

Проблемы качества представления измерительных данных в научных е-публикациях

© В.В. Ежела
Сотрудничество КОМПАС
Институт физики высоких энергий
Протвино
ezhela@ihep.ru

Аннотация

Обоснована необходимость и возможность изменения структуры научных е-публикаций и процедур предпубликационного рецензирования измерительного числового материала, представляемого к публикации. Использование устаревших издательских стандартов по представлению многомерных измерительных данных в вычислительной среде приводит к порче дорогостоящих измерительных данных. Недостаточность собственных профессиональных центров систематизации и оценки критических данных и знаний в России вынуждает наших доверчивых специалистов и метрологов использовать некорректные «оцененные» е-данные, зачастую поддержанные и/или рекомендованные авторитетными международными организациями. Такие данные не должны использоваться в модернизации Метрологии в РФ без жесткого критического анализа и сертификации, как это предписывается последними концепциями развития метрологической системы РФ.

В докладе также обсуждаются возможные пути выхода из этой парадоксальной ситуации:

- (i) Общепринятая в науке система обеспечения качества публикуемых многомерных измерительных данных должна быть дополнена требованиями обязательного «числового рецензирования» материала;
- (ii) При использовании заимствованных е-данных входной контроль их качества обязателен;

(iii) Метрологическая система РФ должна быть дополнена системой центров поверки е-данных. Для любых заимствованных данных, используемых в Науке, Технологии и в Образовании (НТО) РФ, сертификация обязательна.

(iv) В университетах РФ необходимо создание лабораторий систематизации и анализа данных по тематикам университетов, и своевременного производства актуального константного обеспечения НТО в РФ под надзором ГНМЦ(ГСССД).

На нескольких типичных примерах публикаций ведущих зарубежных центров систематизации и оценки экспериментальных данных и их отражения в российской метрологии показаны ситуации, породившие эти предложения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 14-07-000950. Автор благодарен членам сотрудничества КОМПАС, участникам семинара ИФВЭ, семинара Кафедры общей физики МФТИ, сотрудникам кафедры ФТИ ФИВТ МФТИ и участникам конференций СРТ за полезные обсуждения затронутых в докладе проблем. Особая благодарность организаторам СРТ за возможность привлечения внимания студентов и молодых специалистов к обсуждаемым проблемам.

1 Введение

С переходом к электронным текстам и гипертекстам в обобществлении научных результатов появилась возможность избавиться от издательских ограничений на представление измерительных данных в бумажных научных публикациях. Более того, традиционный способ гарантии качества — квалификационное рецензирование материалов, представленных к опубликованию, также может стать более глубоким. Появляется возможность оперативной поверки корректности представления численного материала

(numerical peer review). Например, американское физическое общество пошло по пути разделения публикации на описательную часть (традиционную в бумажной технологии) и фактографическую часть, в которой численный материал, составляющий результат исследования, представлен в виде, удобном для дальнейшего использования в вычислительных средах [1].

Многие крупные исследовательские лаборатории создают собственные лабораторные хранилища веб-доступных числовых данных по гиперссылкам из текстов описательных статей, опубликованных в журналах. Однако структуры данных и стандарты представления измерительных данных все еще остаются прежними (сформированными в условиях бумажного обмена научными результатами).

Планетарная метрология сильно запаздывает с обобщением предложений исследователей по модернизации руководств по численному выражению результатов измерений (особенно многомерных) и с разработкой стандартов числового представления результатов измерений, наблюдений и оценок в вычислительной среде.

Это запаздывание приводит к возникновению научных статей-ребусов в большинстве быстро развивающихся областей естествознания, к обширной синонимии в метаданных для описания измерительных данных и даже к некорректным численным данным (частично из-за следования давно устаревшим стандартам).

Все больше экспертов, работающих с измерительными данными, обращают внимание научного сообщества на проблемы качества численных е-знаний в научных коммуникациях [6, 11, 12, 13, 14, 15] и необходимость регулярной систематизации возникающих уточненных данных, подстройки стандартов и их синхронизации со стандартами из смежных областей. Наиболее выпукло эта озабоченность выражена в недавней совместной работе звездных астрономов и ИТ-экспертов [16].

