

50-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ США

THE 50TH ANNIVERSARY OF THE NATIONAL METROLOGY SYSTEM OF THE USA

Афонская Т.Д. (Т. Afonskaya), участник конференции NCSL International, Афонский А.А. (А. Afonskiy)

21 -25 августа 2011 в Вашингтоне (Gaylord National Convention Center, National Harbor, MD, USA) прошел международный симпозиум метрологов, который собрал более 2000 человек.



Логотип и девиз мероприятия

Девиз симпозиума «50 лет: Размышляя о прошлом — смотрим в будущее».

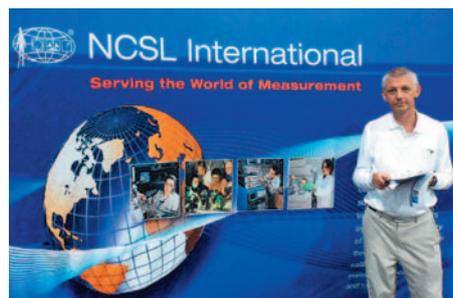
Спонсорами юбилейных мероприятий стали такие известные компании, как Tektronix, Agilent Technologies, Fluke, Keithley и др.

Открывая симпозиум, доктор Патрик Галлагер (Dr. Patrick D.Gallagher), дирек-

тор национального института стандартов и технологий (NIST), сказал, что конечно, за последние 50 лет произошли огромные изменения в мире, науке и технике, и даже само название NCSL претерпело изменение, теперь это международная организация и к ее названию добавилось слово International (международная) — NCSLI.

В 1961 году решением национальной конференции по проблемам метрологических лабораторий Национального бюро по стандартам (The National Bureau of Standard NBS) было реорганизовано в NCSL.

На открытии симпозиума особенно был отмечен Майкл Ломбарди (Michael Lombardi), которому была вручена престижная награда William A. Wildhack Award.



Афонский А.А., Главный редактор КИПиС

В рамках симпозиума проходила выставка и рабочая часть, включающая в себя доклады, презентации и тренинги по новейшим технологиям в различных областях точных измерений.

Темы симпозиума охватывали практически все разделы метрологии: законодательную метрологию, вопросы аккредитации, основные требования к измерениям, программное обеспечение и новинки для оборудования калибровочных лабораторий.

Все желающие могли совершить тур в



Стенд Национального института стандартов и технологий (NIST)

лаборатории национального института стандартов и технологий (NIST). Три автобуса метрологов отправились на экскурсию в NIST (г. Гейтерсбург, штат Мэриленд), 23 августа. Именно в это время в США произошло землетрясение силой 5,9 баллов. Сотовые телефоны не работали (все пытались сообщить эту весть друг-другу) и было невозможно понять, что же произошло в реальности: есть ли разрушения, жертвы. Помня о событиях 9/11, американцы предположили, что это новая террористическая атака. Сотрудники института высыпали на улицу и собрались у специальных знаков сбора в случае опасности.



Место проведения симпозиума, отель Gaylord National

А в это время на выставке администрация отеля вместе с полицией провела экстренную эвакуацию всех участников симпозиума, выставки и гостей гостиницы. Gaylord National Convention Center находится в огромном отеле, построенном из стекла и бетона, причем в качестве крыши над большей частью здания сооружен огромный стеклянный купол, под которым располагается целый городок с домами-магазинчиками, садом, речкой, мостиками, кафе и рестораном, а также одна из стен отеля полностью состоит из стекла, в результате чего посетители и гости отеля могут



Доктор Патрик Галлагер (Dr. Patrick Gallagher) был назначен 14-м директором Торгового департамента Национального института стандартов и технологий (National Institute of Standards and Technology — NIST) 5 ноября, 2009 года. Он также состоял в должности Заместителя министра торгового департамента института — новой должности, введенной в Акт перераспределений полномочий в Америке (America COMPETES Reauthorization Act) 2010 года, подписанный президентом Обамой 4 января 2011 года.

Галлагер получил степень доктора физических наук в университете Пизбурга (University of Pittsburgh) в 1991 г. В число его научных интересов входят нейтронные и рентгеновские устройства, а также изучение мягких конденсирующихся субстанций, таких как жидкости, полимеры и гели. В настоящий момент он работает сопредседателем в Совете национальной науки и технологий Белого дома.

