

Государственная система обеспечения единства измерений
Акционерное общество
«Приборы, Сервис, Торговля»
(АО «ПриСТ»)

УТВЕРЖДАЮ
Главный метролог
АО «ПриСТ»



А.Н. Новиков
«25» мая 2018 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ СЕРИИ
WaveRunner 8000R-R**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
ПР-17-2018МП**

г. Москва
2018 г.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических проверок осциллографов цифровых запоминающих серии WaveRunner 8000R-R изготавливаемых «Teledine LeCroy», США.

Осциллографы цифровые запоминающие серии WaveRunner 8000R-R (далее – осциллографы) предназначены для исследования формы и измерения амплитудных и временных параметров электрических сигналов.

Межповерочный интервал 1 год.

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

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Операции проверки

Наименование операции	Номер пункта методики проверки	Проведение операции при	
		первичной проверке	периодической проверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	7.3	Да	Да
4 Определение сопротивления входных каналов осциллографа	7.4	Да	Да
5 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	7.5	Да	Да
6 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока постоянным смещением	7.6	Да	Да
7 Определение ширины полосы пропускания	7.7	Да	Да
8 Определение времени нарастания переходной характеристики	7.8	Да	Да
9 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	7.9	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

2.2 Допускается применять другие средства проверки, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства проверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о проверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Тип средства поверки
7.4	Калибратор осциллографов Fluke 9500В. Диапазон измерений сопротивления от 10 Ом до 12 МОм. Относительная погрешность измерения сопротивления от $\pm 0,1$ до $\pm 0,5$ %
7.5-7.6	Калибратор осциллографов Fluke 9500В. Диапазон выходного напряжения постоянного тока от 1 мВ до 5 В на нагрузке 50 Ом, от 1 мВ до 200 В на нагрузке 1 МОм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (0,00025U_{\text{вых}} + 25 \text{ мкВ})$.
7.7	Генератор сигналов MG3694С. Диапазон частот от 0,1 Гц до 40 ГГц (с опциями 5 и 22). Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-9}$. Предел допускаемой относительной погрешности уровня мощности на частотах до 40 ГГц ± 1 дБ.
7.8	Калибратор осциллографов Fluke 9500В с формирователем 9530. Время нарастания не более 150 пс. Генератор испытательных импульсов Picosecond 4005. Время нарастания не более 11 пс. Делитель напряжения ДН-1 из комплекта И1-15. Диапазон ослаблений от 0 до 41 дБ с шагом 1 дБ.
7.9	Калибратор осциллографов Fluke 9500В. Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты генератора $\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °С.	$\pm 0,25$ °С	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620А
Давление	от 30 до 120 кПа	± 300 Па	Манометр абсолютного давления Testo 511
Влажность	от 10 до 100 %	± 2 %	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620А

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и соответствующие требованиям к поверителям средств измерений согласно ГОСТ Р 56069-2014.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требования правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н.

4.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;

- проверить наличие действующих свидетельств поверки на основные и вспомогательные средства поверки.

6.2 Средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

6.3 Проверено наличие удостоверения у поверителя на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III.

6.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 5 должен быть проведен перед началом поверки.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр.

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми,

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7.2 Опробование.

Перед началом работы необходимо подключить внешний монитор к портам осциллографа DisplayPort или VGA.

Опробование осциллографов проводят путем проверки их на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате проверки прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Проверка программного обеспечения.

Проверка программного обеспечения осциллографов осуществляется путем вывода на дисплей прибора информации о версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации на прибор.

Результат поверки считать положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	XStreamDSO
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 8.5.0.0
Цифровой идентификатор ПО	нет данных

7.4 Определение сопротивления входных каналов осциллографа

Определение сопротивления входных каналов осциллографа проводить методом прямого измерения сопротивления калибратором осциллографов Fluke 9500В в следующей последовательности:

7.4.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.4.2 На калибраторе установить режим измерения сопротивления.

7.4.3 Включить осциллограф и выполнить сброс на заводские настройки согласно инструкции по эксплуатации.

7.4.4 В меню «Утилиты» в разделе «Калибровка» установить режим «Динамическая калибровка».

7.4.5 Провести измерения сопротивления входа осциллографа при настройках, приведенных в таблице 5.

7.4.6 Провести измерения по п.п. 7.4.1 – 7.4.4 для каждого канала осциллографа.