Одной из острых проблем научно-технического сообщества является проблема доступа к новым измерительным и наблюдательным данным, добываемым учеными и инженерами. В последнее десятилетие эксперты призывают к перестройке практики обмена дорогостоящими научными данными и их сохранения для грядущих поколений. Однако усилия в основном направлены на проблемы стандартизации описательной стороны наборов измерительных данных. Интенсивно обсуждается стандартизация метаданных («оформление упаковок данных») и методов обеспечения удобного и оперативного доступа к данным для совместного использования разнородных данных в наукоёмких приложениях.

Исчерпывающий обзор современного состояния идей и предложений по сохранению научных измерительных и наблюдательных данных

представлен в недавнем документе КОДАТА [18], цитата следует:

“...Based on a review of emerging practices and analysis of existing literature on citation practices, we (WG: www.codata.org, www.icsti.org, www.icsu.org) have identified the following set of “first principles” for data citation:

1. **Status of Data:** Data citations should be accorded the same importance in the scholarly record as the citation of other objects.

2. **Attribution:** Citations should facilitate giving scholarly credit and legal attribution to all parties responsible for those data.

3. **Persistence:** Citations should be as durable as the cited objects.

4. **Access:** Citations should facilitate access both to the data themselves and to such associated metadata and documentation as are necessary for both humans and machines to make informed use of the referenced data.

5. **Discovery:** Citations should support the discovery of data and their documentation.

6. **Provenance:** Citations should facilitate the establishment of provenance of data.

7. **Granularity:** Citations should support the finest-grained description necessary to identify the data.

8. **Verifiability:** Citations should contain information sufficient to identify the data unambiguously.

9. **Metadata Standards:** Citations should employ widely accepted metadata standards.

10. **Flexibility:** Citation methods should be sufficiently flexible to accommodate the variant practices among communities but should not communities...”.

Далее доклад организован по подразделам:

2. Проблемы международной рекомендательной метрологии

(или почему документы ИСО — продукты рабочей группы WG1(JCGM) пока не могут служить основой для разработки или гармонизации российских стандартов).

3. Проблемы оценки Фундаментальных Физических Констант (ФФК).

История, современное состояние, необходимость регулярной и независимой, но синхронной переоценки ФФК в тесном сотрудничестве физиков-систематиков, ИТ-экспертов и метрологов России с физиками-систематиками и метрологами США, ЕС, Японии и Китая в согласовании новых версий переоценок ФФК.

4. Предложение по реализации концепции развития метрологической системы РФ

Создание в университетах России центров данных и лабораторий систематизации данных и их критическому анализу по тематикам университетов, производству и своевременной сертификации современного константного обеспечения НТО России в сотрудничестве с центрами данных ГСССД РФ и с зарубежными центрами данных.

В докладе обращается внимание экспертов на не менее важную **проблему обеспечения качества численного содержания наборов измерительных данных**, потому что никому не нужны хорошо организованные и легкодоступные, но недостоверные измерительные (оцененные) данные.

Для полноты представления тем доклада приведем выдержку из последней «Концепции развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 года» [17], цитата следует:

«...3. Разработка национальных стандартов в приоритетных отраслях экономики»

Разработка национальных стандартов в приоритетных отраслях экономики должна осуществляться на основе общепринятых международных принципов стандартизации.

При этом необходимо обеспечить:

ежегодное обновление от 10 процентов до 15 процентов фонда стандартов в секторах экономики с высоким потенциалом развития;

гармонизацию национальных стандартов с международными стандартами;

сокращение сроков разработки и обновления национальных стандартов, в том числе исходя из обязательств, принятых Российской Федерацией при вступлении во Всемирную торговую организацию;

создание механизма постоянного обновления национальных стандартов на базе передовых международных и региональных стандартов, обеспечение разработки национальных стандартов на базе проектов международных стандартов (до их окончательного принятия) с учетом требований законодательства Российской Федерации;

разработку документов по стандартизации в целях соблюдения требований, не относящихся к техническому регулированию, и их гармонизацию с аналогичными требованиями, установленными в государствах – членах Таможенного союза и Европейского союза, с учетом требований законодательства Российской Федерации; ...».

