на выходе калибратора напряжение постоянного тока на нагрузке 50 Ом в соответствии с таблицей Б7 приложения Б при соответствующих значениях коэффициента отклонения осциллографа.

Зафиксировать показания осциллографа при измерении положительного и отрицательного напряжения и записать как $U_{осц+}$ и $U_{осц-}$ в таблице Б.7 приложения Б.

10.3.4 Повторить процедуру для остальных каналов поверяемого осциллографа, при этом выключить уже поверенный канал.

10.4 Определение полосы пропускания

10.4.1 Определение полосы пропускания проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра проходящей мощности СВЧ NRP-Z28 и генератора сигналов СВЧ R&S SMF100A, который используется в качестве источника синусоидального сигнала.

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

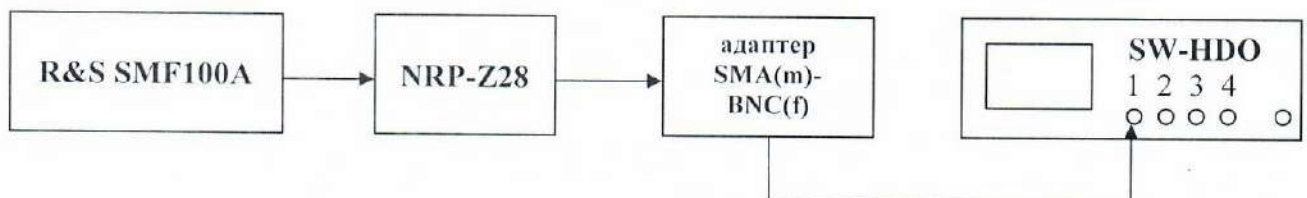


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения полосы пропускания

10.4.3 Выполнить следующие установки на осциллографе:

[Setup: Default Setup]

[C1: 100 mV]

[Timebase: Scale: 100 ns]

[Setup: Acquisition: Acquisition Mode "High Resolution"]]

[Measure: Add Measurement: RMS: Ok: Source "CH1"]

[Clear Display]

10.4.4 Установить на генераторе значение частоты выходного сигнала 10 МГц и значение уровня выходного сигнала 6 дБ относительно 1 мВт. Отрегулировать уровень выходного сигнала генератора таким образом, чтобы показания ваттметра NRP-Z28 составляли ровно 1 мВт. Зафиксировать результат измерения напряжения по показаниям осциллографа U_0 .

10.4.5 Установить на выходе генератора верхнюю граничную частоту полосы пропускания поверяемого осциллографа в соответствии с таблицей 3. Отрегулировать

уровень выходного сигнала генератора таким образом, чтобы показания ваттметра NRP-Z28 составляли ровно 1 мВт. Зафиксировать результат измерения напряжения по показаниям осциллографа U_H .

Таблица 3 – Полоса пропускания осциллографов

Модификация осциллографа	Максимальная полоса пропускания, ГГц
SW-HDO8182, 1 канал SW-HDO8184, 1 и 3 каналы	18 ГГц
SW-HDO8182, SW-HDO8184, все каналы	10,5 ГГц

Зафиксировать показания осциллографа U_O при частоте сигнала генератора 10 МГц, показания осциллографа U_H при частоте сигнала генератора 10,5 ГГц и 18 ГГц в таблице Б.8 приложения Б.

10.4.6 Повторить процедуру для остальных каналов поверяемого осциллографа, при этом выключить уже поверенный канал.

10.5 Определение полосы пропускания совместно с пробниками (при наличии пробника активного дифференциального DP6180A)

10.5.1 Определение полосы пропускания совместно с пробниками методом прямых измерений с помощью ваттметра проходящей мощности СВЧ NRP-Z28 и генератора сигналов СВЧ R&S SMF100A, который используется в качестве источника синусоидального сигнала.

