

кронштейне азимутального сканирующего устройства закреплён исследуемый объект – антенна под носовым обтекателем, а устройства сканирования по углу места – измерительный зонд – открытый конец волновода. Такая конфигурация сканирующих устройств позволяет существенно упростить конструкцию поворотных устройств, сделать их более универсальными, упростить процедуру совмещения центров вращения с фазовыми центрами исследуемых антенн различной формы и снизить стоимость измерительного комплекса. В комплексе выбрана привычная с точки зрения представления измеренных результатов т. н. экваториальная компоновка расположения зондовой антенны и исследуемого объекта.



Рисунок 2 – Сканирующие устройства установлены в безэховой камере, выполненной из поглощающего материала «ТОРА 25»

Максимально достижимые геометрические параметры:

- радиус сферической поверхности – 120 см.;
- угол поворота в азимутальной плоскости – 0-330 град.;
- угол поворота в угломестной плоскости – 0-180 град.

Выбранные размеры позволяют измерять параметры широкого круга изделий, функционирующих в трехсантиметровом диапазоне длин волн. Конкретные размеры области сканирования устанавливаются для конкретной измеряемой антенной системы.

В отличие от планарного сканирования, где достаточно просто решается вопрос поляризационного базиса, а также возможен экспресс анализ по измерениям одной строки и одного столбца в центральной области измеряемой апертуры (что,

несомненно, является существенным преимуществом измерений на плоскости), при сферическом сканировании для получения полной информации требуется измерение на двух ортогональных поляризациях, что усложняет конструкцию узла зондовой антенны. В реализованном экспериментальном образце проводится последовательное измерение двух массивов отдельно на каждой поляризации. После обработки процесса измерения и алгоритмов обработки, зондовый узел будет доработан и измерения двух ортогональных поляризаций будет проводиться последовательно при каждом угловом положении зонда, что, естественно, повысит точность измерений.

Контроллер управления обеспечивает как независимое перемещение по каждой угловой координате, так и последовательное сканирование по двум координатам в автоматическом режиме: – поворот исследуемого объекта в азимутальной плоскости в пределах выбранного углового сектора, перемещение зондовой антенны на выбранный угловой дискрет, затем опять поворот в азимутальной плоскости в обратном направлении. Ввод данных в компьютер в виде двумерных массивов и графическое представление результатов измерения и расчетов аналогичны описанным в [2].

Литература

1. Будаи. А.Г. Разработка концепции построения аппаратно-программного комплекса модульной конструкции для определения характеристик антенных систем по измерениям в ближней зоне / А.Г. Будаи, А.П. Гринчук, А.В. Громыко // Приборы и методы измерений. – 2017. – № 2. – С. 151–159.
2. Будаи. А.Г. Практическая реализация аппаратно-программного комплекса для планарных измерений характеристик антенн в ближней зоне / А.Г. Будаи, А.П. Гринчук, А.В. Громыко // Приборы и методы измерений. – 2017. – № 4. – С. 334–343
3. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн. – М. – 1978.
4. Арфкен Г. Математические методы в физике. – М. – 1970.

УДК 006.91

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ИЗМЕРЕНИЙ В РАМКАХ СМК

Гуревич В.Л., Разумный А.И.

Белорусский государственный институт метрологии, Минск, Республика Беларусь

Согласно новой версии СТБ ISO 9001, системы менеджмента измерений – это набор взаимосвязанных или взаимодействующих элементов, необходимых для достижения метрологического подтверждения и управления процессами изме-

рений. Как видно из определения, понятие системы менеджмента измерений достаточно органично сочетается с понятием менеджмента качества и в новой редакции международного стандарта устанавливаются требования, в том числе к

системе менеджмента измерений. Одно из отличий от предыдущих версий стандарта заключается в том, что новая редакция четко устанавливает место системы менеджмента измерений как части системы менеджмента качества организации (лаборатории).