любоваться чудесным видом на реку Потомак. Все высыпали на улицу и 3 часа ждали, как поведет себя стекло? Все закончилось благополучно. Все стеклянные сооружения остались целы, немного пострадала система кондиционирования, в некоторых местах здания слетели потолочные покрытия, а также некоторые люстры развалились, но остались висеть на своих местах. Выставка и симпозиум продолжили свою работу.

В рамках симпозиума, можно было прослушать доклады, вот лишь некоторые из них:

Фундаментальные основы калибровки температур. Это выступление Томаса



Потолок в холле отеля после землетрясения

Премия Вильяма А. Вайлдхака — ежегодная премия, которая присуждается за выдающийся вклад в область метрологии и измерений в соответствии с задачами NCSL International.

Институт, основанный в 1970 и названный в честь Вильяма А. Вайлдхака (William A. Wildhack), заслуженного сотрудника Международного бюро стандартов США (U.S. National Bureau of Standards), теперь носит название Национального института стандартов и технологий (NIST). Вайлдхак проводил большую организаторскую работу в течение первых лет формирования NCSL (NCSL International), полагаясь на свои знания, лидерские качества и предусмотрительность.

В разные годы эту награду получили такие известные люди как:

2009 — Эндрю Воллард (Andrew Wallard). Заступив на должность заместителя директора NPL в 1990, профессор Воллард впоследствии стал главным метрологом NPL. В 2004 году он становится директором BIPM. Он опубликовал около 40-ка научных трудов, в основном на тему лазерной физики и метрологии, провёл ряд конференций, а также внёс значительный вклад в метрологическую литературу. Благодаря этим заслугам Воллард был удостоен премий за выдающийся вклад в метрологию, но это только малая доля его заслуг и наград.

1990 — Дэвид Пакард (David Packard). Один из основателей Hewlett Packard Company, был удостоен премии за многолетний вклад в область измерений и стандартов, за то, что является лидером Hewlett Packard Co. — ведущим производителем измерительного оборудования.

1983 — Джон М. Флюк (John M. Fluke). Основатель компании John Fluke Mfg. Co., Everett, WA, и производитель известной всем измерительной техники под торговой маркой FLUKE.



Вандт (Thomas Wiandt, Fluke Calibration) освещало фундаментальные основы калибровки температур, и было посвящено калибровочному оборудованию, технике калибровки, подбору эмпирической кривой и математическим расчётам, необхо-

димым для температурных измерений. Докладчик рассматривал различные типы термометров — платиновый термометр сопротивления, терморезистор, термомпары, и комбинированные термометры/системы считывания.

Национальный Институт стандартов и технологий (NIST)

(Справка любезно подготовлена и предоставлена нашему журналу Львом Константиновичем Исаевым)

Национальный Институт стандартов и технологий (англ. The National Institute of Standards and Technology (NIST)) — non-regulatory агентство, не осуществляющее нормативно-правовое регулирование, в рамках Министерства торговли США, координирующее и содействующее активности федеральных органов, включая деятельность по использованию и участию в согласовании добровольных стандартов. Основной миссией института является «продвижение» инновационной и промышленной конкурентоспособности США путем развития науки об измерениях, стандартизации и технологий с целью повышения уровня экономической безопасности страны и улучшения качества жизни населения.

NIST является признанным мировым центром метрологии и стандартизации и хорошо известен мировой общественности как NBS — Национальное бюро эталонов США, которое было образовано как национальная метрологическая служба в 1901 г. Проводимая руководством NBS и Министерством торговли и промышленности США политика привлечения к работам ведущих специалистов разных стран привела к тому, что к настоящему моменту этот центр является наиболее авторитетным среди метрологических институтов в вопросах обеспечения единства измерений.

В 1988 г. NBS был преобразован в Национальный институт стандартов и технологий (NIST) в связи с тем, что в стране и в мире появилась необходимость стандартизации не только измерительной техники, товаров и услуг, но и стандартизации технологий.