10.5.2 Выполнить соединение средств измерений СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 4, подключив NRP-Z28 к входу канала 1 осциллографа через пробник DP6180A. К входу положительной полярности (+) пробника DP6180A подключить NRP-Z28. К входу отрицательной полярности (-) пробника DP6180A подключить согласованную СВЧ нагрузку 50 Ом из комплекта.

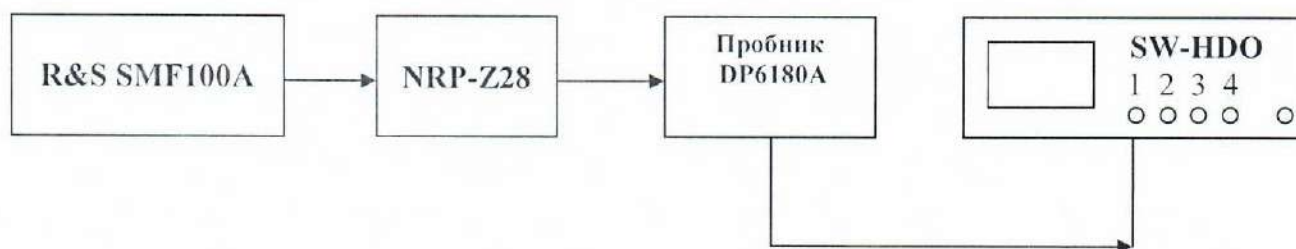


Рисунок 4 – Структурная схема соединения при определении полосы пропускания совместно с пробниками

10.5.3 Выполнить следующие установки на осциллографе:

[Setup:Default Setup]

[C1: 100 mV]

[Timebase: Scale: 10 ms]

[Setup: Acquisition: Acquisition Mode "High Resolution"]

[Measure: Add Measurement: RMS: Ok: Source "CH1"]

[Clear Display]

10.5.4 Установить на генераторе значение частоты выходного сигнала 10 МГц и значение уровня выходного сигнала 6 дБ относительно 1 мВт. Отрегулировать выходной

уровень генератора таким образом, чтобы показания ваттметра NRP-Z28 составляли ровно 1 мВт. Зафиксировать результат измерения напряжения по показаниям осциллографа U_0 .

10.5.5 Установить на выходе генератора верхнюю граничную частоту полосы пропускания поверяемого осциллографа в соответствии с таблицей 3. Отрегулировать выходной уровень генератора таким образом, чтобы показания ваттметра NRP-Z28 составляли ровно 1 мВт. Зафиксировать результат измерения напряжения по показаниям осциллографа U_H .

Зафиксировать показания осциллографа U_0 при частоте сигнала генератора 10 МГц, показания осциллографа U_H при частоте сигнала генератора 10,5 ГГц и 18 ГГц в таблице Б.9 приложения Б.

10.6 Определение абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения

10.6.1 Определение абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения проводят методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов 9500В.

10.6.2 Выполнить соединение средств измерений СИ в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 1. Выход калибратора 9500В подключить к входу канала 1 осциллографа.

10.6.3 Выполнить следующие установки на осциллографе:

[Setup:Default Setup]

[C1: 10 mV: Offset +40mV]

[Timebase: Scale: 1 ms]

[Setup: Acquisition: Acquisition Mode "Average": 16]

[Trigger: Source: Channel 1]

[MEAS: Add Measurement: "Average": Ok]

[Clear Display]

10.6.4 Установить на калибраторе 9500 значение напряжения U_K минус 40 мВ. Активировать вход калибратора. Зафиксировать измеренное на канале осциллографа значение напряжения $U_{ОСЦ}$ в таблице Б.10 приложения Б.

10.6.5 Устанавливать значения КО, напряжения смещения $U_{СМ}$ и соответствующее значение напряжения на калибраторе U_K , указанные в таблице 4. Зафиксировать измеренные на канале осциллографа значения напряжения $U_{ОСЦ}$ в таблице Б.10 приложения Б.

10.6.6 Повторить процедуру для остальных каналов поверяемого осциллографа, при этом выключить уже поверенный канал.