Сформулируем преимущества системы менеджмента измерений. Еще в прошлом веке Э. Деминг выдвинул гипотезу о том, что процесс измерений является процессом, которым по аналогии с технологическим процессом можно управлять. В этом смысле процесс измерений выступает как объект менеджмента качества. В свою очередь инструментом стабильного управления процессами измерений является система менеджмента измерений. Таким образом, наличие в организации (лаборатории) результативно функционирующей системы менеджмента измерений означает, что процесс измерений находится в управляемых условиях.

Это несет в себе определенные выгоды. Во-первых, это внутренние выгоды для организации. Система менеджмента измерений является инструментом руководства для достижения результативности, эффективности и стабильности деятельности (то есть приводит к снижению рисков получения неправильных результатов измерений). Во-вторых, это внешние выгоды. Наличие функционирующей и результативной системы менеджмента измерений обеспечивает повышение уровня доверия к результатам измерений, признание протоколов испытаний и т. д. (то есть ведет к снижению технических барьеров в торговле, что обеспечивает повышение экспортного потенциала страны).

Можно выделить два обобщенных подхода к проектированию и созданию системы менеджмента измерений: системные подходы и эмпирические подходы. Кратко рассмотрим оба этих подхода.

Системные подходы разделить на подходы в отношении качества в целом (классический подход (СТБ ISO 9001, цикл P-D-C-A)) и подходы в отношении отдельных метрологических аспектов (например: управление процессами измерений (СТБ ИСО 10012), ресурсы процесса (оборудование) (серия ТКП 8.XXX), организационная структура лаборатории (СТБ ISO/IEC 17025, СТБ 941.3, СТБ ISO/TS 16949), методы статистического анализа данных (СТБ ИСО 5725) и т. д.).

С другой стороны существует достаточно богатая практика зарубежной метрологической и производственной деятельности. Тут можно выделить метрологический и производственный опыт американских и немецких автомобильных компаний.

Американские метрологи в рамках отраслевого стандарта на СМК QS 9000 разработали руководство «Анализ измерительных систем» (Measurement Systems Analysis – MSA) [1]. Отличитель-

ной особенностью руководства MSA является то, что он рассматривает процесс измерений и его результативность в комплексе (как систему), обращая внимание на особенности и «узкие места», встречающиеся в практике лабораторий, а также приводит рекомендуемые техники и инструменты управления, анализа и принятия решений на различных этапах. В 2006 году QS9000 был отменен, однако MSA прочно вошел в практику зарубежной метрологической деятельности в рамках международного стандарта ISO/TS 16949 и лег в основу вышедшего в 2016 году СТБ 2450.

Немецкие метрологи в рамках своего отраслевого стандарта на СМК разработали руководство «Пригодность измерительных процессов» (Capability of Measurement Processes), которое использует другой метод для оценки процесса измерений, используя в качестве основы статистические понятия, установленные в Руководстве по выражению неопределенности в измерениях (GUM) [2].

При таком подходе недостатком Системы обеспечения единства измерений Республики Беларусь является то, что у нее нет четкого комплексного представления о представлении и управлении процессом измерений. Она частично определяет состав процесса, рассматривает отдельные элементы процесса измерений во времени, без учета взаимосвязей между ними, иными словами, в целом не дает полной картины для разработки результативной системы менеджмента измерений.

Таким образом, для проектирования и разработки модели результативной системы менеджмента измерений как части системы менеджмента качества организации необходимо использовать как системные, так и эмпирические подходы, реализовав, таким образом, комплексный подход к проектированию и созданию системы менеджмента измерений. Тут важно отметить, что адаптировать оба этих подхода к нашей стране нужно с помощью объединения и взаимного дополнения требований данных подходов на основе принципа непротиворечивости уже функционирующей Системе обеспечения единства измерений Республики Беларусь.

Рассмотрим особенности проектирования системы менеджмента измерений. Результативность процесса измерений обеспечивается, с одной стороны, организационной составляющей, и с другой стороны, технической составляющей.