Мы показываем, что отнесение некоторых международных стандартов к разряду «передовых» и «гармонизация» национальных стандартов с международными стандартами может оказаться неподъемной (в разумное время) задачей. Основная причина — отсутствие некоторых видов деятельности в наших метрологических организациях и службах. Без специалистов, работающих в областях сопряжения фундаментальной науки, информатики и метрологии, невозможно своевременное восприятие и освоение новых направлений в планетарной метрологии.

2 Проблемы международной рекомендательной метрологии

Первый документ международной организации КОДАТА, призывающий к объединению национальных усилий в стандартизации измерительных данных и их сохранению на машинных носителях появился в конце 1973 года [2]. В 1977 году к этому призыву присоединилась Международная Палата Мер и Весов (CIPM) и начала работу по формированию технического комитета и рабочих групп для разработки рекомендательных документов по формализации идеи «Единства Измерений».

К 1995 году призыв КОДАТА частично реализовался в документе ISO: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM-1995) с весьма ограниченной областью приложения. Документ применим только к измерениям одной величины. В случае косвенных измерений одной величины, зависящей от нескольких случайных величин, оценки которых получены в статистически независимых измерениях, рекомендации GUM-1995 применимы только в случаях, когда допустим линейный закон переноса неопределенностей. К сожалению, после «косметической» правки руководства GUM-1995 и его переиздания в 2008 году, область применимости GUM-2008, осталась прежней. Для косвенных измерений величин-функций, нелинейно зависящих от случайных величин-аргументов, рекомендации GUM-2008 некорректны, и их не следует использовать как основу для совершенствования стандартов. Более детальная критика некоторых «вредоносных» положений GUM-2008 приведена в работе [6].

Несмотря на эти ограничения и некоторые недоработки, продуктивная идея о необходимости планетарного единства измерений была сразу воспринята многими метрологическими системами в разных странах. Документ GUM-1995/2008 стал рекомендательным руководством к формированию национальных стандартов и во многом способствует становлению планетарного единства измерений (см. например документы: [7, 8, 9, 10]. К сожалению, российские метрологии не заметили указанных некорректностей и явно нелепых рекомендаций при переводе руководства GUM на русский язык.

Сопровождением и дальнейшей разработкой концептуального базиса идеи «единства измерений», применимого для большинства измерительных ситуаций, занимается рабочая группа объединенного комитета по развитию GUM –WG1 of Joint Committee for Guides on Metrology (JCGM) [19]. Уже разработаны первые приложения к GUM для расширения области применимости GUM: GUM-S1 [4] и GUM-S2 [5]. Попытки использовать их в реальных задачах показали необходимость пересмотра избранного подхода к формализации идеи «единства измерений» и уже появилось соответствующее официальное заявление рабочей группы [20].

Рабочая группа WG1 — это интернациональный коллектив, образованный в 1997 году для продолжительной совместной работы. К сожалению, в этой рабочей группе не работали и не работают эксперты из метрологического сообщества РФ. А эта группа разрабатывает и сопровождает руководство, фокусирующие усилия сообществ, работающих в созидании и использовании измерительных данных, на проблемы достижения планетарного единства измерений.

Участие российских специалистов в работе этой группы представляется весьма актуальным для реализации нашей концепции метрологического развития: «...обеспечение разработки национальных стандартов на базе проектов международных стандартов (до их окончательного принятия) с учетом требований законодательства Российской Федерации...».

Воплощение концепции развития метрологической системы РФ в реально работающую метрологическую систему и ее гармонизация с «мировой Метрологией», по-видимому, возможны, но пути реализации концепции не подкреплены соответствующими «дорожными картами» и пока остаются весьма туманными. **Однако, реализация концепции невозможна без тесного сотрудничества ученых-систематиков, ИТ-экспертов и метрологов РФ с**

зарубежными экспертами в формировании базы рекомендаций и синхронизированных документов на национальных языках для подстройки национальных стандартов.

