



www.ria-stk.ru/mi

# МИЯ измерений

12  
2013

## ИК-метр

### Радиометр теплового излучения



- Диапазон измерений энергетической яркости, Вт/(ср·м<sup>2</sup>) ... 165 - 5000
- Диапазон измерений интенсивности теплового излучения (теплового потока), Вт/м<sup>2</sup> ... 10 - 2500
- Пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергетической яркости и измерений интенсивности теплового излучения, % ... 6



ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ  
**НТМ-ЗАЩИТА**

Тел.: (495) 500-03-00

www.ntm.ru



ISSN 1813-8667



9 771813 866008 >

Тема номера:  
Атомная отрасль

# еЭК

## ЕВРАЗИЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ



Уважаемые читатели!

Евразийская экономическая комиссия (ЕЭК) и журнал "Мир измерений" в январе 2014 г. запускают совместный проект в новой рубрике "О ЕДИНСТВЕ ИЗМЕРЕНИЙ В ТАМОЖЕННОМ СОЮЗЕ". Цель проекта – ознакомить читателей журнала с современным состоянием, проблемами и перспективами развития системы обеспечения единства измерений в сфере технического регулирования, привлечь к сотрудничеству метрологические службы организаций и предприятий для разработки методов и средств метрологического обеспечения технических регламентов (ТР) Таможенного союза (ТС), помочь им адаптироваться к реализации ТР в производственных условиях.

В настоящее время к рассмотрению Коллегии ЕЭК готовится проект Соглашения о проведении государствами ТС согласованной политики в области обеспечения единства измерений. Соглашение создаст правовую основу для системного применения средств и методов измерений в целях повышения точности, достоверности, сопоставимости и обеспечения взаимного признания результатов оценки соответствия продукции обязательным требованиям безопасности на таможенной территории ТС.

В числе первых публикаций результаты сравнительного анализа законодательства государств ТС в области обеспечения единства измерений, материалы о роли метрологии в формировании системы технического регулирования Единого экономического пространства, сотрудничестве метрологических служб государств ТС, о разработке методов и средств метрологического обеспечения ТР ТС, о деятельности Подкомитета по обеспечению единства измерений.

Надеюсь, что со временем рубрика, которую будет вести Департамент технического регулирования и аккредитации ЕЭК, превратится в открытую площадку для дискуссий метрологов государств – участников (и потенциальных участников) Таможенного союза.

Член Коллегии ЕЭК (Министр)  
по вопросам технического регулирования  
В.Н. Корешков

О ЕДИНСТВЕ ИЗМЕРЕНИЙ В ТАМОЖЕННОМ СОЮЗЕ

16+

Ежемесячный  
метрологический  
научно-технический  
журнал

Основан в марте 2001 г.

Учредители



ООО "РИА "Стандарты  
и качество"

Общероссийская  
общественная организация  
"Всероссийская  
организация качества"

Генеральный директор  
Н.Г. Томсон

Редакционный совет  
Ю.В. Тарбеев, председатель  
Ю.С. Васильев  
М.В. Балаханов  
И.Ф. Шишкин  
Н.П. Муравская  
Н.Н. Новиков  
О.А. Сперанский  
Н.Г. Томсон  
В.П. Иванов

Тел.: (495) 771 6652,  
988 8434  
Факс: (495) 771 6653  
E-mail: mi@mirq.ru  
mi.55@mail.ru

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС 77-33231 от 26.09.2008

При перепечатке материалов  
ссылка на журнал и его электронную  
версию обязательна

Редакция не несёт ответственность  
за содержание рекламы

Подписные индексы:  
каталог агентства  
"Роспечать" – 80407,  
объединённый каталог – 39445

Подписано в печать 25.11.2013.  
Бумага мелованная матовая 60×90/8.  
Печать офсетная. Усл. п. л. 8.  
Тираж 1000. Свободная цена.  
Средняя аудитория одного экземпляра 3,7.  
Заказ 140808

Отпечатано в типографии "Вива-Стар".  
107023, Москва,  
ул. Электrozаводская, д. 20