NIST осуществляет свою деятельность в рамках программ лабораторных исследований и внешних программ.

Лаборатории NIST:

- Инженерная лаборатория (EL);
- Лаборатория информационных технологий (ITL);
- Лаборатория метрологии материалов (MML);
- Лаборатория фундаментальных физических измерений (PML);
- Центр нанонауки и технологии (CNST);
- Центр нейтронных исследований (NCNR).

Внешние программы NIST:

- Партнерство Холлингс по расширению производства (HMER), общенациональная сеть центров по оказанию помощи малым производителям;
- Программа инновационных технологий (TIP), грант программа, где NIST с промышленными партнерами совместно финансируют на ранней стадии исследование потенциально революционных техно-

логий, направленных на удовлетворение важнейших национальных и общественных потребностей;

- Национальная премия за качество им. Малкольма Болдриджа, высшая награда страны за повышения производительности и уровня качества компаний.

Институт разрабатывает целевые программы. Программно-целевое планирование охватывает производство и транспортировку топлива, снабжение электроэнергией, применение ядерной, солнечной и других видов энергии. Значительно меньше внимания уделяется разработке стандартов на готовую продукцию, поскольку в этой области действуют фирменные нормативные документы.

Огромную работу по метрологии и стандартизации NIST США проводит в области создания и аттестации стандартных образцов. Используя эталонное хозяйство и научный потенциал сотрудников, NIST аттестует и продает большое количество стандартных образцов. Сторонние соисполнители привлекаются только в тех случаях, когда нет твердой уверенности в правильности анализов, но таких ситуаций в NIST практически не бывает.

Большая работа в NIST США проводится по сбору, анализу и публикации стандартных справочных данных.

В NIST работает около 2900 ученых, инженеров, техников, обслуживающего и административного персонала. Кадровый состав дополняют около 2600 партнеров NIST (исследователи и инженеры из научных и промышленных кругов, американских и иностранных компаний), а также 1600 производственных специалистов и исследователей в 400 сотрудничающих организациях по всей стране.

Бюджет NIST за 2010 год составил \$ 856,6 млн., полученных в рамках Закона об ассигнованиях 2010 года, \$ 49,9 млн. (оплата услуг института) и \$101,5 млн., полученных из других учреждений.

Штаб-квартира NIST находится в г. Гейтерсбурге, штат Мэриленд (США), а также, существенная часть агентства работает в г. Боулдер, штат Колорадо.

Руководство: Dr. Patrick D. Gallagher — Директор NIST, назначаемый Президентом США и ежегодно отчитывающийся перед Сенатом, исполняющий обязанности Заместителя Министра торговли США по вопросам стандартизации и технологий.

Тел. (301) 975-2300. E-mail: patrick.gallagher@nist.gov, director@nist.gov. Адрес: 100 Bureau Drive, Stop 1000, Gaithersburg, MD 20899-1000, USA. Официальный сайт: www.nist.gov.

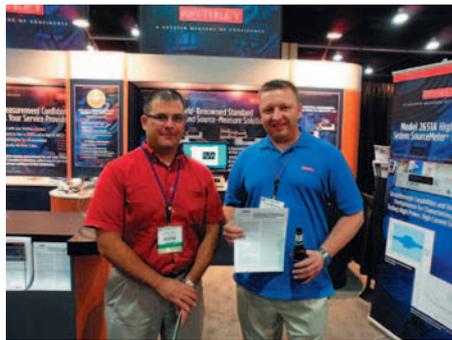
Хорошо, плохо или не определено. Что? Докладчик Джеф Густ (Jeff Gust, Fluke Calibration) предложил практические способы оценки неопределённости измерений и соответствующие риски получения ложных результатов во время проведения поверки.

Фундаментальные основы калибровки крутящего момента. Выступающие Генри Зумбрам (Henry Zumburum) и Уильям Лейн (William Lane) из Morehouse Instrument Co. предложили собравшимся обзор стандартов калибровки крутящего момента и оборудования, необходимого для калибровки крутящего момента, калибровки и тестирования датчиков крутящего момента, обзор правильной техники калибровки, источников ошибок при калибровке крутящего момента, а также рассказал почему измерение крутящего момента это больше, чем просто прослеживаемая длина и точное измерение массы. Во время выступления проведена «практическая» демонстрация, как правильно пользоваться гаечным ключом с ограничением по крутящему моменту, и рассмотрены ошибки, которые могут возникнуть при неправильном использовании инструмента.