3 Проблемы оценки Фундаментальных Физических Констант (ФФК)

Исторически сложилось так, что «регулярная» переоценка ФФК проводится только в центре данных FCDC(NIST) [21] с 1973 года, под надзором и при участии группы международных экспертов «CODATA Task Group on Fundamental Constants» [22], в которой принимают участие и российские специалисты из рабочей группы РНК КОДАТА при президиуме РАН по «Фундаментальным физическим константам и единицам измерений физических величин» [23]. С результатами нескольких последних последовательных переоценок ФФК и их качеством можно ознакомиться по опубликованным отчетам в научных обзорных журналах. Эти отчеты свободно доступны на сайте FCDC(NIST) (см. [26], [27], [28], [29] и комментарии к ним). Здесь для примера мы приводим таблицу выборки констант, две из которых базовые h и $\alpha(0)$ (крупные символы в таблице).

<i>CODATA: 1986 (1987)</i>	Symbol	Unit	Value(Uncertainty)-Scale	Correlations		
Elementary charge	e	C	$1.602\ 177\ 33\ (49) \cdot 10^{-19}$	e	h	m_e
Planck constant	h	J s	$6.626\ 075\ 5\ (40) \cdot 10^{-34}$	0.997		
Electron mass	m_e	kg	$9.109\ 389\ 7\ (54) \cdot 10^{-31}$	0.975	0.989	
1/(Fine struct. const.)	$1/\alpha(0)$		137.035 989 5 (61)	-0.226	-0.154	-0.005

Такие же выборки были сделаны с сайта FCDC(NIST) в разные годы и для каждой из них были вычислены собственные числа матриц корреляций неопределенностей.

Результаты вычислений приведены в следующей таблице, из которой видно, что результаты всех последовательных переоценок несостоятельны, так как матрицы корреляций неопределенностей имеют отрицательные собственные значения. Двойные даты в первой колонке этой таблицы дают указание на (год переоценки и выкладки численных результатов на сайте FCDC : год публикации описательной части в обзорных журналах).

Собственные числа матриц корреляций неопределенностей констант $\{e, h, m_e, 1/\alpha(0)\}$, оценки которых были рекомендованы КОДАТА

1986: 1987
{2.99891, 1.00084, 0.000420779, -0.000172106}

1998: 2000
{2.99029, 1.01003, -0.000441572, 0.000123580}

2002: 2005
{2.99802, 1.00173, 0.000434393, -0.000183906}

2006: 2008
{2.99942, 1.00006, 0.000719993, -0.000202165}
2010: 2012
{2.99983, 1.00022, -0.0000451921, -5.92939·10⁻⁶}

Причин такого систематического конфуза несколько. Частично они разобраны в работах [24], [25], [6]. Основной причиной, по-видимому, является неоправданное использование линейных приближений в «теоретических» соотношениях связи физических наблюдаемых величин (observational equations) с базовыми ФФК, косвенно измеряемыми (согласуемыми) по методу наименьших квадратов (МНК). Это приводит к возникновению смещенных оценок базовых ФФК и плохо обусловленных матриц ковариаций их неопределенностей. Возможные смещения не обсуждаются в публикациях FCDC(NIST) и, по-видимому, не оцениваются для обоснования применения «линейного» МНК при согласовании и «линейного» переноса неопределенностей от базовых (adjusted) к выведенным (derived) ФФК при их вычислениях.

Одним из важных критериев состоятельности результата измерения является полнота представления численного материала, необходимого для проведения численного рецензирования и для представления возможности использования результатов измерения в высокоточных приложениях. В последней переоценке 2010 года из 67 базовых ФФК (см [29], с. 1579, TABLE.XXX и с. 1580, TABLE.XXXII) 30 ФФК — это аддитивные поправки $\delta_{(j)}(\dots)$ к теоретическим формулам для учета их несовершенства (например, оценки вкладов высших порядков теории возмущений в КЭД).

К сожалению, значения этих поправок и коэффициентов корреляций их с ФФК, полученные при согласовании ФФК, ни в печатных версиях, ни на сайте FCDC(NIST) не представлены. Этот численный материал по $\delta_{(j)}(\dots)$ не отражен и в наиболее полной, по численному материалу, версии CODATA-02 [27]. Скрытие этих данных препятствует корректному использованию ФФК в высокоточных вычислениях в атомной спектроскопии. Свидетельство о недопустимости пренебрежения информацией о корреляциях ФФК в вычислениях атомных спектров приведено в публикации [30] с участием экспертов из FCDC(NIST), цитата следует:

“...The energy level E_i of state i can be written as a function of the fundamental constants and an additional adjusted constant δ_i which takes into account the uncertainty in the theory [27, 30, 31].