Организационная составляющая определяется качеством структуры (организации) процесса измерений и требует наличие процессов различных категорий (управленческих (лидерство), обеспечивающих (ресурсы), основных (процессы измерений), процессов измерения, анализа и улучшения, организованных в цикл P-D-C-A), а также структуры, соответствующей сети про-

цессов (взаимосвязи и взаимодействия процессов различных категорий). На этом этапе решается задача разработки пригодной, адекватной, результативной и эффективной системы менеджмента измерений как части системы менеджмента качества деятельности организации (лаборатории), ключевым элементом которой является система измерений как инструмент обеспечения результативности и эффективности процесса измерений.

Для разработки системы менеджмента измерений организация (лаборатория), согласно п. 4.4.1 СТБ ISO 9001, должна «определить процессы, их входы и выходы, взаимодействия между процессами, определить и обеспечить ресурсы, назначить обязанности и предоставить полномочия...», то есть сформировать модель сети процессов (процессный подход). В этом смысле, для формирования модели системы менеджмента измерений как сети взаимосвязанных процессов удобно использовать стандарт описания сети процессов IDEF0. Его преимуществами являются комплексность описания процессов различных категорий (управление, ресурсы, информационные потоки, обратные связи), системность структуризации процессов посредством механизма декомпозиции, возможность детализации информационных потоков, простота построения и наличие строгих требований, обеспечивающих получение моделей стандартного вида. Причем при проектировании и разработке необходимо, во-первых, взять за основу типовую модель, основанную на СТБ ISO 9001, так как система менеджмента измерений должна являться частью системы менеджмента качества и быть гармонизирована с ней, и, во-вторых, учесть эмпирические и системные подходы, о которых говорилось выше на основе принципа непротиворечивости. В этом смысле типовая функциональная модель в соответствии с СТБ ISO 9001 удобна с той точки зрения, что она содержит «незаполненную» структуру основных процессов, обменивающихся ресурсами. Кроме того, такой подход

четко установит место и критерии метрологического аудита (аудита системы менеджмента измерений), который должен являться частью аудита системы менеджмента качества деятельности организации (лаборатории).

Техническая составляющая определяется качеством ресурсов, используемых в организации и проведении процесса измерений (то есть требует наличие элементов процесса измерений). На этом этапе решается задача методического обеспечения жизненного цикла систем измерений – как основного объекта менеджмента в части управления качеством механизмов преобразования. То есть, техническая составляющая обеспечения результативности системы менеджмента измерений – это ресурсное и методическое обеспечение этапов жизненного цикла единичной системы измерений.

В заключении можно отметить, что разработка концепции результативной системы менеджмента измерений как части системы менеджмента качества посредством обеспечения как организационной, так и технической составляющей на основе комплексного подхода является актуальной задачей для метрологического обеспечения промышленных предприятий Республики Беларусь. Решение данной задачи позволит повысить экспортный потенциал промышленных предприятий страны за счет снижения рисков получения неправильных результатов измерений (то есть предотвращения выпуска дефектной продукции) и повышения уровня доверия к результатам измерений (документированная система менеджмента измерений может служить в качестве доказательной базы).

Литература

1. Measurement Systems Analysis (MSA). Reference Manual. Fourth Edition, 2010. – 241 с.
2. Verband der Automobilindustrie (VDA) 5. Quality Management in the Automotive Industry. Capability of Measurement Processes, 2011. – 167 с.

УДК 621.391.1(075.8)

УСТАНОВКА ПОВЕРКИ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ Есьман Г.А., Шевель К.П.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

Обеспечение высоких темпов развития промышленного комплекса Республики Беларусь связано с повышением технического уровня производства, его механизацией и автоматизацией, дальнейшим совершенствованием существующих и внедрением качественно новых, высокоэффективных технологических процессов и оборудования.

Одна из важных частей процесса производства деталей – контрольные операции. Для осуществления контроля используется измерительное оборудование. Для того, чтобы обеспечить точ-

ность и качество измерений, оборудование должно проходить поверку. Поверка измерительных приборов осуществляется с помощью широкого спектра устройств от простейших до сложных измерительных систем.

Одним из самых распространенных эталонов длины является концевая мера. Концевые меры длины бывают рабочие и образцовые. Рабочие меры предназначены для регулировки и настройки показывающих приборов и для непосредственного измерения линейных размеров промышлен-