Фундаментальные основы калибровки пирометров. Докладчик Франк Либманн (Frank Liebmann, Fluke Calibration) представил обзор основных знаний, необходимых, чтобы произвести калибровку пирометра. Первая часть выступления — это лекция, посвящённая основам измерения температуры излучения и калибровке пирометров. Вторая часть — практическое занятие, на котором можно было ознакомиться необходимыми шагами для проведения калибровки, тестами на оценку неопределённости измерений и способами вычисления неопределённостей согласно международным стандартам. Посетителям выдавались таблицы для облегчения вычисления неопределённостей.

Микроволновой анализ цепей и калибровка мощности. Барт Шрайвер (Bart Schrijver, Agilent Technologies) основное внимание уделил концепциям микроволновых измерений, в особенности анализу цепей и измерению мощности СВЧ.

Внедрение нановольтметров в качестве альтернативных детекторов автоматического моста сопротивления MI 6000B. Ник Заллар (Nick Zallar) и Славик Москалец (Slavik Moskalets), Keithley Instruments, в своем докладе описали процесс внедрения нановольтметров в качестве альтернативных детекторов в мосту измерения высокого сопротивления MI 6000B производства Measurements International (MI). Использование предложенных MI настроек для измерения сопротивления, 6000B через диапазон от 10^4 Ом до 10^9 Ом с применением нановольтметра, приведёт к результатам, идентичным при работе детектора цифрового мультиметра. Тем не менее, время измерения может значительно сократиться при измерении сопротивления в



Ник Заллар (Nick Zallar) и Славик Москалец (Slavik Moskalets), Keithley Instruments

10^8 Ом и ниже без увеличения уровня помех в системе. Использование преимуществ функций фильтрации нановольтметра и снижение помех на относительно низком числе циклов линии питания (NPLC) позволяют рекомендованным настройкам MI преобразовываться в целях улучшения скоростных качеств. Дальнейшая эффективность измерения повышается расширением пользовательских функций, вызванных программным обеспечением MI 6000B, для запуска периодической автокалибровки AutoCal или сброса встроенных в наномультиметр функций. Запуск и сохранение температурных данных со вспомогательным термометром также осуществляется с применением пользовательских функций... (полностью текст этого доклада вы можете прочитать на сайте www.kipis.ru в WEB-приложении для подписчиков).

Виктор Саприцкий, доктор технических наук, профессор, руководитель лаборатории фотометрии ВНИИОФИ, выступал на симпозиуме с двумя докладами и любезно дал небольшое интервью нашему журналу.



Виктор Саприцкий, д.т.н., профессор, руководитель лаборатории фотометрии ВНИИОФИ

Виктор Саприцкий: Я уверен, что России есть чем гордиться! И то, что, по моему мнению, может составлять гордость ВНИИОФИ, это высокотемпературные чёрные тела. Эта ситуация уникальная, высокотемпературные чёрные тела и абсолютные криогенные радиометры — это основа всех национальных радиометрических и фотометрических эталонов. Существуют всего два способа воспроизведения оптических величин — синхротрон, если это вакуумный ультрафиолет, и чёрное тело. Америка, Германия, Япония всегда производили черные

тела. Чёрное тело, которое сделали мы, в течение порядка 15 лет изучалось во всех ведущих метрологических центрах. И, на сегодняшний день, ситуация такова: все международные центры используют только чёрное тело ВНИИОФИ.

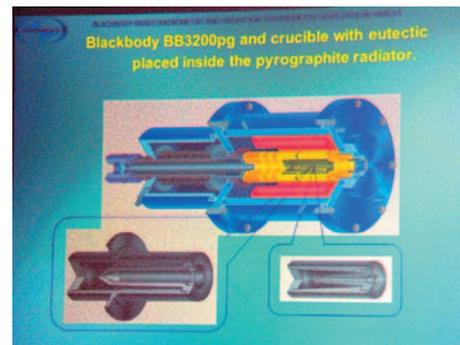
Татьяна Афонская (журнал КИПИС): Российские, Вы имеете в виду?

