

и вносят коррективы в свои документы (например, выпущено уже 5-е издание [2]). Вместе с тем, ведутся разработки новых подходов к метрологической аттестации ПО.

В России применяются СИ отечественных и иностранных производителей. Нередко объектами аттестации и проверки становятся уникальные разработки, которые были невозможны на более ранней стадии развития компьютерных технологий. Многие системы представляют собой сложные программно-аппаратные комплексы, аттестация которых требует глубокого и тщательного анализа. Поэтому необходимо периодически пересматривать отечественные нормативные документы по аттестации ПО для их гармонизации с международными документами. Важны активное участие российских специалистов в международных Технических комитетах, занимающихся разработкой документов, регламентирующих подходы к аттестации ПО, а также проведение совместных семинаров по данной тематике (см., например [8]).

Л и т е р а т у р а

1. **Рекомендация МОЗМ D 31:2008.** Общие требования к программно-контролируемым средствам измерений.

2. **WELMEC 7.2.** Руководство по программному обеспечению. 2010.

3. **ГОСТ Р 8.654—2009.** ГСИ. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения.

4. **МИ 2955—2010.** ГСИ. Типовая методика аттестации программного обеспечения средств измерений.

5. **СК 02-30—10.** Программное обеспечение обработки данных при измерениях. Общие положения и порядок проведения метрологической аттестации.

6. **МИ 3290—2010.** Рекомендация по подготовке, оформлению и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения типа.

7. **МИ 3286—2010.** Проверка защиты программного обеспечения и определение ее уровня при испытаниях средств измерений в целях утверждения типа.

8. **Математическая,** статистическая и компьютерная поддержка качества измерений. Аттестация программного обеспечения, используемого в метрологии // Труды Междунар. семинара. СПб., 2012 [Электрон. ресурс]. <http://mcsmq.vniim.ru> (дата обращения: 05.12.2012 г.).

Дата принятия 04.02.2013 г.

ИЗМЕРЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

621.317:621.37.39

Метрологическое обеспечение измерений количества и скорости передачи информации

И. А. ШАЙКО*, Е. И. ШАЙКО**

* ЗАО «Супертехприбор», Мытищи, Россия

** ФГКУ «ГНМЦ» Минобороны России, Мытищи, Россия, e-mail:skb@sprbor.ru

Разработаны предварительные предложения по составу измеряемых параметров информации, облику и структуре измерителей данных параметров и средств их метрологического обеспечения.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, скорость передачи информации, количество информации.

The preliminary proposals on composition of measurable information parameters, appearance and structure of these parameters measuring instruments and means of their metrological assurance are carried out.

Key words: metrological assurance, information rate, amount information.

В настоящее время существует несколько определений и толкований понятия «информация». В информатике наиболее часто используется следующее толкование: информация — это осознанные сведения об окружающем мире, которые являются объектом хранения, преобразования, передачи и использования. В [1] дано определение: «Информация — сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления». К основным видам информации относятся: графическая, звуковая, текстовая, числовая, видеоинформация, органолептическая и т. д. Научный подход к оценке информации был предложен еще в 1928 г. американским инженером Р. Хартли. Количество информации рассчитывают по формуле

$$K = \log_2 N,$$

где N — количество равновероятных событий (число возможных выборов).

С разработкой общей теории информации и математической теории связи К. Шенноном в 1948 г. стало возможным хранить, обрабатывать и передавать информацию в виде двоично-кодированной последовательности. Расчетная формула К. Шеннона учитывает неодинаковую вероятность P событий:

$$K = -\log_2 P.$$

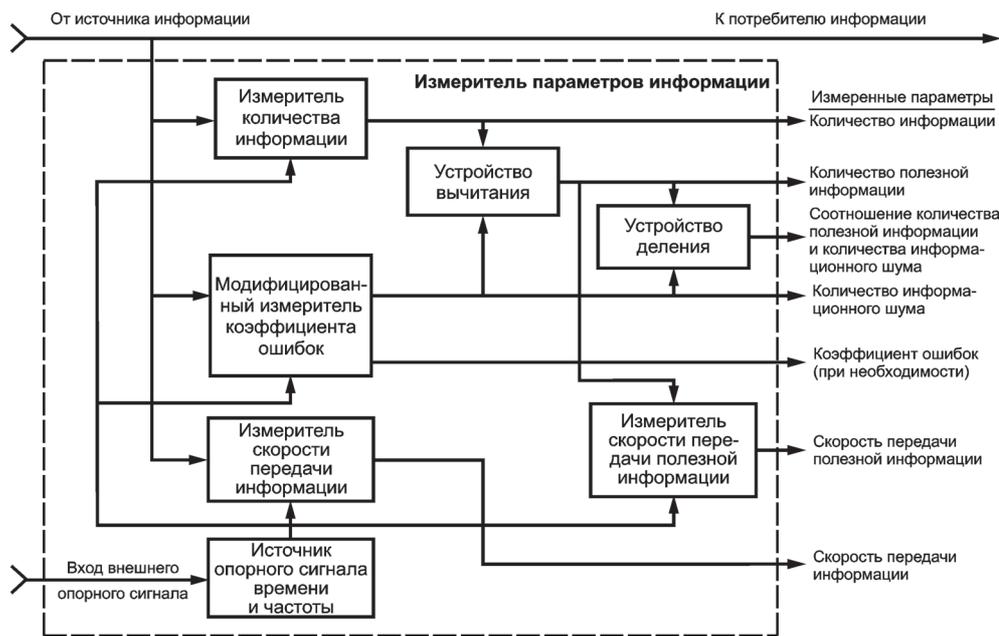


Рис. 1. Структурная схема измерителя параметров информации

Вероятностный подход к измерению информации можно выразить следующим образом: чем меньше вероятность некоторого события, тем больше информации содержит сообщение об этом событии. Наименьшее целое число, логарифм которого положителен, 2, соответствующая ему единица бит является основой исчисления информации в цифровой технике. Следующей популярной единицей информации является байт, равный 8 бит. Эти единицы в качестве внесистемных положены в основу измерения количества информации, при этом 1 байт = 8 бит; 1 кбайт = 1024 байт; 1 Мбайт = 1024 кбайт; 1 Гбайт = 1024 Мбайт [2]. Скорость передачи информации согласно [2] представляют в битах или байтах в секунду либо с использованием указанных выше их производных.

Об измерении информации и развитии информационных технологий в настоящее время развернулась научная дискуссия [3]. При наличии величин и их единиц измерения, технических устройств и сетей для хранения, преобразования и передачи информации должны быть разработаны средства измерений (СИ) количества и скорости передачи информации, средства метрологического обеспечения, по-

верочные схемы и другие метрологические элементы. Однако сейчас основные измерения сводятся к определению и анализу коэффициента ошибок BER, который равен отношению числа ошибочно принятых битов к общему числу принятых битов. При этом промежуток времени (база времени), в течение которого измеряется BER, задается либо фиксированным числом наблюдаемых бит, либо фиксированным числом ошибочно принятых бит и не связан непосредственно с единицей времени (секундой). Это не позволяет корректно судить о единстве измерений. Результаты таких измерений не содержат ни количества информации, переданной, например, в течение 10 с, часа, суток или любого произвольного интервала времени (с учетом перерывов и аварийных остановок), ни количества полезной информации, которое может быть получено путем вычитания из общего коли-

чества информации количества ошибочно принятых битов, что очень важно, например, для систем связи и государственного управления, особенно при повреждении линий связи или подавлении их средствами радиоэлектронной борьбы. Практически скорость передачи информации устанавливается, но фактически эта особо важная и полезная величина не измеряется. Однако существует широкая номенклатура СИ параметров линий передачи информации (генераторы сигналов, измерители мощности сигналов, рефлектометры, тестеры и др.), которые позволяют поддерживать в исправном состоянии радиотехнические, проводные, оптоволоконные линии связи, но не определяют параметры информации.

