

МЕТРОЛОГИЯ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Б.П. Горшков

Приведен обзор некоторых проектов Европейской метрологической исследовательской программы по созданию новых технологий, в которых участвуют метрологические центры многих европейских стран. Результаты этих работ могут быть применены в работах по автоматизации в промышленности.

Ключевые слова: метрология, прослеживаемость измерений, измерения на наноуровне, достоверные измерения при интенсивных вычислениях, тестирование программного обеспечения.

В настоящее время в Европейском Союзе продолжается выполнение проектов по созданию единого Европейского исследовательского пространства (ЕИП). Отдельная роль в этих проектах отведена метрологии.

Участие метрологов в данных проектах осуществляется в рамках соответствующих исследовательских программ [1], в том числе "Европейской метрологической исследовательской программы" (EMRP), которая должна быть завершена в 2017 г. (<http://www.euramet.org>). В разделе "Новые технологии" этой программы, содержится девять проектов, предусматривающих создание новых технологий [2], основанных на различных принципах, а также создание соответствующей измерительной инфраструктуры.

В настоящее время практически по всем проектам данного раздела работы завершены или находятся в стадии завершения, подготовлены промежуточные и окончательные отчеты.

Коротко остановимся на трех проектах, результаты работ по которым потенциально могут быть применены в системах промышленной автоматизации.

Обзор проектов по разделу «Новые технологии» программы EMRP

Проект NEW08 «Метрология с NEMS и для NEMS»

Нанoeлектромеханические устройства: инновационные измерения для перспективных технологий

Микроелектромеханические системы уже хорошо зарекомендовали себя в промышленности и в секторе потребительских товаров. Однако современные тенденции, направленные на повышение производительности создаваемых изделий и уменьшение их размеров, явились причиной создания нанoeлектромеханических систем (НЭМС/NEMS), основанных на интеграции электрических и механических функциональных возможностей на наноразмерном уровне. Применение таких систем сегодня является одним из ключевых прорывных направлений создания новых технологий, которые потенциально могут обеспечить решение целого ряда технологических задач в области электроники, вычислительной техники, создания и применения различных физических и биологических датчиков.

Данный проект направлен на применение методов и средств NEMS для обеспечения точных и прослеживаемых измерений физических величин, таких как масса, сила, перемещение, температура, в том числе измерений на наноразмерном уровне (одно-

фотонном и одномолекулярном). Создание в рамках проекта интегрированных наноразмерных датчиков электрического заряда позволит заложить основы для разработки высокостабильных миниатюрных источников опорного напряжения.

Проектом предусмотрены изучение новых материалов, таких как графен и пьезоэлектрики, а также вопросов повышения производительности систем NEMS в целом и др.

В работе над проектом принимают участие ученые и специалисты из метрологических институтов и других организаций Германии, Великобритании, Италии, Финляндии. В настоящее время опубликовано развернутое резюме по проекту, и следует полагать, что работы по проекту будут еще продолжены.

Проект NEW09 «Метрология электротермических элементов для технологий с применением функциональных материалов»

Надежные измерения для функциональных материалов: эффективность в областях транспорта, электроэнергетики и твердотельных системах охлаждения

В настоящее время такие отрасли, как энергетика, автомобильная, электронная и медицинская промышленность испытывают потребности в современных материалах и технологиях, которые позволят изделиям снизить потребление энергии, повысить эффективность и качество в производстве, надежность при эксплуатации.

Важной проблемой в промышленности остаются задачи эффективного охлаждения. Сегодня на смену устаревшим воздушным и жидкостным системам охлаждения приходят твердотельные технологии на основе электрокалорических материалов, которые обеспечивают эффективное охлаждение-терморегулирование компьютерных чипов, бытовых и промышленных холодильников и т. д.

Применение функциональных материалов позволит решить еще одну важную проблему в промышленности. Дело в том, что наиболее критичная ситуация создается при эксплуатации электротермомеханических соединений, например, гибких и сцепных соединений, муфт и т. п. в механизмах и узлах при высоких температурах. В таких соединениях должны применяться материалы, выдерживающие высокие температуры (до 1000°C). Одним из технических способов решения указанной проблемы является применение электрокалорических материалов, создаваемых на основе сигнетоэлектриков, способных

работать при высоких температурах. Под воздействием электрического поля изменяются электрические, тепловые и механические свойства этих материалов, что приводит к понижению их температуры.