For example, for the case in which i is a state of hydrogen, we have

$$E_i = H_i(R, A_r(e), A_r(p), R_p) + \delta_i \quad (1)$$

where the constants that appear as arguments of the function H_i are listed in Table II. Because the values of the constants in Eq. (1), including δ_i , result from a least squares adjustment, they are correlated, particularly those for R , and R_p , which have a correlation coefficient of 0.996.

The uncertainty of the calculated value for the 1S-2S frequency in hydrogen is increased by a factor of about 500 if such correlations are neglected....”

Следует отметить, что значения ФФК используются в бесчисленных приложениях с разными требованиями к полноте и достоверности значений ФФК. Большинство приложений не требуют исчерпывающего численного представления результатов измерений ФФК. В многих прикладных справочниках, в учебниках и на сайтах вообще не упоминается наличие корреляций неопределенностей ФФК, свободно доступных на сайте FCDC.

Однако, сокрытие уже имеющихся знаний, добытых длительным кропотливым трудом, — это грубое нарушение научной этики (см. десять заповедей авторам измерительных данных от исследователей живых систем в [11]).

Для приложений, требующих высокоточных вычислений с несколькими ФФК совместно, использование несостоятельных ФФК недопустимо,

а если высокоточное приложение еще и чревато повышенной опасностью в технических реализациях, то использование несостоятельных ФФК, рекомендованных как актуальные и надежные преступно.

Вызывает удивление документ ГСССД 237-2008, «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ», МОСКВА, СТАНДАРТИНФОРМ, 2009, под рубрикой «ТАБЛИЦЫ СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ», в котором полиграфически блестяще напечатаны «копирастянутые» численные значения констант, выложенных на сайте FCDC в 2007 году и опубликованных [28] в 2008 году. Скрытие информации об оцененной в FCDC коррелированности неопределенностей ФФК в этом документе, по-видимому, означает признание экспертами ГСССД факта несостоятельности этой переоценки ФФК для использования их в высокоточных вычислениях неопределенностей функций, зависящих от нескольких ФФК. Но производители таблиц ГСССД 237-2008 не предупреждают потенциальных пользователей об этой особенности таблиц и их неполноте (отсутствию значений 30 настраиваемых поправочных констант и их корреляций). Остались без должного внимания предупреждения из оригинального текста на с. 635, [28]: цитата следует: «...Since the calculations are carried out with more significant figures than are displayed in the text to avoid rounding errors, data with more digits are available on the FCDC website for possible independent analysis...с. 635.»

Кроме того, остается неопределенность с синхронизацией оригинала и его освоения в нашей метрологической системе: очередная переоценка ФФК была произведена в FCDC в 2010 году, результаты выставлены на сайте FCDC в начале 2011 года и опубликованы в 2012 году [29].

Похоже, эксперты ГСССД не успевают осваивать последовательные концепции [17] и, как следствие, не успевают осваивать и сертифицировать новые переоценки ФФК к использованию в НТО РФ. Частично это запаздывание, по-видимому, связано с непониманием причин отсутствия 30 базовых ФФК в таблицах согласованных ФФК в FCDC и появлением в результатах согласования некорректных матриц ковариаций и корреляций.

Российские потребители ФФК от ГСССД вынуждены использовать «одряхлевшие» данные 8-летней давности.

Таким образом, становится очевидной острая необходимость глубокого и строгого численного предпубликационного рецензирования результатов измерений, представляемых для опубликования в журналах и/или на сайтах е-журналов. Также очевидна необходимость тщательного численного контроля качества заимствуемых научно-технических ресурсов. Однако, без «единства

численного выражения и представления измерений в е-среде» оперативное численное рецензирование невозможно. Жесткий стандарт на численное выражение и представление результатов измерений равно как и разделение публикаций на описательную и численную части в е-науке неизбежны. Хочется верить, что эксперты из JCGM учтут эту неизбежность при пересмотре и развитии GUM и его расширений.