Для измерений параметров информации можно воспользоваться методикой, существующей в системах обработки и передачи аналоговых сигналов, где оперируют категориями уровень (напряжение, мощность) сигнала, уровень шумов, соотношение сигнал—шум и т. п. В этом случае измеритель параметров информации может быть представлен в виде, приведенном на рис. 1. Здесь измеритель количества информации представляет накопительный счетчик битов и (или) байтов на определенном интервале времени, например, 2 ч, 3 сут и т. д. с учетом плановых и аварийных перерывов и сбояв. Модифицированный измеритель коэффициента ошибок построен по известной схеме, однако в нем временной интервал отсчета формируется от встроенного или внешнего высокостабильного опорного генератора, что позволяет измерить количество как правильно принятых битов (полезной информации), так и искаженных битов (информационный шум) на едином для всех узлов устройства временном интервале.

Измеритель скорости передачи (приема) информации в виде счетчика единиц количества информации в секунду, а также при необходимости в виде счетчика единиц средней скорости передачи информации за другой промежуток времени позволяет измерить скорости передачи (приема) полезной информации и информационного шума с привязкой

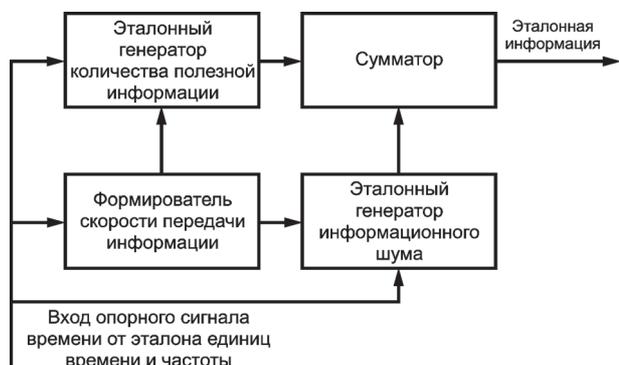


Рис. 2. Государственный (ведомственный) эталон единиц параметров информации

к единой для всех узлов устройства единице времени. При этом измеритель скорости полезной информации не учитывает поступающие ошибочные биты, сгенерированные или пропущенные под воздействием шумов или преднамеренных помех.

Устройства вычитания и деления — цифровые устройства, выполняющие указанные операции и позволяющие измерить количество полезной информации как разность между общим количеством информации и количеством ошибочно принятых битов, а также количественное соотношение полезной информации и информационного шума. Опорный генератор — высокостабильный источник времени (частоты), имеющий внешний вход опорного сигнала, который можно задействовать, например, от внешнего квантового стандарта частоты при использовании специально отобранного измерителя параметров информации в качестве рабочего эталона.

Таким образом, представленный измеритель параметров информации является комбинированным СИ. Он относительно несложный по устройству и принципу работы и позволяет определить количество общей и полезной информации, информационного шума, их отношение, скорости передачи общей и полезной информации и при необходимости стандартный коэффициент ошибок. При этом результаты измерений представлены в установленных единицах величин. Однако, как и любые СИ, данный прибор будет иметь соответствующие погрешности измерений, поэтому целесообразно разработать государственный (ведомственный) и (или) рабочий эталон параметров информации и варианты поверочных схем.