Важным условием успешного решения указанных (и многих других) проблем является обеспечение надежных, точных и прослеживаемых измерений: значений температуры; показателей теплофизических, упругих и диэлектрических свойств сегнетоэлектрических и электрокалорических материалов при высоких температурах; напряженности электрического поля. Именно на решение этих задач и развитие соответствующей метрологической инфраструктуры направлен данный проект.

В настоящее время работы по проекту продолжаются, однако за прошедший период выполнен значительный объем работ в соответствии с поставленными в проекте задачами. В работе по проекту принимают участие метрологические институты Германии, Великобритании, Франции, Финляндии, Чешской Республики.

Проект NEW 06 «Прослеживаемость в метрологии при интенсивных вычислениях»

(Информационные технологии в сочетании с метрологией и укрепление доверия к ПО измерений.)

Данный проект представляет значительный интерес для науки и многих отраслей промышленности, а также для систем автоматизации [3]. Информационные и компьютерные технологии доминируют во многих сферах нашей деятельности и в повседневной жизни, а также играют все большую роль во многих областях измерений. Измерения при этом в значительной степени опираются на математические расчеты и программное обеспечение, которое эти расчеты реализует. Важно, чтобы ПО не вносило ошибок и искажений в процесс измерений и расчетов. Для исключения подобных случаев требуется проведение тестирования ПО.

Целью настоящего проекта является применение нового подхода к работам по тестированию ПО измерений, которым предусматривается:

- предоставление технических характеристик вычислений;
- формирование справочных данных (цифровые артефакты), которые будут использоваться для тестирования;
- разработка показателей, необходимых для оценки эффективности и пригодности программы для конкретной цели;
- развитие информационно-компьютерных технологий, которые позволят осуществлять on-line тестирование ПО с помощью Internet.

В проекте для создания новых методов обеспечения прослеживаемости результатов измерений, требующих интенсивных вычислений, использовались достижения высшей математики и численных мето-

Как много дел считались невозможными, пока они не были осуществлены.

Плиний Старший

дов математического анализа, а также современные информационные технологии.

В процессе работ по проекту были определены приоритетные приложения метрологии, для которых будут предоставляться услуги по тестированию, а именно: области измерения длины (координатно-измерительные машины) и измерения шероховатости.

Была спроектирована и разработана информационная система TraCIM, позволяющая выполнить оценку результативности ПО с применением экспертных знаний и Internet-технологий.

При этом разработчики метрологического ПО считают, что тестирование должно осуществляться независимой организацией, такой как Национальный метрологический институт (НМИ).

Предполагается, что внедрение результатов работ по проекту будет гарантировать пригодность и надежность ПО для измерений и таким образом повышение доверия потребителей к продуктам метрологии.

Проект выполнялся в период 2012-2015 гг. (последний отчет был опубликован в апреле 2016 г.). В выполнении работ по проекту участвовали специалисты метрологических институтов Германии, Великобритании, Италии, Нидерландов, Чешской Республики. Кроме того, от Германии принимали участие специалисты компаний Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH, Werth Messtechnik GmbH и др.

Заключение

Приведенный выше обзор некоторых проектов Европейской метрологической исследовательской программы по разделу «Новые технологии» позволяет получить представление об основных направлениях и актуальных проблемах, которые решаются в настоящее время совместными усилиями ученых и специалистов метрологических центров и других организаций стран Европейского Союза. Результаты работ, полученные в рамках соответствующих проектов, представляют интерес для заинтересованных организаций и специалистов, занимающихся созданием и внедрением современных систем автоматизации в промышленности.

Список литературы

1. Горшков Б.П., Сатановский А.А. Как сегодня сотрудничают метрологии Евросоюза // Советник метролога. 2013. № 3.
2. Горшков Б.П. Метрология в новых технологиях // Законодательная и прикладная метрология. 2017. № 1.
3. Forbes A. B., Smith I. M., Härtig F., Wendt K. Overview of EMRP Joint Research Project NEW06 traceability for computationally-intensive metrology // Advanced Mathematical and Computational Tools in Metrology and Testing. 2014. №10.

*Горшков Борис Петрович — канд. техн. наук, независимый эксперт.
Контактный телефон (495) 334-91-30.*