Таблица 4 – Значения напряжения на выходе калибратора

Коэффициент отклонения КО	Напряжение смещения $U_{СМ}$	Напряжение на выходе калибратора U_K
1	2	3
10 мВ/дел	-0,04 В	-0,04 В
	+0,04 В	+0,04 В
20 мВ/дел	-0,08 В	-0,08 В
	+0,08 В	+0,08 В
50 мВ/дел	-0,2 В	-0,2 В
	+0,2 В	+0,2 В

Продолжение таблицы 4

1	2	3
100 мВ/дел	-0,4 В	-0,4 В
	+0,4 В	+0,4 В
200 мВ/дел	-0,8 В	-0,8 В
	+0,8 В	+0,8 В
500 мВ/дел	-2 В	-2 В
	+2 В	+2 В
1000 мВ/дел	-4 В	-4 В
	+4 В	+4 В

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки по пункту 10.1 считаются удовлетворительными, если измеренные значения входного сопротивления каналов находятся в пределах значений, указанных в таблице 5

Таблица 5 – Значения входного сопротивления

Коэффициент отклонения КО	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
50 мВ/дел	48,50 Ом	51,50 Ом
500 мВ/дел	48,50 Ом	51,50 Ом

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений $F_{\text{изм}}$ рассчитать относительную погрешность частоты внутреннего опорного генератора δf по формуле

$$\delta f = \frac{F_{\text{изм}} - 10}{10} \quad (1)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительное значение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора δf не выходят за пределы $\pm(2+1 \cdot Y) \cdot 10^{-6}$, где Y – значение целого количество лет после выпуска из производства или последней калибровки частоты опорного генератора осциллографа.

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов измерений $U_{\text{осц}+}$ и $U_{\text{осц}-}$ рассчитать относительную погрешность установки коэффициента отклонения $\delta_{\text{КО}}$ % по формуле

$$\delta_{\text{КО}} = \left(\frac{U_{\text{осц}+} - U_{\text{осц}-}}{U_{\text{К}+} - U_{\text{К}-}} - 1 \right) \cdot 100\% , \quad (2)$$

где $U_{\text{осц}+}$, $U_{\text{осц}-}$ - показания осциллографа при измерении положительного и отрицательного напряжения, В;

U_{K+} , U_{K-} - установленное на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока, В.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если относительная погрешность установки коэффициентов отклонения находится в пределах $\pm 3,0\%$.

11.4 Для полученных в пункте 10.4 результатов измерений напряжений U_n и U_0 рассчитать значение неравномерности АЧХ ΔU по формуле:

$$\Delta U = 20 \log (U_n / U_0), \text{ дБ.} \quad (3)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если неравномерность АЧХ не превышает ± 3 дБ.

11.5 Для полученных в пункте 10.5 результатов измерений напряжений U_n и U_0 рассчитать значение неравномерности АЧХ ΔU по формуле (3).

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если неравномерность АЧХ не превышает ± 3 дБ.

11.6 Результаты поверки по операции пункта 10.6 считаются удовлетворительными, если измеренные значения постоянного напряжения смещения $U_{\text{осц}}$ находятся в пределах допускаемых значений $U_{\text{мин}}$, $U_{\text{макс}}$ указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Нижний и верхний пределы допускаемых значений установки напряжения смещения

Коэффициент отклонения КО	Напряжение смещения $U_{\text{см}}$	Напряжение на выходе калибратора U_K	Нижний предел допускаемых значений $U_{\text{мин}}$	Верхний предел допускаемых значений $U_{\text{макс}}$
1	2	3	4	5
10 мВ/дел	-0,04В	-0,04 В	-0,0438	-0,0362
	+0,04 В	+0,04 В	0,0362	0,0438
20 мВ/дел	-0,08 В	-0,08 В	-0,0856	-0,0744
	+0,08 В	+0,08 В	0,0744	0,0856
50 мВ/дел	-0,2 В	-0,2 В	-0,211	-0,189
	+0,2 В	+0,2 В	0,189	0,211
100 мВ/дел	-0,4 В	-0,4 В	-0,42	-0,38
	+0,4 В	+0,4 В	0,38	0,42
200 мВ/дел	-0,8 В	-0,8 В	-0,838	-0,762
	+0,8 В	+0,8 В	0,762	0,838
500 мВ/дел	-2 В	-2 В	-2,092	-1,908
	+2 В	+2 В	1,908	2,092
1000 мВ/дел	-4 В	-4 В	-4,182	-3,818
	+4 В	+4 В	3,818	4,182

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 расчетов 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.