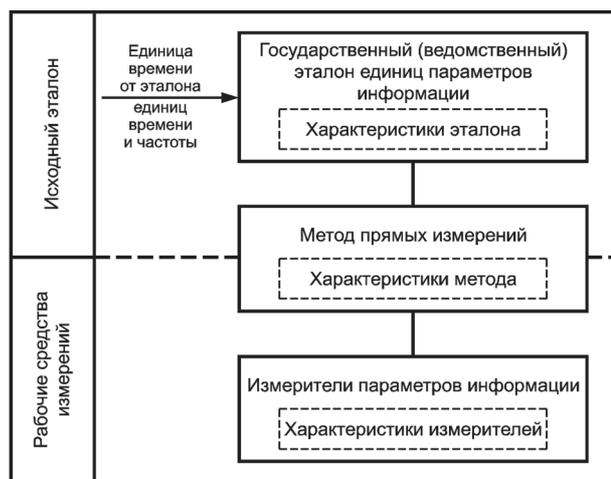
Государственный эталон единиц параметров информации (рис. 2) в своей структуре должен иметь эталонные генераторы количества полезной информации и информационного шума с их дискретным или плавным изменением в заданном диапазоне значений, а также формирователь скорости передачи информации на основе эталонного времени, получаемого от эталона единиц времени и частоты. В эталонных генераторах необходимо также предусмотреть возможность перестройки параметров применяемых на практике сигналов и соответствующие протоколы связи и передачи информации. Устройство суммирования в структуре эталона выполняет функции сложения потоков полезной и искаженной информации в единый информационный поток. В простейшем случае при небольшом парке измерителей параметров информации поверочная схема может быть представлена в виде двух ступеней (рис. 3, а) с использованием метода прямых измерений поверяемым измерителем заданных параметров информации, генерируемых государственным эталоном. При этом, например, абсолютную погрешность измерения количества информации измерителя можно представить в виде

$$\Delta K = K_3 - K_{и},$$

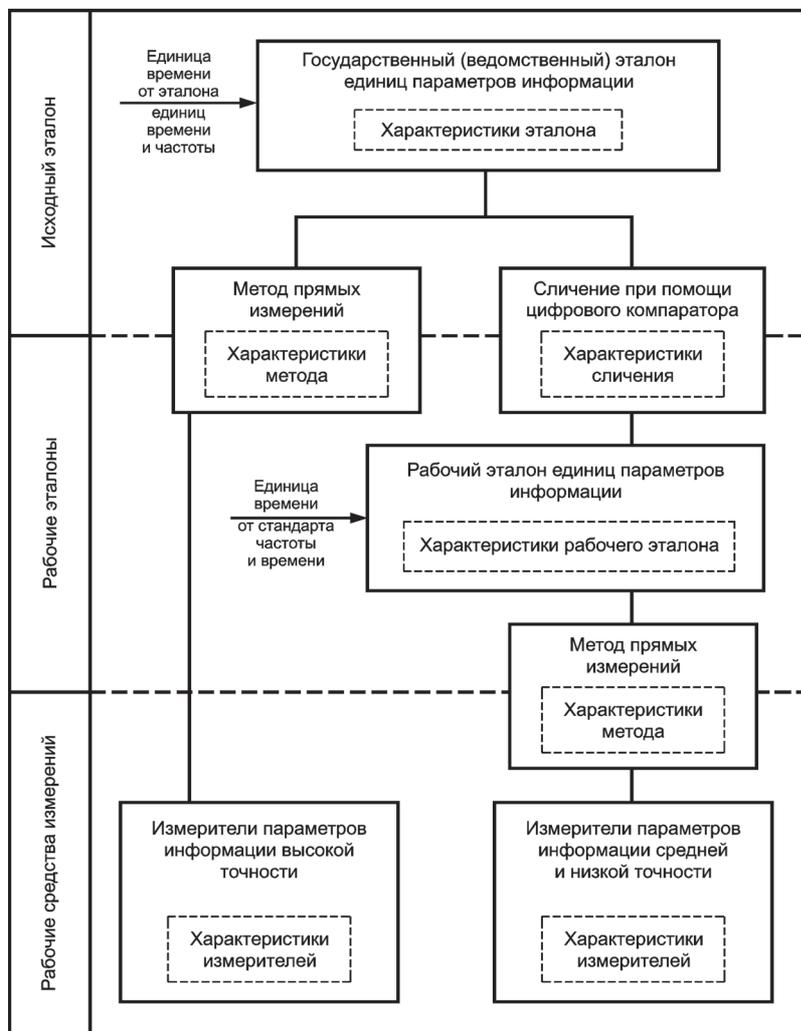
где K_3 , $K_{и}$ — воспроизведенное эталонное и измеренное значения количества информации.