Виктор Саприцкий: Да, российские. ВНИИОФИ поставляет их в Америку, Германию, Францию, Японию, Южную Корею, Китай, Индию, Канаду и дальше по списку, даже в ЮАР. И все позиционируют свои оптические эталоны на нашем чёрном теле. И ничего другого, фактически, в мире для радиометрии нет. В мировой радиометрии мы заняли монопольное положение. Было много исследований, публикаций и даже проводили открытые столы на конференциях. И сейчас единое чёрное тело, которое используется, а это же все: и космические калибровки, и радиометрия, и датчики — все



Доклад ВНИИОФИ по черным телам

это чёрные тела ВНИИОФИ. В некоторых странах, скажем, в Германии 2 чёрных тела, в Америке 2 чёрных тела, в Китае 2, ну и так далее. И в последние годы в радиометрии настоящий бум и революция. Например, стали создавать высокотемпературные эталонники с фазовым переходом при температуре около 3000 градусов. Придумали японцы, доктор Ямада, и сейчас ведется очень интенсивная работа в NMI: японцы, мы, немцы, китайцы. И оказалось так, что вот эти эталонники могут идеально использоваться с нашими чёрными телами, когда температура выше 2,5 тысяч градусов. То, что нам удалось создать, ни у кого не получилось даже воспроизвести. 3,5 тысячи градусов внутри черного тела, у нас нет выходного



Чёрное тело BB3200pg и контейнер с эвтектиком, помещенные в пирографитовый радиатор

окна, излучение абсолютно идеальное, нет никакой турбулентности. И мы держим излучение с погрешностью 0,01%. То есть вы представляете, вот здесь комнатная температура, а здесь 3,5 тысячи градусов, и у вас излучение с чернотой три-четыре девятки при таких температурах. Чтобы получить это, мы использовали новые технологии, новые материалы, новые идеи, бились лет 10.



Афонская Т.Д., Заместитель главного редактора КИПИС

Татьяна Афонская: И какой-то есть, наверное, эталон?

Виктор Саприцкий: Это радиометрический эталон. Он в России.

Татьяна Афонская: А где он хранится?

Виктор Саприцкий: Во ВНИИОФИ. И мы сейчас сделали эталон для ВНИИ-Ма, для температурных измерений, в основном. Недавно мы поставили черное тело в Южную Корею, до этого — в Германию. По высокотемпературным чёр-

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ») — ведущее научно-производственное предприятие страны по созданию государственной системы обеспечения единства измерений в фотометрии, радиометрии оптического излучения, параметров импульсных электромагнитных полей. ФГУП «ВНИИОФИ» является государственным научным метрологическим центром в областях: фотометрии; оптической радиометрии, в том числе лазерной; спектро-радиометрии и спектрофотометрии; колориметрии; пирометрии; сенситометрии и денситометрии; рефрактометрии и поляриметрии; измерений характеристик и параметров; волоконно-оптических линий связи; быстропотекающих оптических процессов; импульсного электрического и магнитного полей; измерений состава и свойств веществ и материалов; спектральными методами. ФГУП «ВНИИОФИ» является головным институтом Росстандарта по метрологическому обеспечению в области неразрушающего контроля, а также в области здравоохранения и производства медицинской техники. Во ФГУП «ВНИИОФИ» работают 19 докторов и 54 кандидата наук. При ФГУП «ВНИИОФИ» работают базовые кафедры: Академии стандартизации, метрологии и сертификации по подготовке, переподготовке кадров поверителей и метрологов в закрепленных областях измерений; Оптико-физических измерений Московского института радиотехники, электроники и автоматики.

www.vniiofi.ru

ным телам мы оказались мировыми лидерами. И также в области низкотемпературных чёрных тел, которые используются для космических калибровок: используется то, что мы разработали. Вот буквально несколько примеров. В Германии сейчас закончили создание огромного эталонного комплекса в Берлине для инфракрасных калибровок. В основном это космическая индустрия, материалы и т.д. Чёрное тело они заказали у нас. Space Dynamics Laboratory (SDL) в США, когда им было нужно чёрное тело, они за-

казали нам — ВНИИОФИ. И когда пришла пора проводить испытания, приехал заказчик, полковник ВВС, и при мне, при наших ребятах, начал говорить: «Вы что, с ума сошли? Кому вы заказали, русским? У них же даже частота тока неправильная: у них же 50 Гц, а не 60. У них же ещё и работать не будет». А американцы из SDL говорят, что они уже весь мир объездили, никто не взялся, а русские взялись. И сделали. В SDL это черное тело до сих пор используют.

