

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов
2024 г.

«ГСИ. Генераторы-анализаторы трафика LR100Gen Hardware Appliance 10G.
Методика поверки»

МП 651-24-027

р.п. Менделеево.

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на генераторы-анализаторы трафика LR100Gen Hardware Appliance 10G (далее – приборы), изготовленные АО «Инфо-ТеКС», г. Москва, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость приборов к государственному первичному эталону единицы количества переданной (принятой) информации (данных) и единиц величин параметров пакетных сетей передачи данных ГЭТ 200-2023 по государственной поверочной схеме для средств измерений количества переданной (принятой) информации (данных) и величин параметров пакетных сетей передачи данных, утвержденной приказом Росстандарта № 1707 от 18 августа 2023 г.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений пропускной способности по UDP, Мбит/с, при размерах кадра (байт) 110 512 1024 1518	от 10 до 4 923 от 20 до 8 759 от 40 до 9 368 от 60 до 9 571
Пределы относительной погрешности измерений пропускной способности, %	± 1
Диапазон измерений задержки передачи пакетов данных, мс	от 5 до 500
Пределы относительной погрешности измерений задержки при загрузке канала 10 Гбит/с до 90%, %	± 1
Диапазон измерений коэффициента потерь пакетов данных	от $1 \cdot 10^{-4}$ до 1
Пределы погрешности измерений коэффициента потерь пакетов данных	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$

Методика поверки реализуется посредством методов непосредственных сличений и прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение диапазона измерений пропускной способности по UDP и относительной погрешности измерений пропускной способности.	Да	Да	10.1
Определение диапазона измерений задержки передачи пакетов данных и относительной погрешности измерений задержки передачи пакетов данных	Да	Да	10.2
Определение диапазона измерений коэффициента потерь пакетов данных и погрешности измерений коэффициента потерь пакетов данных	Да	Да	10.3

2.2 Допускается проведение периодической поверки по отдельным диапазонам измерений пропускной способности.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и прибор признается непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих рабочим условиям применения эталонов, средств измерений и поверяемого комплекса:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 35 °С;
- атмосферное давление от 96 до 103,4 кПа (от 720 до 776 мм рт. ст.);
- относительная влажность воздуха от 20 до 93 %.

3.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить наличие сведений о результатах поверки средств измерений, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- комплексы и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области средств измерений времени и частоты, изучившие настоящую методику, документацию на приборы и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Для поверки применять средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1-10.3	Частотомер электронно-счетный с относительной погрешностью измерений интервалов времени в диапазоне от 5 до 500 мс не более 0,1 %. Имитатор сетей с устанавливаемой задержкой пакетов передачи данных от 5 до 500 мс, с устанавливаемым коэффициентом потерь пакетов данных от $1 \cdot 10^{-4}$ до 1. Имитируемая величина пропускной способности от 0 до 9600 Мбит/с. Вспомогательное оборудование: модуль синхронизации для цифровых осциллографов 4-х портовый «FR-1000A». Осциллограф цифровой с полосой пропускания 20 ГГц.	Рабочий эталон по Государственной поверочной схеме для средств измерений количества переданной (принятой) информации (данных) и величин параметров пакетных сетей передачи данных, Приказ №1707 от 18.08.2023 формирователь-измеритель соединений «СИГМА-2» регистрационный номер 84943-22 в Федеральном информационном фонде. Частотомер 53220A регистрационный номер 51077-12 в Федеральном информационном фонде. Вспомогательное средство. Осциллограф MSOS804A регистрационный номер 79936-20 в Федеральном информационном фонде с модулем синхронизации для цифровых осциллографов 4-х портовый «FR-1000A».
	Средство измерений температуры, давления, влажности, диапазоны измерения влажности от 0% до 99%, температуры от -20 °С до 60 °С, давления от 840 гПа до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности $\pm 2\%$, температуры $\pm 0,2$ °С, давления ± 3 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)

Примечания:

Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к Государственным первичным эталонам единиц величин.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования по технике безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее - ЭД) на используемые средства поверки;

- правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
- ГОСТ 12.1.040-83 «ССТБ. Лазерная безопасность. Общие положения»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССТБ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре комплекса установить:

- комплектность прибора и наличие маркировки (серийный номер, тип) путём сличения с ЭД на комплексы, наличие поясняющих надписей;
- исправность разъемов;
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае прибор бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 К прибору подключить клавиатуру и монитор. Подключить прибор к электрической сети переменного тока напряжением $230\text{ В} \pm 10\%$ и частотой 50 Гц.

8.2 Включить прибор, убедиться, что на приборе горит индикатор питания, убедиться, что на мониторе отображается консоль прибора.

8.3 Соединить между собой порты Ethernet 2 и Ethernet 3, используя дата-кабель с трансиверами SFP+.

8.4 Выполнить команду «*t100gen_config.py*».

8.5 В меню выбрать пункт 1 «Update ports».

8.6 Дождаться завершения проверки, в главном меню будут отображены скорости подключенных портов («10000Mb/s»).

8.7 В меню выбрать пункт 0 «Exit», выключить питание прибора - в консоли выполнить команду «*shutdown -h 0*».

8.8 Дождаться выключения прибора и отключить электропитание.

8.9 Результаты поверки считать положительными, если в главном меню отображаются скорости подключенных портов.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер программного обеспечения (далее – ПО) получить при подключении монитора к прибору.

9.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	t100gen_tester	lr100gen_server
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.3.0	не ниже 1.3.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	a93c0fe56aafaa2e418 1606e63d11d21	9a64f24a29f65a176784326 fbe26ab06
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	MD5	

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона измерений пропускной способности по UDP и относительной погрешности измерений пропускной способности.

10.1.1 Прибор запрограммировать на измерение пропускной способности канала передачи данных. Установить SFP 1 Гбит/с.

10.1.2 Исходящий порт прибора соединить патчкордом с входом одного из каналов устройства синхронизации осциллографа FR-1000A (далее Синхронизатор), выход канала с входом имитатора сети, выход имитатора сети с входом другого канала Синхронизатора, выход канала с входящим портом прибора.

10.1.3 Для размера кадра 110 байт измерения проводить при имитации пропускной способности 10, 100, 1000 и 4923 Мбит/с. Для размера кадра 512 байт измерения проводить при имитации пропускной способности 20, 100, 1000 и 8759 Мбит/с. Для размера кадра 1024 байт измерения проводить при имитации пропускной способности 40, 100, 1000 и 9368 Мбит/с. Для размера кадра 1518 байт измерения проводить при имитации пропускной способности 60, 100, 1000 и 9571 Мбит/с.

При запуске в приборе процедуры измерений пропускной способности Синхронизатором вырабатываются стробы при прохождении пакетов данных на входе и выходе второго канала Синхронизатора.

10.1.4 Для пропускной способности до 1 Гбит/с измерения проводить по блок-схеме, приведенной на рисунке 1, для пропускной способности от 1 до 10 Гбит/с измерения проводить по блок-схеме, приведенной на рисунке 2.

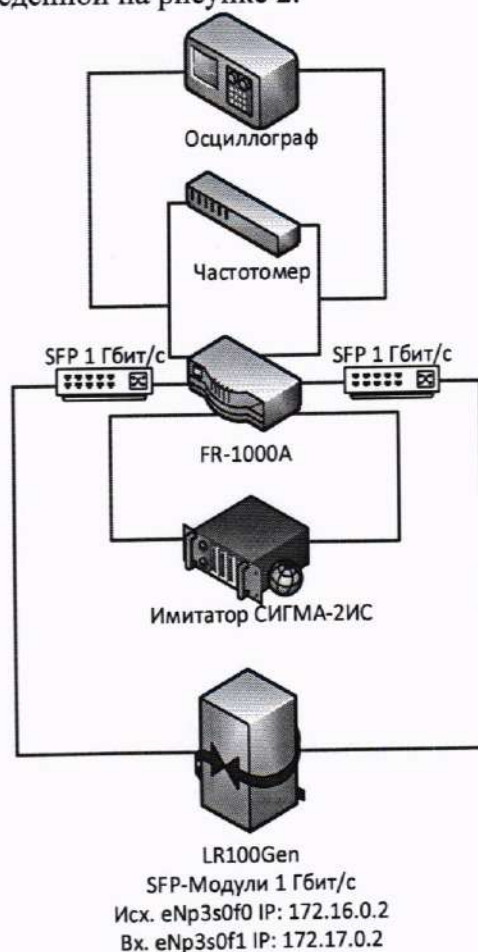


Рисунок 1 – Блок-схема определения погрешности измерения пропускной способности канала передачи и коэффициента потерь в диапазоне до 1 Гбит/с

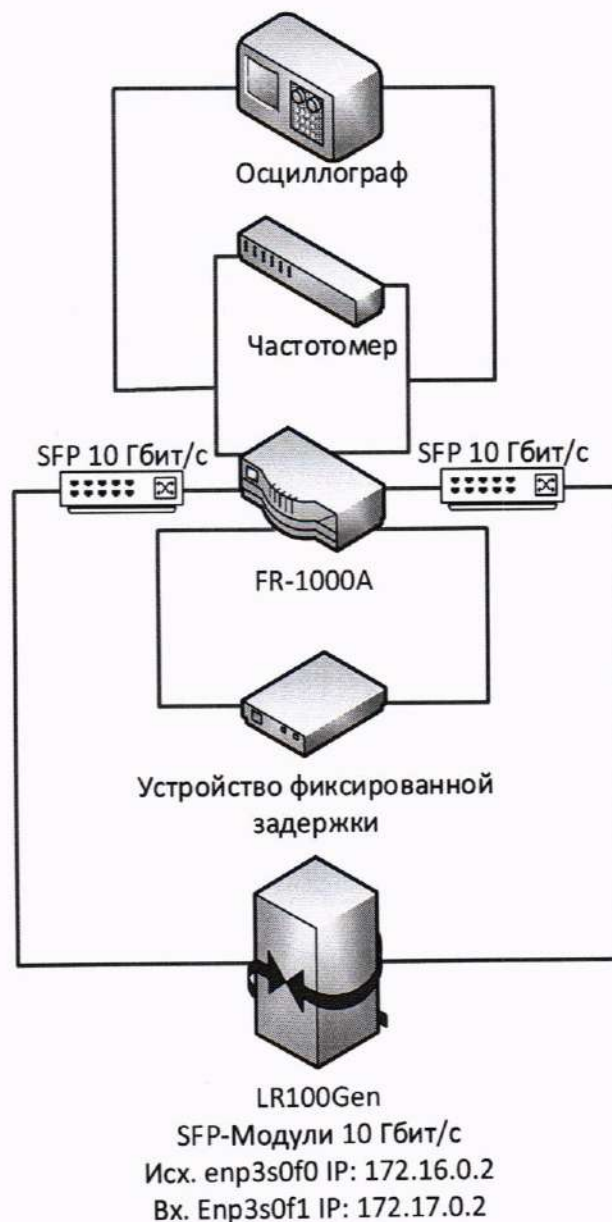


Рисунок 2 – Блок-схема определения погрешности измерения пропускной способности канала передачи и коэффициента потерь в диапазоне от 1 до 10 Гбит/с

10.1.5 Частотомером измерить средние периоды следования стробов, вырабатываемых каналами Синхронизатора. Из величины среднего периода следования стробов t_1 первого канала Синхронизатора вычислить скорость генерации пакетов прибором, а из величины среднего периода t_2 следования стробов второго канала Синхронизатора вычислить скорость следования пакетов после имитатора сетей. Скорость следования пакетов V вычислить по формуле: $V_2 = 1/t_2$.

10.1.6 Пропускную способность сети вычислить из достигнутой в процессе итерации скорости следования пакетов для каждого размера кадра 110; 512; 1024; 1518 байт по формулам (1) и (2):

Для уровня L2

$$V(L2Throughput) = V_2 \cdot 8 \cdot (\text{Размер кадра (байт)}) \quad (1)$$

Для уровня L3

$$V(L3Goodput \text{ (бит/сек)}) = V_2 \cdot 8 \cdot (\text{Размер кадра (байт)} - \text{ETHER_HDR_LEN} - \text{ETHER_CRC_LEN} - \text{IPV4_HEADER_SIZE} - \text{UDP_HEADER_SIZE}), \quad (2)$$

где ETHER_HDR_LEN - длина Ethernet заголовка (14 байт),

ETHER_CRC_LEN - длина Ethernet контрольной суммы (4 байта),

IPV4_HEADER_SIZE - длина IPv4 заголовка (20 байт),

UDP_HEADER_SIZE - длина UDP заголовка (8 байт).

10.1.7 Вычислить значения относительной погрешности измерений пропускной способности для каждого размера кадра 110; 512; 1024; 1518 байт, по формуле (3):

$$\delta_v = \frac{V_{\text{эт}} - V_{\text{п}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $V_{\text{эт}}$ – пропускная способность, рассчитанная по формулам 1 и 2;

$V_{\text{п}}$ – пропускная способность, измеренная прибором.

10.1.8 Результаты поверки по определению диапазона измерений пропускной способности по UDP и относительной погрешности измерений пропускной способности считать положительными, если значения относительной погрешности в заданных точках диапазона находятся в пределах $\pm 1 \%$.

10.2 Определение диапазона измерений задержки передачи пакетов данных и относительной погрешности измерений задержки передачи пакетов данных

10.2.1 Определение диапазона измерений задержки передачи пакетов данных и относительной погрешности измерений задержки передачи пакетов данных проводить при загрузке канала передачи данных существенно менее 90 % по блок-схемам, приведенным на рисунках 3 и 4. Установить SFP 1 Гбит/с.

10.2.2 На первом этапе передача данных организуется и контролируется формирователем–измерителем соединений «СИГМА–2» и измеряется измерительным комплексом, состоящим из Синхронизатора, частотомера 53220А и осциллографа MSOS804А (Рисунок 3).

10.2.3 Порт Eth1: 192.168.14.1 формирователя–измерителя соединений «СИГМА–2» соединить Синхронизатор с портом Eth5 имитатора «СИГМА-2.ИС» патчкордами.

10.2.4 Порт Eth2: 192.168.15.1 формирователя–измерителя соединений «СИГМА–2» соединить через FR1000А портом Eth6 имитатора «СИГМА-2.ИС» патчкордами.

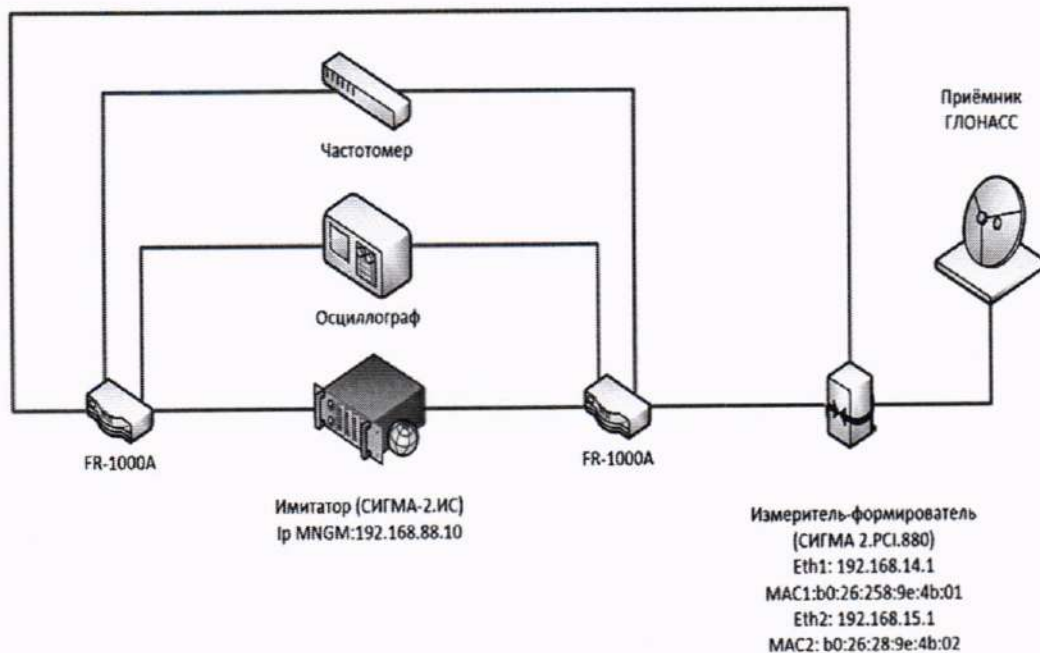


Рисунок 3 – Блок-схема калибровка имитатора



Рисунок 4 – Блок-схема определения погрешности измерений средней задержки прибором

10.2.5 Выходные разъемы Синхронизатора высокочастотными кабелями соединить со входами частотомера и осциллографа.