© ООО "РИА "Стандарты и качество", 2013



# ММЮ Измерений

12 (154) 2013

ТЕМА НОМЕРА: **АТОМНАЯ ОТРАСЛЬ**

*Б.М. Гаврилов, Н.А. Обысов*  
**Особенности обеспечения единства измерений в области использования атомной энергии** ..... 3

*В.Б. Горшков, Г.Е. Новиков*  
**Система измерений в государственном учёте и контроле ядерных материалов** ..... 10

*Л.А. Карпюк*  
**Перспектива развития межлабораторных сличительных испытаний в атомной отрасли** ..... 14

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПОВ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ** ..... 19

**НОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

*И.В. Корнеев*  
**Применение ультразвуковых расходомеров в атомной промышленности** ..... 24

**ТЕОРИЯ. ЭКСПЕРИМЕНТ. ПРАКТИКА**

*В.И. Челасов, К.В. Щурин, Д.Ю. Шипилов*  
**Алгоритм назначения добавочных размеров для улучшения характеристик наборов концевых мер длины** ..... 27

**КВАНТОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ – БУДУЩЕЕ МЕТРОЛОГИИ**

*В.Л. Янчилин*  
**Дискретное движение как ключ к пониманию квантовых измерений** ..... 30

**ДАТЧИКИ И СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА**

*О.С. Волков, В.И. Клецин, В.Л. Герасимов*  
**Развитие нормативной базы в области мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций на объектах повышенного уровня ответственности** ..... 36

**РОССИЙСКИЙ РЫНОК ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

*Ю.П. Казачков, В.Т. Минлигареев*  
**Аналитический обзор устройств дуговой защиты для атомных электростанций** ..... 38

**КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ. СОБЫТИЯ**

*В.И. Матвеев*  
**Международные выставки Industrial Testing & Control и Aerospace Testing Russia 2013** ..... 46

**Резолюция Всероссийской научно-технической конференции "Метрологическое обеспечение испытаний и измерений в авиационно-космической промышленности"** ..... 52

*С.В. Новиков*  
**Измерения в "Технологических трендах 2013"** ..... 53

**ВЕЛИКОЕ ПРОШЛОЕ**

*Е.М. Лупанова*  
**Идеи В.Н. Татищева о внедрении десятичной системы мер и весов в России** ..... 55

**DESIDERATA** ..... 58

**УКАЗАТЕЛИ** ..... 60



В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:  
**АТОМНАЯ ОТРАСЛЬ**

Реклама в номере:

ЗАО "Алгоритм-Акустика" – 4-я с. обложки •  
ЗАО "Инжиниринговый центр ГОЧС "БАЗИС" – 37 •  
ЗАО "НПЦентр" – 21 •  
ЗАО "Текноу" – 24, 25, 26 •  
ООО "Вэстстрой Экспо" – 54 •  
ООО "Компания Эйком" – 3-я с. обложки •  
ООО "НТМ-Защита" – 1-я с. обложки •

РИА "Стандарты и качество" – 23, 29, 64

## Подписка

принимается во всех отделениях связи

**80407** каталог агентства "Роспечать"

**39445** объединённый каталог

**10968** каталог МАП "Почта России"



# ММЮ Измерений

MEASUREMENTS WORLD

12 (154) 2013

## MAIN FEATURE: NUCLEAR SECTOR

*B.M. Gavrilov, N.A. Obysov*  
Features of Traceability for Nuclear Energy Use ..... 3

*V.B. Gorshkov, G.Ye. Novikov*  
System of Measurements in Governmental Accounting and Control of Nuclear Materials ..... 10

*L.A. Karyuk*  
Roadmap for Interlaboratory Comparison Tests in Nuclear Sector ..... 14

**APPROVING TYPES OF MEASURING INSTRUMENTS** ..... 19

## NEW MEASURING INSTRUMENTS AND EQUIPMENT

*I.V. Korneyev*  
Using Ultrasonic Flowmeters in Nuclear Industry ..... 24

## THEORY. EXPERIMENT. PRACTICE

*V.I. Chepasov, K.V. Schurin, D.Yu. Shipilov*  
Additional Size Schedule Algorithm to Improve Performances of Gage Block Stacks ..... 27