Александр Афонский (журнал КИПИС): А как же там с частотой или это инвариантная система?

Виктор Саприцкий: Это очень инертная система. Недавно в Японии мы делали черное тело для NEC TOSHIBA Space Systems (www.ntspace.co.jp/en) для калибровки спутников. Они ждали наше чёрное тело со всей своей спутниковой программой. Также в этом году мы поставили черное тело в Южную Корею для всех инфракрасных калибровок. В этой области ВНИИОФИ занимает уникальное положение в мире. России есть, чем гордиться.

В мире все взаимосвязано и интервью Виктора Сапроцкого лишнее тому подтверждение. Обзор посвящен 50-летию юбилею национальной метрологической системы США, но даже принимая участие в праздновании этого юбилея, мы нашли повод гордиться нашей страной — Россией! ☑

August 21-25, 2011, Washington, DC (Gaylord National Convention Center, National Harbor, MD, USA) hosted an international symposium of metrology which gathered more than 2,000 people. The motto of the symposium «50 Years: Reflecting On The Past — Looking To The Future». Review of this event also includes an interview with Victor Sapritskiy, Doctor of technical sciences, Professor, Head of the Laboratory of Photometry in VNIIOFI.

Абсолютно чёрное тело — физическая идеализация, применяемая в термодинамике, тело, поглощающее всё падающее на него электромагнитное излучение во всех диапазонах и ничего не отражающее. Несмотря на название, абсолютно чёрное тело само может испускать электромагнитное излучение любой частоты и визуально иметь цвет. Спектр излучения абсолютно чёрного тела определяется только его температурой. Важность абсолютно чёрного тела в вопросе о спектре теплового излучения любых (серых и цветных) тел вообще, кроме того, что оно представляет собой наиболее простой нетривиальный случай, состоит ещё и в том, что вопрос о спектре равновесного теплового излучения тел любого цвета и коэффициента отражения сводится методами классической термодинамики к вопросу об излучении абсолютно чёрного тела. (И исторически это было сделано уже к концу XIX века, когда проблема излучения абсолютно чёрного тела вышла на первый план). Наиболее чёрные реальные вещества (например, сажа) поглощают до 99 % падающего излучения (то есть имеют альбедо, равное 0,01) в видимом диапазоне длин волн, однако инфракрасное излучение поглощается ими значительно хуже. Среди тел Солнечной системы свойствами абсолютно чёрного тела в наибольшей степени обладает Солнце. Термин был введён Густавом Кирхгофом в 1862 году. Абсолютно чёрных тел в природе не существует, поэтому в физике для экспериментов используется модель. Она представляет собой замкнутую полость с небольшим отверстием. Свет, попадающий внутрь сквозь это отверстие, после многократных отражений будет полностью поглощён, и отверстие снаружи будет выглядеть совершенно чёрным. Но при нагревании этой полости у неё появится собственное видимое излучение. Поскольку излучение, испущенное внутренними стенками полости, прежде чем выйдет (ведь отверстие очень мало), в подавляющей доле случаев претерпит огромное количество новых поглощений и излучений, то можно с уверенностью сказать, что излучение внутри полости находится в термодинамическом равновесии со стенками. (На самом деле, отверстие для этой модели вообще не важно, оно нужно только чтобы подчеркнуть принципиальную наблюдаемость излучения, находящегося внутри; отверстие можно, например, совсем закрыть, и быстро приоткрыть только тогда, когда равновесие уже установилось и проводится измерение). Википедия (http://ru.wikipedia.org/wiki/Абсолютно_чёрное_тело)