7.4.7 Определить отклонение сопротивления входных каналов осциллографа от номинального значения Δ_R по формуле (1):

$$\Delta_R = R_{\text{ИЗМ}} - R_{\text{НОМ}} \quad (1)$$

где: $R_{\text{ИЗМ}}$ – значение сопротивления входного канала, измеренное калибратором осциллографов Fluke 9500В, Ом;

$R_{\text{НОМ}}$ – значение сопротивления входного канала, установленного в осциллографе, Ом.

Таблица 5 – Определение отклонения сопротивления входных каналов осциллографа от номинальных значений

Номер канала	Установленный коэффициент отклонения, мВ/дел.	Номинальное значение входного сопротивления, Ом	Измеренное значение входного сопротивления, Ом	Отклонение от номинального значения сопротивления, Ом	Допустимое отклонение от номинального сопротивления, Ом
1	50 200	50			± 1
	50 200	$1 \cdot 10^6$			$\pm 2 \cdot 10^4$
2	50 200	50			± 1
	50 200	$1 \cdot 10^6$			$\pm 2 \cdot 10^4$
3	50 200	50			± 1
	50 200	$1 \cdot 10^6$			$\pm 2 \cdot 10^4$
4	50 200	50			± 1
	50 200	$1 \cdot 10^6$			$\pm 2 \cdot 10^4$

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

7.5 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Определение погрешности измерения напряжения проводить с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530.

7.5.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.5.2 Органы управления осциллографа установить в следующие положения:

- канал 1 – Включен, связь входа – DC 50 Ом, ограничение полосы пропускания – 20 МГц;

- режим «Динамическая калибровка» включен

- синхронизация: режим – Авто;

- режим измерения – Среднее значение (Mean), статистика измерений – включена;

- коэффициент отклонения – устанавливается из таблицы 6.

7.5.3 Для получения результата измерения в диалоговом меню «Допусковый контроль» нажать «Очистка экрана» и произвести считывание среднего значения результата измерения при числе статистики измерений не менее 50.

7.5.4 Провести измерения при значениях коэффициента отклонения, входного сопротивления, выходного напряжения с калибратора, указанных в таблице 6.

7.5.5 Повторить измерения по п.п. 7.5.1 - 7.5.4 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 6 – Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Коэффициент отклонения		Выходное напряжение с калибратора, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения, В
R _{вх} =50 Ом	R _{вх} =1 МОм		
1	2	3	4
2 мВ/дел	2 мВ/дел	+0,006	±0,00116
		-0,006	
5 мВ/дел	5 мВ/дел	+0,015	±0,0014
		-0,015	
10 мВ/дел	10 мВ/дел	+0,030	±0,0018
		-0,030	
20 мВ/дел	20 мВ/дел	+0,06	±0,0026
		-0,06	
50 мВ/дел	50 мВ/дел	+0,15	±0,005
		-0,15	
100 мВ/дел	100мВ/дел	+0,300	±0,009
		-0,300	
200 мВ/дел	200 мВ/дел	+0,600	±0,017
		-0,600	
500мВ/дел	500мВ/дел	+1,5	±0,041
		-1,5	
1 В/дел	1 В/дел	+3,0	±0,081
		-3,0	

Продолжение таблицы 6

-	2 В/дел	+6,0	±0,081
		-6,0	
-	5 В/дел	+15	±0,401
		-15	
-	10 В/дел	+30,0	±0,801
		-30,0	

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов допускаемой абсолютной погрешности, приведенных в таблице 6.

7.6 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока постоянным смещением

Определение абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения со смещением проводить с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530.

7.6.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.6.2 Органы управления осциллографа устанавливают в следующие положения:
- канал 1 – Включен, связь входа – DC 50 Ом, ограничение полосы пропускания – 20 МГц;

- синхронизация: тип – режим – Авто;
- режим «Динамическая калибровка» включен;
- режим измерения – Среднее значение (Mean), статистика измерений – включена;
- коэффициент отклонения – устанавливается из таблицы 7.

7.6.3 В меню канала выбрать функцию «Смещение» и установить сигнал по центральной горизонтальной линии осциллографа.

7.6.4 Подать напряжение положительной полярности (U+), значение которого приведено в таблице 7, с калибратора на вход канала 1 осциллографа. Значение напряжения не должно превышать максимально допустимый уровень на входе осциллографа.

7.6.5. Произвести установку напряжения смещения, равного по величине выходному напряжению калибратора, но имеющему противоположный знак.

7.6.6 Провести измерения заданного постоянного уровня с калибратора при помощи автоматических измерений осциллографа.

7.6.7 Определить абсолютную погрешность измерения постоянного напряжения со смещением по формуле (2):

$$\Delta = |U_{\text{изм}}| - |U_{\text{к}}| \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения, измеренное поверяемым осциллографом, В;
 $U_{\text{к}}$ – значение напряжения, установленное на калибраторе, В.