## QUANTUM MEASUREMENTS – FUTURE OF METROLOGY

*V.L. Yanchilin*  
Discrete Movement as a Key to Quantum Measurement Understanding ..... 30

## SENSORS AND MONITORING SYSTEMS

*O.S. Volkov, V.I. Kletsin, V.L. Gerasimov*  
Evolution of Regulatory Framework in Monitoring and Prevention of Emergencies at High-Level Responsibility Entities ..... 36

## RUSSIAN MARKET OF MEASURING EQUIPMENT

*Yu.P. Kazachkov, V.T. Minligareyev*  
Analytical Review of Arc Protection Devices for Nuclear Power Plants ..... 38

## CONFERENCES. EXHIBITIONS. EVENTS

*V.I. Matveyev*  
International Exhibitions Industrial Testing & Control and Aerospace Testing Russia 2013 ..... 46

Resolution of National Technological Conference “Metrological Support of Testing and Measurements in Aerospace Industry” ..... 52

*S.V. Novikov*  
Measurements in “Technological Trends 2013” ..... 53

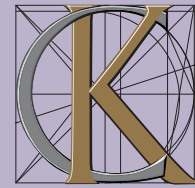
## GREAT PAST

*Ye.M. Lupanova*  
V.N. Tatischev’s Ideas to Introduce Decimal System of Weights and Measures in Russia ..... 55

**DESIDERATA** ..... 58

**INDEXES** ..... 60

▶ IN THE NEXT ISSUE:  
**NUCLEAR SECTOR**



РИА СТАНДАРТЫ  
И КАЧЕСТВО

## Издатель

ООО “РИА “Стандарты  
и качество”

## Редакция

Главный редактор  
С.В. Новиков

Заместитель главного  
редактора  
А.Я. Стефанова

Ответственный секретарь  
Е.Д. Куничева

Редактор  
Е.А. Ремнева

## Вёрстка

А.М. Федотов

## Отдел маркетинга и рекламы

Директор  
А.И. Анискин  
(495) 988 06 89

Заместитель директора  
А.И. Колесников

Менеджеры  
Г.Л. Смирнова  
Т.С. Багратян

Тел. (495) 771 66 52  
Факс (495) 771 66 53  
E-mail: reklama@mirq.ru  
www.ria-stk.ru

## Подписка

Директор  
Н.В. Кунафеева  
Тел.: (495) 771 6652

Менеджер по работе  
с клиентами  
Ю.С. Шапкина  
Тел.: (495) 258 8436  
Факс: (495) 771 8437  
E-mail: podpiska@mirq.ru

## Интернет-магазин

www.ria-stk.ru

## Адрес редакции

115280, Москва  
ул. Мастеркова, д. 4  
“РИА “Стандарты и качество”

DUNS номер международной  
системы идентификации  
бизнесов D&B: 354699405

**Subscribe**  
“Mir Izmereniy” (Measurements World)

In Russia, CIS, Baltic states  
“Rospechat” Agency  
www.rosp.ru

In other countries  
“MK-Periodica” agency  
www.periodicals.ru

# Особенности обеспечения единства измерений в области использования атомной энергии

**В**опросы безопасности продукции и производств в области использования атомной энергии имеют безусловный приоритет. Система мероприятий по обеспечению качества продукции – один из факторов, определяющих уровень безопасности. В этих условиях особое значение приобретает обеспечение объективного контроля характеристик продукции, параметров и режимов технологических процессов, а также ядерной, радиационной и общепромышленной безопасности.

Высокие требования к ядерной и радиационной безопасности, к безопасности эксплуатации ядерных установок, к качеству продукции, естественно обуславливают повышенные требования и к качеству измерительной информации, на основании которой принимаются инженерные и управленческие решения. Достоверность измерительной информации достигается безупречной работой применяемых средств

измерений и измерительных систем, использованием корректных методик измерений, эталонов и поверочных установок, уникальных стандартных образцов, знанием персоналом нормативных документов, правил и инструкций, культурой безопасности. Обеспечение единства и заданной точности измерений, достоверности измерительной информации в сфере использования атомной энергии в первую очередь возлагается на метрологические службы дивизионов и организаций Госкорпорации “Росатом”.

