

В таблице приведены результаты оценки погрешности метода. Измеренные значения погрешности, полученные методом векторной демодуляции с компенсацией доплеровского сдвига, не превосходят погрешностей участвовавших в проведении эксперимента средств измерений 0,15—0,18 дБ. Контрольные значения погрешности определены методом прямых измерений.

Результаты измерений отношения мощностей квадратурных составляющих навигационного сигнала

Доплеровский сдвиг, кГц (м/с)	Разность мощностей сигналов I/Q , дБ	
	измеренная	контрольная
1	менее 0,18	менее 0,18
~1 (200)	менее 0,18	менее 0,18
~5,4 (1000)	менее 0,18	менее 0,18
~54 (10000)	менее 0,18	менее 0,18
~1 (200)	$8,0 \pm 0,2$	$8,0 \pm 0,2$

Таким образом, метод цифровой демодуляции при адаптации к реальным условиям измерений (компенсация в постобработке разности частот демодулируемого сигнала и анализатора) позволяет оценить мощности ортогональных составляющих навигационного сигнала по отдельности. По точности метод цифровой демодуляции не уступает методу прямых измерений, неприменимому в реальных условиях.

Литература

1. **Глобальная** навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Версия 5.1. [Электрон. ресурс]. <http://www.aggf.ru/gnss/glon/ikd51ru.pdf> (дата обращения 20.08.2014 г.).
2. **Перов А. И., Харисов В. Н.** ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. М.: Радиотехника, 2010.
3. **Завгородний А. С., Каверин А. М., Федотов В. Н.** Оценка энергетических характеристик. Анализ структуры навигационных сигналов системы ГЛОНАСС // Научно-технические серии. Сер. Радиосвязь и радионавигация. Выпуск 3. Радионавигационные технологии / Коллективная монография. М.: Радиотехника, 2013. С. 136—139.
4. **Завгородний А. С.** Измерение канальной мощности сигналов глобальных навигационных спутниковых систем // Тез. докл. Науч. сессии «НИЯУ МИФИ-2014». М.: НИЯУ МИФИ, 2014. Т. 2. С. 185.
5. **Завгородний А. С., Печерица Д. С.** Метод измерения мощности ортогональных составляющих сигналов ГНСС // «Метрология времени и пространства»: Тез. докл. VII Междунар. симп., Суздаль, 17—19 сентября 2014 г. Менделеево: ВНИИФТРИ, 2014. С. 152—155.

Дата принятия 10.11.2014 г.

621.391

Государственный первичный эталон единиц измерения объемов передаваемой цифровой информации по каналам Интернет и телефонии ГЭТ 200—2012

В. Н. ЖОГУН, В. Н. ШЕХОВЦОВ

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Менделеево, Россия, e-mail: shehovtsov@vniiftri.ru

Описан Государственный первичный эталон единиц измерения объемов передаваемой цифровой информации по каналам Интернет и телефонии ГЭТ 200—2012. Изложен метод генерации эталонных файлов. Представлена методика оценки целостности эталонных файлов.

Ключевые слова: цифровая информация, единица измерения объема, государственный первичный эталон.

The National primary standard for measurement of digital information volumes transmitted via Internet and telephony channels GET 200—2012 is described. A method of generation of reference files and a procedure for those files, integrity assessment are considered.

Key words: digital information, volume measurement unit, national primary standard.

Телекоммуникационные услуги, оказываемые населению, ранее предоставлялись с помощью сетей связи с коммутацией каналов, но в последнее время они базируются на сетях с коммутацией пакетов. Доминировавший до конца 1990-х г.г. в сетях связи речевой трафик стремительно уступил свои позиции в пользу трафика данных. Это стратегическое изменение привело к необходимости перехода от тарификации услуг электросвязи по длительности соединений в сетях с коммутацией каналов к тарификации на основе

учета объемов (трафика) передачи данных в сетях с коммутацией пакетов. В связи с этим перед связистами возникла проблема разработки необходимых нормативно-правовых документов, включая технический регламент, устанавливающих единые нормы и правила измерения объемов переданных данных в сетях электросвязи, а перед метрологами — задача по созданию государственного первичного эталона и государственной поверочной схемы.

Основанием для разработки эталона является закон [1], из которого следует, что сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения, выполняемые при учете объема оказанных услуг электросвязи операторами связи. Приказом [2] утвержден перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования, выполняемых при оказании услуг электросвязи в части учета объема оказываемых услуг. К ним относятся измерения: длительности (продолжительности) соединения (сеанса связи); объема (количества) передаваемой информации (данных); разности (расхождения) шкал времени в сетях оператора связи относительно шкалы координированного времени Российской Федерации UTC (SU).

К 2013 г. в Государственном реестре средств измерений был зарегистрирован 21 тип средств измерений (СИ) объемов (количества) цифровой информации и передачи данных и 26 единичных экземпляров этих средств. Количество вносимых в Госреестр СИ аналогичного назначения растет с каждым годом.

Учет объема оказанных услуг (трафика) при передаче данных через оборудование операторов связи усложнен многоуровневостью протокола передачи данных. Это обусловлено спецификой системы передачи информации, которая имеет ряд особенностей, одной из которых является дискретная передача данных, осуществляемая пакетным способом при многоуровневой вложенности протоколов в пакетных средах [3].

Объем информации измеряется суммированием размеров пакетов до определенного уровня вложенности, т. е. один и тот же пакет можно посчитать, начиная, например, с уровня 4 и до уровня 7 или с уровня 3 и до уровня 7. Во втором случае размер трафика по этому пакету будет больше на размер заголовка уровня 3 и т. д. Маршрутизаторы, через которые проходит пакет к конечному потребителю, на 3-м и 2-м уровнях имеют функцию разбивки пакета на несколько более маленьких. Поэтому при подсчете трафика на одном и том же объеме полезной информации от источника после прохода через сеть маршрутизаторов трафик может возрасти из-за заголовков пакетов, на которые разбили исходный.

Другой особенностью системы передачи информации является большое разнообразие применяемых систем связи, интерфейсов и протоколов. Используемые при этом стандарты связи также отличаются большим количеством разновидностей. К числу наиболее распространенных в настоящее время относятся: GPRS, EDGE, HSPA, CDMA, UMTS, Ethernet, ADSL, IMT-MC-450, LTE, WiMAX, Wi-Fi. Кроме

того, множество атрибутов систем связи подвержено быстрому динамическим изменениям, когда в течение коротких временных промежутков (1—3 года) некоторые технологии связи исчезают, другие развиваются, или происходит их взаимопроникновение. Перемены происходят не потому, что одни системы связи оказываются технически или экономически более эффективными, чем другие, а из-за предпочтений крупных производителей связного оборудования [4].

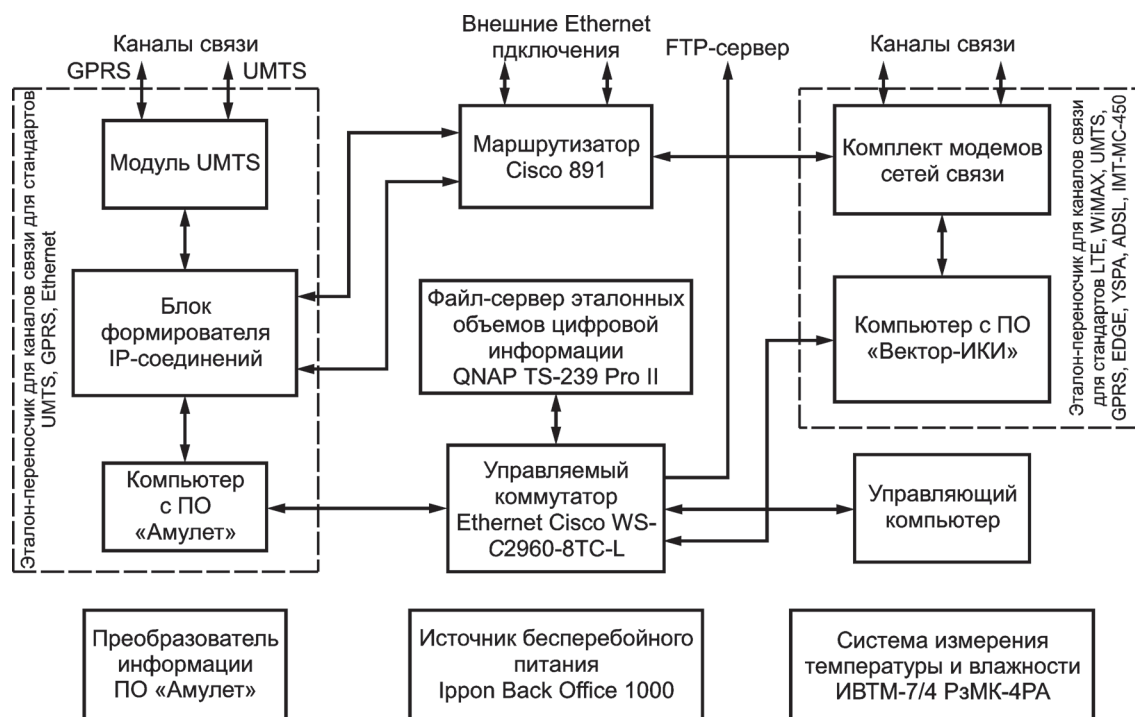
В соответствии с имеющимся парком СИ объемов цифровой информации разработана трехступенчатая поверочная схема [5], в которой предусмотрена передача единиц измерения объемов цифровой информации от первичного эталона к рабочим эталонам, а также рабочим СИ как от рабочих эталонов, так и непосредственно от первичного эталона дистанционным образом с помощью эталонов-переносчиков, входящих в состав ГЭТ 200—2012.

Государственный первичный эталон должен обеспечивать передачу заданных объемов информации по всем системам связи с использованием определенного набора стандартов связи, ограниченных по критерию наибольшей распространенности, а также иметь возможность без существенной модернизации поддерживать новые стандарты, которые появятся впоследствии [6].

На рисунке представлена общая структурная схема эталона ГЭТ 200—2012, состоящая из следующих основных частей:

файл-сервера эталонных объемов (количества) цифровой информации, связанного с эталонами-переносчиками, управляющим компьютером и FTP-сервером через управляемый коммутатор;

выделенных штриховой линией двух эталонов переносчиков объемов информации на основе: IP-формирователя «Амулет-М» с модулем UMTS для каналов связи стандартов UMTS, GPRS, Ethernet и измерителя количества информации «Вектор-ИКИ», включающего комплект модемов сетей



Структурная схема эталона ГЭТ 200—2012

связи стандартов LTE, WiMAX, UMTS, GPRS, EDGE, HSPA, ADSL, IMT-MC-450.

Общее управление работой эталона происходит от компьютера через коммутатор Cisco WS-C2960, осуществляющий связь между различными составными частями эталона через внутреннюю защищенную сеть. Передача информации во внешние сети выполняется с помощью маршрутизатора Cisco 891 и каналов связи эталонов-переносчиков. Управление работой СИ, входящих в состав эталона, осуществляется по штатным программам эталонов-переносчиков. Эталонные объемы (количества) цифровой информации передаются и записываются в память эталонов-переносчиков для каналов связи различных стандартов («Вектор-ИКИ» и «Амулет-М»), а также частично размещаются для авторизованного доступа на FTP-сервере. Источник бесперебойного питания, преобразователь информации, а также система измерения температуры и влажности являются вспомогательными устройствами.

Файл-сервер эталонных объемов цифровой информации является аппаратно-программным устройством, содержащим дискретный набор файлов эталонных объемов (количества) цифровой информации. Файл-сервер обеспечивает хранение, воспроизведение и передачу заданных эталонных объемов в диапазоне от 1 байта до 1 Тбайта.

Эталонные объемы информации — это специальные файлы, содержащие известное и точное количество информации.

Файлы эталонных объемов были сформированы в результате генерации псевдослучайной последовательности с равномерным распределением, образованной с помощью «Вихря Мерсенна» (Mersenne twister) — генератора псевдослучайных чисел, разработанного в 1997 г. в Японии. Прибор основывается на свойствах простых чисел Мерсенна и гарантирует быструю генерацию высококачественных псевдослучайных чисел. «Вихрь Мерсенна» лишен многих недостатков, присущих другим генераторам псевдослучайных чисел, таких, как малый период, предсказуемость, легко выявляемая статистическая зависимость.

Для проверки целостности файлов при хранении, воспроизведении и передаче для каждого из них проводится вычисление хэш-суммы в соответствии со стандартом [7]. Хеширование применяется для сравнения данных: если у двух массивов данных хэш-суммы разные, то массивы гарантированно различаются; если одинаковые, то вероятность P различия массивов пренебрежимо мала: $P = 2^{-n/2}$, где n — размер хэша, т. е. согласно [6] $P = 2^{-256/2} \approx 2,9 \cdot 10^{-39}$. Неизменность хэш-суммы означает, что данные файлы не подверглись изменениям и находятся в сохранности.

Такой способ передачи и проверки целостности файлов позволяет первичному эталону ГЭТ 200—2012 обеспечивать воспроизведение и передачу единицы количества инфор-

мации со средним квадратическим отклонением результата измерений 0 байт, иметь стандартные неопределенности, оцененные по типам А, В 0 байт и суммарную стандартную неопределенность 0 байт. Передача единиц объема (количества) информации рабочим эталонам происходит либо методом непосредственного сличения, т. е. прямой перезаписью файла заданного объема (количества) цифровой информации из файл-сервера во внешнюю память рабочих эталонов с контролем их хэш-сумм, либо методом прямых измерений при заимствовании из файл-сервера файлов заданных объемов для проверки правильности работы счетного устройства рабочего эталона.

Переданные рабочим эталонам файлы проверяются на месте установки вычислением хэш-суммы, для подтверждения их целостности файлы копируются с места установки и пересылаются хранителю первичного эталона во ВНИИФТРИ, где повторно проверяется их хэш-сумма в соответствии с [7]. Если хэш-сумма не изменилась, то делается вывод о целостности файла находящегося в рабочем эталоне и считается, что передача единицы от первичного эталона к рабочему осуществлена.

Л и т е р а т у р а

1. **Федеральный закон** от 26.06.2008 № 102 «Об обеспечении единства измерений» ст. 1, п. 3, п. 9 «Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения, выполняемые при учете объема оказанных услуг электросвязи операторами связи».
2. **Приказ** Минкомсвязи РФ от 25.12.2009 № 184 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в части компетенции Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 01.02.2010 № 16179).
3. **ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1—99.** Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель.
4. **Бакланов И. Г.** NGN: Принципы построения и организации. Эко-Трендз, 2007.
5. **ГОСТ Р 8.873—2014.** ГСИ. Государственная поверочная схема для технических систем и устройств с измерительными функциями, осуществляющих измерения объемов (количества) цифровой информации (данных), передаваемых по каналам Интернет и телефонии.
6. **Измерения** в информационных технологиях // Труды ВНИИФТРИ. 2010. Вып. 58 (150).
7. **ГОСТ Р 34.11—94.** Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хеширования.

Дата принятия 10.11.2014 г.