7.6.8 Провести измерения по п. 7.6.1 – 7.6.7 при остальных значениях коэффициента отклонения и значениях уровня постоянного напряжения, включая отрицательные значения, указанных в таблице 7.

7.6.9 Провести измерения по п.п. 7.6.1 – 7.6.8 для остальных каналов осциллографа. При этом неиспользуемые каналы должны быть отключены.

7.6.10 Провести измерения по п.п. 7.6.1 – 7.6.9 при входном сопротивлении каналов 1 МОм.

Таблица 7 – Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока постоянным смещением

Коэффициент отклонения осциллографа		Установленный уровень постоянного напряжения с калибратора, В		Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока со смещением, В	
$R_{вх}=50 \text{ Ом}$	$R_{вх}=1 \text{ МОм}$	$R_{вх}=50 \text{ Ом}$	$R_{вх}=1 \text{ МОм}$	$R_{вх}=50 \text{ Ом}$	$R_{вх}=1 \text{ МОм}$
2 мВ/дел	2 мВ/дел	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,00866$	$\pm 0,00866$
5 мВ/дел	5 мВ/дел	$\pm 1,4$	$\pm 1,4$	$\pm 0,0224$	$\pm 0,0224$
10 мВ/дел	10 мВ/дел	$\pm 2,8$	$\pm 2,8$	$\pm 0,0438$	$\pm 0,0438$
20 мВ/дел	20 мВ/дел	± 4	± 6	$\pm 0,0626$	$\pm 0,0926$
-	200 мВ/дел	-	± 60	-	$\pm 0,9026$
-	10 В/дел	-	± 160	-	$\pm 3,201$

Результаты поверки считать положительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерения, не превышает пределов, приведенных в таблице 9.

7.7 Определение ширины полосы пропускания

Определение ширины полосы пропускания осциллографа проводить методом прямого измерения поверяемым прибором частоты испытательного сигнала, воспроизводимого эталоном – калибратором осциллографов Fluke 9500В или генератором высокочастотным (для осциллографов с полосой пропускания 4 ГГц).

7.7.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.7.2 Установить на осциллографе:

- входное сопротивление канала 50 Ом;
- коэффициент отклонения осциллографа – минимальный (согласно таблице 8);
- коэффициент развертки 100 мкс/дел; интерполяция – $\sin x/x$, ограничение полосы пропускания – выключено.

7.7.3 Установить на выходе калибратора Fluke 9500В (или генератора) синусоидальный сигнал частотой 50 кГц и установить размах сигнала от 4 до 6 делений по вертикали. Измерить размах сигнала $U_{\text{опорное}}$ при помощи автоматических измерений осциллографа.

7.7.4 Установить на выходе калибратора Fluke 9500В сигнал с частотой, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа.

7.7.5 Установить на поверяемом осциллографе величину коэффициента развертки 10 нс/дел.

7.7.6 Увеличивать частоту сигнала с калибратора до тех пор, пока размах сигнала на экране осциллографа не станет равным $0,708U_{\text{опорное}}$. Для осциллографов с шириной полосы пропускания 4 ГГц использовать генератор высокочастотный с диапазоном частот не менее 4 ГГц.

7.7.7 Записать установленную частоту с дисплея калибратора (или генератора), которая будет соответствовать частоте полосы пропускания осциллографа.

7.7.8 Провести измерения по п.п. 7.7.1 – 7.7.7 для остальных коэффициентов отклонения осциллографа до 1 В/дел включительно.

7.7.9 Провести измерения по п.п. 7.7.1 – 7.7.7 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 8 – Полоса пропускания по уровню -3 дБ

Характеристика	Модификации	Значение
Полоса пропускания по уровню -3 дБ, при входном сопротивлении 50 Ом, МГц, не менее - при коэффициенте отклонения не менее 2 мВ/дел	WaveRunner 8104R-R	1000
	WaveRunner 8254MR-R	2500
Полоса пропускания по уровню -3 дБ, при входном сопротивлении 50 Ом, МГц, не менее - при коэффициенте отклонения не менее 5 мВ/дел	WaveRunner 8404MR-R	4000

Результаты поверки считать положительными, если значение полосы пропускания осциллографа не менее значения, приведенного в таблице 8.

7.8 Определение времени нарастания переходной характеристики

Определение времени нарастания переходной характеристики (ПХ) производить методом прямого измерения путем подачи на вход осциллографа импульса с малым временем нарастания от эталона, указанного в таблице 9.