Постановлением Совета Министров СССР № РС 951, принятым в 1951 г., метрологической службе Первого главного управления при Совете Министров СССР, обеспечивавшего реализацию ядерного проекта, было предоставлено право государственной поверки средств измерений. По сути, эту дату можно считать датой начала функционирования метрологической службы

**Б.М. Гаврилов,**  
кандидат технических наук

**Н.А. Обысов,**  
кандидат физ.-мат. наук

Госкорпорация “Росатом”, Москва

*Ключевые слова: использование атомной энергии; контроль безопасности; метрологическая служба; нормативно-правовой акт; поверка и калибровка средств измерений; государственное регулирование обеспечения единства измерений; установление неопределённости результатов калибровки; неизвлекаемые средства измерений; стандартный образец; аттестованный объект; образец объекта; имитатор изделия*

# ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

**В настоящее время метрологическая служба Госкорпорации “Росатом” является разветвлённой системой, охватывающей все сферы деятельности в области использования атомной энергии**

в области использования атомной энергии как составной части единой государственной системы обеспечения единства измерений.

В настоящее время метрологическая служба Госкорпорации “Росатом” является разветвлённой системой, охватывающей все сферы деятельности в области использования атомной энергии, включая обеспечение единства измерений в ядерном оружейном комплексе, при добыче и переработке уранового сырья, фабрикации ядерного топлива, выработке электроэнергии на АЭС, переработке облучённого ядерного топлива и при обращении с отходами ядерных производств. Подавляющее большинство метрологических служб организаций Госкорпорации “Росатом” аккредитованы на право поверки средств измерений и аттестации методик измерений.

Новый этап развития системы обеспечения единства измерений в области использования атомной энергии начался после выхода Постановления Правительства Российской Федерации от 30.12.2012 г. № 1488 “Об утверждении Положения об особенностях обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области ис-

пользования атомной энергии”. Указанное постановление вступает в силу с 1 декабря 2013 г., и в целях его реализации разработаны 7 нормативно-правовых актов, регламентирующих деятельность по обеспечению единства измерений в области использования атомной энергии. Ключевым документом являются “Метрологические требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии”. Этот документ определяет технические особенности метрологического обеспечения в области использования атомной энергии. Остальные документы носят организационный характер.

Указанные метрологические требования разработаны в целях достижения требуемой точности результатов измерений для принятия обоснованных и надёжных решений на основе получаемых результатов измерений и сведений об их погрешности или неопределённости в процессах производства, проектирования, сооружения, эксплуатации, вывода из эксплуатации и утилизации объектов использования атомной энергии, обеспечения приоритета ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии.

Но каким образом на практике на основе результатов измерений и сведений об их погрешности или неопределённости принимают обоснованные и надёжные решения? Приведём конкретный пример. Проводится метрологическая экспертиза проекта технических условий: “Механические испытания проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 1497-84. Форма и раз-

меры образцов – по усмотрению изготовителя. Условный предел текучести должен быть не менее  $G$ ”. Казалось бы, всё ясно: проводим испытания по ГОСТ 1497 [1], определяем условный предел текучести  $\sigma_{0,2}$  и сравниваем его с нормой; если

$$\sigma_{0,2} \geq G, \quad (1)$$

то продукция годная.

Но ГОСТ 1497 [1] предусматривает разнообразные формы образцов для испытаний, соответственно и размеры образцов могут быть самыми разными. Кроме того, ГОСТ 1497 [1] допускает скорость деформации при растяжении в очень широком диапазоне: 3...30 мм/мин. Непонятно, как быть с обработкой диаграммы. ГОСТ 1497 [1] предусматривает графическую обработку диаграммы растяжения, полученной с самопишущего прибора. А сейчас этого никто не делает – все пользуются компьютерными программами для обработки диаграмм, причём у каждого разработчика разрывной машины своё программное обеспечение. В итоге будет получен результат испытаний, достоверность которого неизвестна.