Другой, столь же очевидный вывод из анализа современной практики обмена научными достижениями — это необходимость национальных, но сотрудничающих центров данных в созидании научных информационных ресурсов, критических для развития региональных и планетарной НТО. Для обеспечения жизнеспособности национальных центров данных нужны: целевое финансовое обеспечение их основной работы; подготовленные ученые-систематики; программы их воспроизводства в вузах РФ. В нашем центре данных такая программа была сформулирована (в прошлые 90-е годы в рамках ОСССД, распадающегося ГКАЭ СССР) в положении о Центре Данных Физики Частиц в ИФВЭ.

В последней концепции развития Метрологической Системы РФ [17] необходимость программ воспроизводства квалифицированных систематиков и метрологов для работ в центрах данных сформулирована достаточно полно и внятно, но в рекомендательном стиле, без учета реальной ситуации в НТО РФ, цитата следует:

«11. Совершенствование системы подготовки специалистов и экспертов в области стандартизации»

...С учетом динамичного развития стандартизации следует обеспечить как подготовку специалистов в области стандартизации в высших и средних специальных учебных заведениях, так и периодическое повышение квалификации работающих специалистов.

Для решения этих задач необходимо:

актуализировать или ввести в образовательных учреждениях высшего и среднего профессионального образования инженерного и экономического профиля дисциплины по стандартизации по соответствующим направлениям подготовки;

развивать возможности получения обучающимися в образовательных учреждениях высшего профессионального образования и среднего профессионального образования дополнительного образования в области стандартизации параллельно с освоением ими основной профессиональной образовательной программы;

обеспечить в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования привлечение практикующих специалистов в области стандартизации к формированию соответствующих

компетенций в рамках подготовки бакалавров, специалистов и магистров; ...».

В РФ исчезающе мало профессиональных центров данных по фундаментальным направлениям естествознания. Нет или почти нет профессиональных открытых центров данных и по приоритетным направлениям развития технологий. Комитеты есть, комиссии есть, рабочие группы есть, концептуальная ГСССД есть, а вот центров данных для формирования надежных научных фактографических ресурсов поддержки инновационного развития НТО в РФ нет.

Куда, для чего и как готовить специалистов? Вот в чем вопрос!

4 Предложение по реализации концепции развития метрологической системы РФ

В каждом вузе России необходимо создать лаборатории систематизации данных и их критическому анализу по тематикам вуза, производству и своевременной сертификации актуального константного обеспечения НТО вуза в сотрудничестве с центрами данных ГСССД РФ и с зарубежными центрами данных. Для этого, по видимому, нужна ФЦП по реализации концепции развития метрологической системы РФ, если такой еще нет, а если есть, то подправить ее с учетом некоторых предложений этого доклада, если эксперты ФЦП сочтут их полезными.

В лабораториях:

– Сначала создавать профильные системы поверки качества научных знаний в национальных и зарубежных информ-ресурсах (необходимых вузам для собственных научных исследований, в подготовке молодой научной смены и при перепрофилировании научных кадров на «прорывные» проекты);

– Организовывать сотрудничества с национальными и зарубежными центрами данных по совместному сопровождению и синхронизации «сертифицированных знаний»;

– Преобразовывать лаборатории систематизации в вузовские профильные центры данных, а их системы поверки в базы генерации профильных системных знаний;

– Обучать и тренировать профильных специалистов-систематиков в вузовских центрах данных.

Можно ожидать, что такие, непрерывно действующие структуры, приживутся в наших вузах и будут способствовать своевременному повышению уровня профессиональной информированности обучающихся и обучаемых, готовить достойную и ответственную смену для корпоративных центров данных и для центров данных ГСССД по специальностям: физик-систематик, химик-систематик, нано-систематик, био-систематик, инфо-систематик, когни-систематик, ...