Таблица 9 – Определение времени нарастания переходной характеристики

Эталон	Модификация осциллографов	Допускаемое значение ПХ осциллографа, пс, не более
Калибратор Fluke 9500 с формирователем 9530	WaveRunner 8104R-R	415
	WaveRunner 8254MR-R	160
Генератор испытательных импульсов Picosecond 4005, делитель напряжения ДН-1 из комплекта калибратора И1-15	WaveRunner 8404R-R	100

7.8.1 Выход формирователя подключить на вход первого канала поверяемого осциллографа. При использовании генератора испытательных импульсов Picosecond 4005 выход генератора подключать к осциллографу через ступенчатый аттенюатор с шагом не более 1 дБ и диапазоном ослабления не менее 40 дБ.

7.8.2 Органы управления осциллографа устанавливаются в следующие положения:

- канал 1 – Включен, связь входа – DC 50 Ом, ограничение полосы пропускания – Выключено;
- синхронизация: тип – Фронт, источник – Канал 1 (проверяемый), режим – Авто;
- развертка - эквивалентная; минимальное значение коэффициента развертки, при котором наблюдается фронт импульса;
- режим измерения: Время нарастания (Rise (10%-90%)) (При использовании генератора испытательных импульсов Picosecond 4005 использовать режим измерения Времени спада (Fall (10%-90%)), статистика измерений включена;
- коэффициент отклонения - ≥ 10 мВ/дел.

7.8.3 Установить амплитуду импульса на экране осциллографа не меньше 4 делений по вертикали. Выбрать в диалоговом меню «Допусковый контроль» функцию «Очистка экрана» и произвести считывание среднего значения результата измерения времени нарастания при числе статистики измерений не менее 50.

7.8.4 Определить время нарастания переходной характеристики по формуле (3):

$$t_{\text{пх}} = \sqrt{t_x^2 - t_0^2} \quad (3)$$

где t_x – значение времени нарастания, измеренное поверяемым осциллографом, пс;
 t_0 – значение времени нарастания формирователя калибратора (или на выходе генератора), пс.

7.8.5 Повторить измерения по п.п. 7.8.1 - 7.8.5 для коэффициентов отклонения 20 мВ/дел, 50 мВ/дел, 100 мВ/дел, 200 мВ/дел, 500мВ/дел, 1 В/дел.

7.8.6 Повторить измерения по п.п. 7.8.1 - 7.8.6 для остальных каналов осциллографа.

Результаты поверки считать положительными, если вычисленные по формуле (3) значения времени нарастания не превышают значений, приведенных в таблице 9.

7.9 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора проводить методом стробоскопического преобразования с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500В.

7.9.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.9.2 Выполнить следующие установки осциллографа:

- канал 1 – Включен, связь входа – DC 50 Ом, ограничение полосы пропускания – выключено;

- синхронизация: режим – авто;

- режим измерения – частота, статистика измерений – включена;

- коэффициент отклонения – 100 мВ/дел;

7.9.3 Подать на вход осциллографа синусоидальный сигнал с калибратора, частотой $f_{\text{тест}}=10,008$ МГц. Амплитуду сигнала с калибратора установить не менее 6 делений по вертикальной шкале осциллографа

7.9.3 Установить минимальное значение длины памяти осциллографа (в настройках развертки выбрать установки длинны записи и установить 500).

7.9.4 Установить коэффициент развертки осциллографа 500 мкс/дел. На экране осциллографа будет наблюдаться низкочастотный сигнал $F_{\text{СТРОБ}}$.

7.9.5 Выбрать в диалоговом меню «Допусковый контроль» функцию «Очистка экрана» и произвести считывание среднего значения результата измерения частоты при числе статистики измерений не менее 50.

7.9.6 Определить абсолютную погрешность частоты внутреннего опорного генератора Δ_F по формуле (4):

$$\Delta_F = F_{\text{СТРОБ}} - 8000, \quad (4)$$

где: $F_{\text{СТРОБ}}$ – частота низкочастотного сигнала, наблюдаемого на экране осциллографа, Гц.

7.9.7 Вычислить относительную погрешность частоты внутреннего опорного генератора по формуле (5)

$$\delta_F = \Delta_F / 10^7, \quad (5)$$

где: Δ_F – абсолютная погрешность частоты внутреннего опорного генератора, определенная по п.7.9.6, Гц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если вычисленное по формуле (5) значение погрешности не превышает $\pm 1,5 \cdot 10^{-6}$.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки нагрузок оформляется свидетельство о поверке в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

8.2 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.

Начальник отдела испытаний
И сертификации

 С.А. Корнеев