Как же всё-таки принять “обоснованное и надёжное решение”? Для этого прежде всего необходимо стандартизовать места вырезки, форму и размеры образцов для испытаний, определить с достаточно узким допуском требуемую скорость деформации, отработать конструкцию захватов образцов, определить требования к программному обеспечению для обработки диаграмм. Затем оценить вклад в погрешность результата испытаний всех этих факторов, а не только погрешности измерений усилия и площади сечения образца. Короче говоря, нужно разработать и аттестовать методику механических испытаний, получив

в итоге оценку погрешности результатов испытаний  $\Delta$ . Но этого ещё недостаточно. Для принятия надёжного решения надо считать, что продукция соответствует предъявляемым к ней требованиям, если полученное в результате испытаний значение условного предела текучести  $\sigma_{0,2}$  удовлетворяет более жёсткому, чем (1), условию:

$$\sigma_{0,2} \geq G\gamma = G + \Delta. \quad (2)$$

Из рассмотренного примера следует очевидный вывод. Чтобы принять надёжное решение, необходимо не только получать результаты измерений, но и знать характеристики их погрешности или неопределённости. Раздел документа “Метрологические требования к измерениям” начинается с ключевой фразы: “Все результаты измерений, в том числе выполняемых при испытаниях, измерительном и радиационном контроле, должны представляться с указанием характеристик погрешности или неопределённости измерений (испытаний) или показателей достоверности контроля”. Это требование обеспечивается путём:

- испытаний с целью утверждения типа средств измерений;
- оценки характеристик погрешности измерений в рабочих условиях выполнения измерений;
- проведения поверки или калибровки средств измерений, в том числе в рабочих условиях выполнения измерений;
- аттестации методик (методов) измерений, в том числе выполняемых при испытаниях, измерительном и радиационном контроле;
- проведения контроля качества измерений.

Требование выполнения измерений в рабочих условиях для атомной отрасли очень существенно. Напри-

мер, в целях учёта ядерных материалов необходимо их взвешивать. Но весы находятся в “горячей камере”, эксплуатируются в условиях принудительной вентиляции. Потоки воздуха и вибрации от работающих электромоторов приводят к тому, что характеристики погрешности измерений оказываются в 3 раза больше паспортных значений. Поэтому поверка или калибровка средств измерений должна проводиться не в идеальных условиях, регламентированных в документации на средство измерений, а в рабочих условиях выполнения измерений. Занижение характеристик погрешности (принятие их равными паспортным значениям) недопустимо, т.к. в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии “Основные правила учёта и контроля ядерных материалов” (НП-030-12) характеристики погрешности используют для оценки значимости инвентаризационной разницы, т.е., говоря упрощённо, для принятия решения – была или не была утеря (или даже хищение) ядерного материала.

При измерениях для оценки соответствия характеристик продукции и параметров технологических процессов установленным требованиям характеристики погрешности результатов измерений не должны превышать установленных норм точности. В случае превышения норм точности следует ввести приёмочные значения (см. формулу (2)), гарантирующие выполнение установленных требований. При этом приёмочные значения должны обеспечивать вероятность правильного принятия положительного решения не менее 0,95.

В разделе “Метрологические требования к средствам измерений, их составным частям и программно-

му обеспечению” НП-030-12 ещё раз подчёркивается, что “если проведение поверки в нормальных условиях невозможно, в установленном порядке должна быть разработана методика поверки средства измерений в рабочих условиях применения”. В данном случае речь идёт о средствах измерений, применяемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Другие средства измерений должны пройти поверку или калибровку. При этом к средствам измерений, подлежащим калибровке, предъявляются следующие требования:

- должна быть разработана методика калибровки этих средств измерений, соответствующая требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025 [2], в том числе в части установления неопределённости результатов калибровки;
- нужно определить периодичность проведения калибровки.

Насколько известно, именно установление неопределённости результатов калибровки вызывает сейчас наибольшие затруднения у метрологов-практиков. На наш взгляд, эта проблема разрешима. В атомной отрасли в этой области сделано много работ, которые необходимо обобщить, с тем чтобы подготовить нормативный документ по способам оценивания метрологических характеристик средств измерений, включая и установление неопределённости результатов калибровки.

Наибольшую проблему в атомной отрасли представляют средства измерений, недоступные для метрологического обслуживания (поверка, калибровка). Действительно, многие средства измерений не только неизвлекаемы, но и вообще недоступны (точнее говоря, доступ к ним