Литература

- [1] EPAPS <http://www.aip.org/publishing/authors/supporting-data>
- [2] D. Gavrin, T. Golashvili, H.V. Kehiaian, N. Kurti, E. F. Westrum Jr. [CODATA Task Group on Publication of Data in the Primary Literature] “Guide for the Presentation in the Primary Literature of Numerical Data Derived from Experiments”, CODATA Bulletin **9**, 1973.
- [3] BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”, 1995 ISO/IEC Guide 98:1995, ISBN 92-67-10188-9, Second Edition. ISOGUM, JCGM 100:2008, Evaluation of measurement data – “Guide to the expression of uncertainty in Measurement”, 2008. http://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM_100_2008_E.pdf
- [4] JCGM 101:2008, Evaluation of measurement data – Supplement 1 to the – “Guide to the expression of uncertainty in measurement” – Propagation of distributions using a Monte Carlo method, 2008 http://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM_101_2008_E.pdf
- [5] JCGM 102:2011, Evaluation of measurement data – Supplement 2 to the – “Guide to the expression of uncertainty in measurement” – Extension to any number of output quantities, 2011 http://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM_102_2011_E.pdf
- [6] Vladimir V. Ezhela “Multimeasurand ISO GUM supplement is Urgent”, CODATA DSJ, **6**, S676-S789, 2007; [Errata: CODATA DSJ, **7**, E2-E2], 2007.
- [7] Barry N. Taylor and Chris E. Kuyatt, “Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results” NIST Technical Note 1297, 1994 <http://www.nist.gov/pml/pubs/tn1297/>
- [8] (ВНИИМ GUM) Руководство по выражению неопределенности измерения. Перевод ISO GUM, ВНИИМ, 1999.
- [9] РМГ 43 2001, Применение “Руководства по выражению неопределенности измерения”, 2003.
- [10] NASA-HDBK-8739.19-3, “Measurement Uncertainty Analysis Principles and Methods”, 2010 <https://standards.nasa.gov/documents/detail/3315776>
- [11] NAP publication, “SHARING PUBLICATION-RELATED DATA AND MATERIALS: RESPONSIBILITIES OF AUTHORSHIP IN THE LIFE SCIENCES”, Washington, D. C., 2003 http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10613
- [12] Nicole M. Radziwill “Foundation for Quality Management of Scientific Data Products”, Quality Management Journal, **13**(2), 7, 2006.
- [13] David R. Lide, “Data quality - more important than ever in the Internet age”, CODATA DSJ, **6**, 154-155, 2007.
- [14] Ray P. Norris, “How to Make the Dream Come True: The Astronomer’s Data Manifesto”, CODATA DSJ, **6**, S116-S124, 2007.
- [15] Shuichi Iwata, “SCIENTIFIC “AGENDA” OF DATA SCIENCE”, CODATA DSJ, **7**, 54-56, 2008.
- [16] О.Ю. Малков и др. Задачи и данные в области звездной астрономии // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды XV Всероссийской научной конференции RCDL-2013, Ярославль, Россия, 14–17 окт. 2013 г. – Ярославль: ЯрГУ, 2013. – С. 38–47. – http://rcdl.ru/doc/2013/paper/pd_6.pdf;
- [17] Правительство РФ, Распоряжение от 28.02.2006, № 266-р, М. Фрадков, Правительство РФ, Распоряжение от 12.10.2010, № 1760-р, В. Путин, Правительство РФ, Распоряжение от 24.09.2012, № 1762-р, Д. Медведев.
- [18] CODATA-ICSTI Task Group on Data Citation Standards and Practices “OUT OF SITE OUT OF MIND: The Current State of Practice, Policy, and Technology for the Citation of Data”, CODATA DSJ, **12**, CIDCR1-CIDCR756, 2013.
- [19] JCGM, <http://www.iso.org/sites/JCGM/JCGM-introduction.htm>
- [20] Walter Bich et al., [JCGM.WG1], “Revision of the ‘Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement’”, Metrologia **49**, 702–705, 2012.
- [21] FCDC (NIST)-Fundamental Constants Data Center <http://www.nist.gov/pml/div684/fcdc/>
- [22] CIPM, CODATA FPC Working group <http://www.bipm.org/extra/codata/members.html>
- [23] РНК РАН <http://codata.gcras.ru/> РНК РАН Рабочая группа по ФФК <http://www.gao.spb.ru/russian/psas/kodata/index.html>
- [24] V.V. Ezhela, Y.V. Kuyanov, V.N. