

УДК 006:621.39

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ
ПАРАМЕТРОВ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ЦЕЛЯХ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ
ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

А.В. Кожеманов, В.С. Беляев

ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская обл., Россия,
kaw@vniiftri.ru,
belyaev@vniiftri.ru

Аннотация. Целью работы является анализ существующих поверочных схем для их использования при проверке/калибровке устройств и систем передачи данных в связи с утверждением Постановления Правительства РФ № 1847 в части дополнительных обязательных метрологических требований к измерениям при обеспечении целостности и устойчивости функционирования сетей связи общего пользования.

Ключевые слова: параметры сетей передачи данных, метрологические характеристики, программно-аппаратные комплексы.

**METROLOGICAL SUPPORT OF MEASURING
THE PARAMETERS OF DATA TRANSMISSION NETWORKS
TO ENSURE THE INTEGRITY AND STABILITY
OF THE FUNCTIONING OF COMMUNICATION
NETWORKS OF COMMON USE**

A.V. Kozhemanov, V.S. Belyaev

FSUE «VNIIFTRI», Mendeleevo, Moscow region, Russia,
kaw@vniiftri.ru,
belyaev@vniiftri.ru

Annotation. The aim of the work is to analyze the existing verification schemes for their use in the verification/calibration of devices and data transmission systems in connection with the approval Decree No. 1847 of the Government of the Russian Federation in terms of additional mandatory metrological requirements for measurements while ensuring the integrity and stability of the functioning of communication networks of common use.

Key words: parameters of data transmission networks, metrological characteristics, software and hardware systems.

**Постановка вопроса применимости существующих поверочных схем
для метрологического обеспечения измерений параметров
передачи данных сетей общего пользования**

Перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования, утверждённый ПП РФ № 1847 [1], вызвал потребность совершенствования поверочных схем и модернизации существующих на данный момент эталонов. Такие изменения необходимы, в частности, для проведения измерений параметров сетей передачи данных.

Альманах современной метрологии, 2021, № 4 (28)

В таблице 1 представлены метрологические характеристики, а также обязательные метрологические требования к ним, в том числе показатели точности измерений, которые должны быть обеспечены при модернизации и совершенствовании существующих поверочных схем. В соответствии с ПП РФ № 1847 в части измерений параметров сетей передачи данных представленные метрологические характеристики должны контролироваться в целях обеспечения целостности и устойчивости функционирования сети связи общего пользования.

Таблица 1

Обязательные метрологические требования к измерениям параметров сетей передачи данных в целях обеспечения целостности и устойчивости функционирования сетей связи общего пользования

№ п/п	Наименование характеристики	Обязательные метрологические требования к измерениям	
		диапазон измерений	пределы допускаемой погрешности измерений
1	Средняя задержка передачи пакетов данных (PD — Pocket Delay)	от 0 до 10 мкс	$\pm 0,1$ мкс
		от 10 до $1,5 \cdot 10^6$ мкс	$\pm 1\%$
2	Вариация задержки передачи пакетов данных (PDV — Pocket Delay Variation)	от 0 до 10 мкс	$\pm 0,1$ мкс
		от 10 до $1 \cdot 10^5$ мкс	$\pm 1\%$
3	Коэффициент потерь пакетов данных (PL — Pocket Loss)	от 10^{-4} до 1	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$
4	Пропускная способность канала передачи данных	свыше 10 кбит/с	$\pm 1\%$

Для соответствия обновлённым законодательным требованиям необходимо обеспечить прослеживаемость перечисленных параметров к государственным первичным эталонам (ГПЭ).

Необходимость модернизации существующих эталонов и поверочных схем

Рабочие эталоны (РЭ) и поверочные схемы должны передавать единицы величин от ГПЭ в части характеристик, перечисленных в таблице 1. В настоящее время существует государственная поверочная схема для технических систем и устройств с измерительными функциями, осуществляющих измерения объёмов (количества) цифровой информации (данных), передаваемых по каналам Интернет и телефонии [2]. Также существует государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты [3]. Однако в указанных поверочных схемах отсутствуют эталоны и средства измерений (СИ), позволяющие обеспечить измерение метрологических характеристик, утверждённых ПП РФ №1847 в части измерений параметров сетей передачи данных.

Метрологические характеристики, представленные в таблице 1, являются производными от измерений времени и частоты и измерений объемов (количества) цифровой информации (данных). К примеру, пропускная способность — это максимальная скорость передачи по каналу связи. Для её измерения необходимо определить время передачи объема данных. Существующие в настоящее время подходы, методики и средства измерений указанных параметров сети строятся для логических уровней в соответствии с моделью OSI. Например, технические средства с измерительными функциями, являющиеся маршрутизаторами, коммутаторами, определяют эти параметры на уровнях L2–L4. В то же время в существующей государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты предполагается использование только физических сигналов, однако события начала и конца сессии передачи пакетов данных относятся к логическим. Поэтому применяемые в пакетных сетях СИ не могут быть встроены в существующие поверочные схемы.

Для обеспечения прослеживаемости к вышестоящим эталонам необходимо синхронизовать логические события с некоторыми физическими сигналами. Например, разработать модуль генерации физического сигнала, привязанного к логическому событию. Как вариант, устройство создаёт процессорное прерывание, синхронизованное с логическим событием. В таком случае работающая на логическом уровне измерительная система привязывается к физическому сигналу, прослеживаемому к эталону времени и частоты.

Коэффициент потерь пакетов является вычисляемой величиной, воспроизводимость этой единицы не требует привязки к вышестоящим эталонам.

С практической точки зрения целесообразно объединение рабочих эталонов для измерения остальных характеристик: при поверке/калибровке средств измерений возможно обеспечивать воспроизведение сразу нескольких из этих характеристик. Так как системы измерения цифровых потоков данных, такие как СИДС (системы измерения длительности соединений), СИПД (системы измерений передачи данных), СИКИ (системы измерений количества информации), а также маршрутизаторы, коммутаторы и др., могут измерять одновременно несколько параметров сети, возникает потребность создания программно-аппаратного комплекса для измерения всех требуемых параметров.

Работы над созданием таких комплексов уже ведутся. К ним можно отнести разработки, перечисленные в таблице 2.

Таблица 2

Разрабатываемые программно-аппаратные комплексы

Разработчик	Наименование устройства
ФГУП «ВНИИФТРИ»	рабочий эталон, эталон сравнения
ООО «Координационно-информационное агентство»	Комплекс измерительный «Вектор-2019»
ООО «НТЦ СОТСБИ»	Формирователи-измерители соединений универсальные «СИГМА»
ООО «ЭрСиАй»	Комплект оборудования периферийного узла системы контроля, мониторинга и управления трафиком (КМУТ)

Представленные в таблице 2 комплексы обеспечивают измерения различных наборов характеристик из таблицы 1. Обеспечение единства измерений для этих приборов требует разработки новой поверочной схемы, во главу которой может быть поставлен модернизированный ГЭТ 200-2012. Соответственно, необходимо внести в состав новые технические средства и методики измерений.

Регламент работы таких комплексов предполагает использование государственной поверочной схемы, поскольку на данный момент в ней отсутствуют указанные в таблице 1 характеристики. Для передачи единиц величин от первичного эталона ГЭТ 200-2012 к средствам измерений необходима модернизация как поверочной схемы в области цифровых сетей связи, так и технических средств, обеспечивающих её работу.

Метрологическое обеспечение в области измерений параметров сетей передачи данных

В настоящее время ни один из измерительных программно-аппаратных комплексов для метрологического обеспечения в области измерений параметров сетей передачи данных не введён в эксплуатацию в полном объёме измерений.

Во ФГУП «ВНИИФТРИ» ведутся работы по модернизации существующего Государственного первичного эталона ГЭТ 200-2012 для метрологического обеспечения измерений параметров сетей передачи данных в целях обеспечения целостности и устойчивости функционирования сетей связи общего пользования.

Необходимо усовершенствовать оборудование для использования в государственном первичном эталоне. Воспроизводимые оборудованием характеристики тестовой сессии: средняя задержка передачи пакетов данных, вариация задержки передачи пакетов данных, пропускная способность канала передачи данных. При воспроизведении рассчитывается также коэффициент потерь пакетов данных.

ГПЭ единиц измерения средней задержки передачи пакетов данных, её вариации и пропускной способности канала передачи данных должен обеспечивать функции высокоточного измерителя и имитатора для передачи единиц к любым типам рабочих эталонов. Наиболее распространённые рабочие эталоны должны быть имитаторами этих единиц, так как средства измерения нижнего звена, как правило, являются измерителями.

Диапазоны и неопределённости воспроизведения единиц измерений для СИ, рабочих эталонов и ГПЭ обусловлены обязательными метрологическими требованиями, определяемыми при учёте объёма оказанных услуг и целостности и устойчивости функционирования сетей связи общего пользования. Соответственно, неопределённости воспроизведения единиц измерений при проведении измерений рабочими и государственным первичным эталонами должны быть в несколько раз меньше значений, указанных в таблице 1. В связи с этим были выдвинуты требования к СИ, РЭ и ГПЭ, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Диапазоны и неопределённости воспроизведения единиц измерений,
относящихся к параметрам сетей передачи данных

Характеристика	Диапазон	Неопределённость		
		средств измерений	рабочих эталонов	государственного первичного эталона
Средняя задержка передачи пакетов данных	от 0 до 10 мкс	$\pm 0,1$ мкс	$\pm 0,03$ мкс	НСП менее 0,007 мкс, СКО 0,007 мкс при 10 измерениях
	от 10 до $1,5 \cdot 10^6$ мкс	± 1 %	$\pm 0,3$ %	НСП менее 0,07 %, СКО 0,07 мкс при 10 измерениях
Вариация задержки передачи пакетов данных	от 0 до 10 мкс	$\pm 0,1$ мкс	$\pm 0,03$ мкс	НСП менее 0,007 мкс, СКО 0,007 мкс при 10 измерениях
	от 10 до $1 \cdot 10^5$ мкс	± 1 %	$\pm 0,3$ %	НСП менее 0,07 %, СКО 0,07 мкс при 10 измерениях
Пропускная способность канала передачи данных	свыше 10 кбит/с	± 1 %	$\pm 0,3$ %	НСП менее 0,07 %, СКО 0,07 мкс при 10 измерениях
Расчётный коэффициент потерь пакетов данных	от 10^{-4} до 1	$\pm 3 \cdot 10^{-5}$	—	$\pm 0,001$ %

Выводы

В 2021 году был проведён анализ путей совершенствования метрологического обеспечения измерений вновь утверждённых величин. Среди других был выбран вариант модернизации существующего ГЭТ 200-2012. Для его реализации были оценены требования к неопределённостям воспроизведения единиц измерений. Также проведены работы по закупке оборудования для добавления в состав эталонной базы имитаторов и измерителей пакетных сетей передачи данных. Разрабатывается схема передачи единиц величин средней задержки передачи пакетов данных, её вариации и пропускной способности канала передачи данных. Для этого ГПЭ должен обеспечивать функции высокоточного измерителя и имитатора этих величин, а рабочие эталоны должны быть имитаторами этих единиц, так как средства измерения нижнего звена, как правило, являются измерителями.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».
2. ГОСТ Р 8.873-2014. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для технических систем и устройств с измерительными функциями, осуществляющих измерения объёмов. — М.: Стандартинформ, 2015.
3. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2018 г. № 1621 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».
4. Апрелев А.В., Беляев В.С., Малай И.М., Шорин В.Н. Метрологическое обеспечение измерений скорости и пропускной способности в пакетных сетях передачи данных: проблемы и перспективы развития // Измерительная техника. — 2020. — № 1. — С. 25–29.

Статья поступила в редакцию: 06.09.2021 г.

Статья прошла рецензирование: 15.09.2021 г.

Статья принята в работу: 17.09.2021 г.