Относительная погрешность будет

$$\delta K = (K_3 - K_{и})/K_3.$$



а



б

Рис. 3. Структура двухступенчатой (а) и трехступенчатой (б) государственных (ведомственных) поверочных схем для СИ параметров информации

В дальнейшем при увеличении количества СИ параметров информации возможен переход к трехступенчатой поверочной схеме. В ней в качестве рабочих эталонов можно использовать упрощенную версию эталона параметров информации (рис. 3, б) или

специально подобранный по характеристикам эталонный измеритель, в которых опорное значение времени (частоты) подается от рабочего эталона времени и частоты, например, от рубидиевого или водородного стандарта частоты. Тесная связь параметров информации и времени (частоты) свидетельствует о том, что эти виды измерений могут быть взаимосвязаны, а функции государственного эталона единиц времени и частоты расширены до функций государственного эталона единиц времени, частоты и параметров информации. В этом случае предлагаемые варианты поверочных схем для СИ параметров информации могут быть интегрированы с поверочными схемами для СИ времени и частоты.

Таким образом, представлены предварительные предложения по составу измеряемых параметров информации, облику и структуре измерителей параметров информации и средств их метрологического обеспечения. Установление ко-

личественных значений технических требований к указанным СИ и параметров поверочных схем могут быть предметом дальнейших исследований.

Л и т е р а т у р а

1. **Федеральный закон** Российской Федерации от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

2. **Постановление** Правительства Российской Федерации от 31 октября 2009 г. № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации».

3. **Измерения** в информационных технологиях // Труды ВНИИФТРИ. 2010. Вып. 58 (150).

Дата принятия 17.01.2013 г.

НАНОМЕТРОЛОГИЯ

546.47:546.05:546.06:54.057:535.372

Стандартные образцы наночастиц Au и ZnO для калибровки малоугловых рентгеновских дифрактометров

М. А. ЗАПОРОЖЕЦ*, **В. В. ВОЛКОВ***, **С. Н. СУЛЬЯНОВ***, **Е. Г. РУСТАМОВА****,
С. П. ГУБИН**, **В. Б. МИТЮХЛЯЕВ*****, **А. Ю. КУЗИН*****, **П. А. ТОДУА*****,
А. С. АВИЛОВ*

* Институт кристаллографии им. А. В. Шубникова, Москва, Россия

** Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова, Москва, Россия,
e-mail: fil@igic.ras.ru

*** Научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума, Москва, Россия, e-mail: fgupnicpv@mail.ru

Разработаны стандартные образцы на основе наночастиц Au и ZnO для калибровки малоугловых рентгеновских дифрактометров. Структурные параметры полученных стандартных образцов измерены при помощи просвечивающего электронного микроскопа. Подтверждены значения размерных параметров наночастиц и осуществлена дополнительная характеристизация стандартных образцов с использованием комплекса методов исследования, включающего оптическую спектроскопию, рентгенофазный анализ и синхротронное излучение.

Ключевые слова: стандартные образцы, наночастицы, малоугловые рентгеновские дифрактометры, просвечивающий электронный микроскоп, калибровка.

The certified reference materials (CRM) based on Au and ZnO nanoparticles for small-angle X-ray diffractometers calibration are developed. The structure parameters of CRM have been measured by transmission electron microscope. The confirmation of the mean values of the nanoparticles size parameters and additional characterization of CRM is carried out by means of the several research methods, such as optical spectroscopy, X-ray phase analysis and synchrotron radiation.

Key words: certified reference materials, nanoparticles, small-angle X-ray diffractometers, transmission electron microscope, calibration.

В настоящее время в Российской Федерации появилась потребность в обеспечении единства измерений и создании системы подтверждения соответствия продукции нанотехнологии. Без точного и достоверного измерения параметров объектов и материалов нанотехнологий и продукции нанотехнологии, а также оценки ее соответствия невозможно развитие этой отрасли экономики.

Наночастицы являются важнейшими объектами нанотехнологий, а их размер — основным параметром, определяющим физические характеристики указанных объектов. Поэтому метрологическое обеспечение измерений размеров наночастиц — важнейшая область метрологического сопровождения нанотехнологий. Одним из основных методов измерения размерных параметров частиц в нано- и субнано-