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 «НИЦ ПМ - Ростест»



С. Н. Голышак

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



А. С. Каледин

Приложение А
(обязательное)

Основные метрологические характеристики осциллографов цифровых SW-HDO

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики		Значение
Входное сопротивление, Ом		$50 \pm 1,5$
Полоса пропускания в двухканальном режиме, ГГц, не менее		18
Полоса пропускания в четырехканальном режиме, ГГц, не менее		10,5
Максимальная частота дискретизации F_d , Гц	2 канала	$8 \cdot 10^{10}$
	4 канала	$4 \cdot 10^{10}$
Пределы допускаемой относительной погрешности внутреннего опорного генератора 10 МГц		$\pm(2+1 \cdot Y^1) \cdot 10^{-6}$
Диапазон значений коэффициента развертки, с/дел		от $2 \cdot 10^{-11}$ до $2 \cdot 10^2$
Диапазон значений коэффициента отклонения (КО) в последовательности 1; 2; 5, В/дел		от 0,01 до 1
Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента отклонения $\delta_{КО}$, %		± 3
Диапазон установки постоянного напряжения смещения $U_{см}$, при КО, В:		
10 мВ/дел;		$\pm 0,04$
20 мВ/дел;		$\pm 0,08$
50 мВ/дел;		$\pm 0,2$
100 мВ/дел;		$\pm 0,4$
200 мВ/дел;		$\pm 0,8$
500 мВ/дел;		± 2
1000 мВ/дел		± 4
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения $\Delta U_{см}$, В		$\pm(0,1 \cdot КО + 0,02 \cdot U_{см} + 0,002)$
) где Y – значение целого количества лет после выпуска из производства или последней калибровки частоты опорного генератора осциллографа		
Пробник активный дифференциальный DP6180A		
Полоса пропускания в двухканальном режиме, ГГц, не менее		18
Входное сопротивление, кОм		50
Диапазон входных напряжений, В		от -2,5 до +2,5
Коэффициент деления		10 ± 1

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки осциллографов цифровых SW-HDO в части определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающего среды, °С	
Относительная влажность воздуха, %	

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид осциллографа должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данный осциллограф, при этом допускается незначительное изменение дизайна осциллографа, не влияющее на однозначное определение типа осциллографа по внешнему виду	
Наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию, серийный номер осциллографа и перечень установленных в осциллографе опций при их наличии	
Наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данный осциллограф	
Наружная поверхность осциллографа не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу осциллографа и его органов управления	
Разъемы осциллографа должны быть чистыми	
Комплектность осциллографа должна соответствовать указанной в в руководстве по эксплуатации	

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заключение
После включения и в процессе загрузки осциллографа не возникают сообщения об ошибках	
Дисплей осциллографа должен быть работоспособен	
Сброс настроек осциллографа проходит без ошибок. После подачи последовательность прямоугольных импульсов с выхода калибратора на экране осциллографа наблюдается меандр амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц, органы управления исправно работают.	