10.2.6 Для задания задержки пакетов данных, нужно войти через WEB интерфейс по адресу 192.168.2.12 в окно редактирования имитации параметров сети имитатора «СИГМА-2.ИС». Запустить измерение задержки пакетов данных в формирователе–измерителе соединений «СИГМА-2».

10.2.7 Измерить частотомером среднюю задержку между стробами, вырабатываемыми каналами Синхронизатора. Записать измеренные частотомером действительные значения задержек t_{di} , для набора устанавливаемых в имитаторе «СИГМА-2.ИС» задержек передачи пакетов данных 5, 100, 200, 350, 500 мс.

10.2.8 Подключить прибор имитатору «СИГМА-2.ИС».

10.2.9 Запустить измерения задержек передачи пакетов данных в приборе для каждой задержки из набора устанавливаемых в имитаторе «СИГМА-2.ИС» по которым проводилась калибровка.

10.2.10 Вычислить относительные погрешности измерений задержек прибором для каждой задержки из набора, устанавливаемых в имитаторе «СИГМА-2.ИС» по формуле (4):

$$\delta_{ti} = \frac{t_{di} - t_{ni}}{t_{di}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где t_{di} – действительное значение задержки для i -го значения установленной задержки в имитаторе «СИГМА-2.ИС»

t_{ni} – значение задержки измеренной прибором для i -го значения установленной задержки в имитаторе «СИГМА-2.ИС».

10.2.11 Результаты поверки по определению диапазона измерений задержки передачи пакетов данных и относительной погрешности считать положительными, если значения погрешности измерений задержек во всех заданных точках диапазона находятся в пределах $\pm 1 \%$.

10.3 Определение диапазона измерений коэффициента потерь пакетов данных и погрешности измерений коэффициента потерь пакетов данных

10.3.1 Определение диапазона измерений коэффициента потерь пакетов данных и погрешности измерений коэффициента потерь пакетов данных проводится по блок-схеме,

приведенной на рисунке 1 для размера кадра 110 байт. В имитаторе «СИГМА-2.ИС» установить максимальную пропускную способность.

10.3.2 Для определения погрешности измерений коэффициента потерь в имитаторе сетей «Сигма-2.ИС» последовательно установить коэффициенты потерь 0; 0,01; 1.

10.3.3 Запустить передачу 10^5 пакетов.

10.3.4 Прибором измерить коэффициенты потерь ($IPLR_n$).

10.3.5 Частотомером измерить количество стробов, выдаваемых первым и вторым каналами Синхронизатора.

10.3.6 Действительное значение коэффициента потерь ($IPLR_d$) вычислить по формуле (5):

$$IPLR_d = \frac{N_1 - N_2}{N_1} \quad (5)$$

где N_1 – количество стробов первого канала Синхронизатора;

где N_2 – количество стробов второго канала Синхронизатора.

10.3.7 Погрешность определения коэффициента потерь вычислить по формуле (6):

$$\Delta_{IPLR} = IPLR_d - IPLR_n. \quad (6)$$

При совпадении принятых и переданных пакетов считать, что величина потерь определяется с точностью до 1 пакета из всей длительности переданных пакетов, т.е. погрешность измерений коэффициента потерь пакетов данных в данном случае составляет $\pm 1 \cdot 10^{-5}$.

10.3.8 Результаты поверки по определению диапазона измерений коэффициента потерь пакетов данных и относительной погрешности измерений коэффициента потерь пакетов данных считать положительными, если значения погрешности определения коэффициента потерь находятся в пределах $\pm 3 \cdot 10^{-5}$.

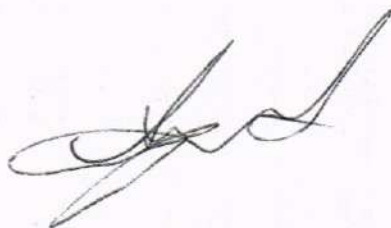
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки приборов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 По заявлению владельца приборов или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в формуляре, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.3 По заявлению владельца приборов или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отделения НИО-9
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.В. Апрельев

СНС Лаборатории 920
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Шорин