Таблица Б.4 – Проверка программного обеспечения средства измерений

Вид проверки	Заключение
Идентификационное наименование ПО осциллографа, отображаемое в диалоговом окне “ System Information ”, должно быть: Digital Oscilloscope	
Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне “ System Information ” должен не ниже 1.1.102	

Таблица Б.5 – Проверка значения входного сопротивления

Коэффициент отклонения КО	Входное сопротивление $R_{ВХ}$	Измеренное значение $R_{ИЗМ}$	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
50 мВ/дел	50 Ом		48,50 Ом	51,50 Ом
500 мВ/дел	50 Ом		48,50 Ом	51,50 Ом

Таблица Б.6 – Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора (δF)

Частота внутреннего опорного генератора	Измеренное значения частоты $F_{ИЗМ}$, МГц	Рассчитанные значения δF	Допустимые значения δF	Вывод о соответствии
10 МГц			$\pm(2+1 \cdot Y) \cdot 10^{-6}$	

где Y – значение целого количество лет после выпуска из производства или последней калибровки частоты опорного генератора осциллографа

Таблица Б.7 – Определение относительной погрешности установки коэффициентов отклонения

Коэффициент отклонения КО	Напряжение на выходе калибратора, $U_{К+}/U_{К-}$	Показания осциллографа, мВ		Погрешность коэффициента отклонения $\delta_{КО}$, %	Пределы допускаемой погрешности КО, %
		$U_{ОСЦ+}$	$U_{ОСЦ-}$		
10 мВ/дел	$\pm 4,5$ мВ				$\pm 3,0$
10 мВ/дел	± 18 мВ				$\pm 3,0$
10 мВ/дел	$\pm 22,5$ мВ				$\pm 3,0$
20 мВ/дел	± 45 мВ				$\pm 3,0$
20 мВ/дел	± 70 мВ				$\pm 3,0$
50 мВ/дел	± 180 мВ				$\pm 3,0$
100 мВ/дел	± 350 мВ				$\pm 3,0$
200 мВ/дел	$\pm 0,75$ В				$\pm 3,0$
500 мВ/дел	$\pm 1,8$ В				$\pm 3,0$
1 В/дел	$\pm 3,8$ В				$\pm 3,0$

Таблица Б.8 – Определение полосы пропускания

Канал Осциллографа	Выходной уровень по данным ваттметра	Показания Осциллографа при частоте сигнала генератора 10 МГц U_O	Показания Осциллографа при частоте сигнала генератора 10,5 ГГц (четырёхканальный режим) U_H	Показания Осциллографа при частоте сигнала генератора 18 ГГц (двухканальный режим) U_H
Канал 1	1 мВт			
Канал 2				
Канал 3				
Канал 4				

Таблица Б.9 – Определение полосы пропускания совместно с пробниками (при наличии пробника DP6180A)

Канал Осциллографа	Выходной уровень по данным ваттметра	Показания Осциллографа при частоте сигнала генератора 10 МГц U_O	Показания Осциллографа при частоте сигнала генератора 10,5 ГГц (четырёхканальный режим) U_H	Показания Осциллографа при частоте сигнала генератора 18 ГГц (двухканальный режим) U_H
Канал 1	1 мВт			

Таблица Б.10 – Определение абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения

Коэффициент отклонения	Импеданс входа	Напряжение смещения	Напряжение на выходе калибратора	Показания осциллографа	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
КО	R _{вх}	U _{см}	U _к	U _{осц}	U _{мин}	U _{макс}
10 мВ/дел	50 Ом	-0,04В	-0,04 В		-0,0438	-0,0362
		+0,04 В	+0,04 В		0,0362	0,0438
20 мВ/дел		-0,08 В	-0,08 В		-0,0856	-0,0744
		+0,08 В	+0,08 В		0,0744	0,0856
50 мВ/дел		-0,2 В	-0,2 В		-0,211	-0,189
		+0,2 В	+0,2 В		0,189	0,211
100 мВ/дел		-0,4 В	-0,4 В		-0,42	-0,38
		+0,4 В	+0,4 В		0,38	0,42
200 мВ/дел		-0,8 В	-0,8 В		-0,838	-0,762
		+0,8 В	+0,8 В		0,762	0,838
500 мВ/дел		-2 В	-2 В		-2,092	-1,908
		+2 В	+2 В		1,908	2,092
1000 мВ/дел		-4 В	-4 В		-4,182	-3,818
		+4 В	+4 В		3,818	4,182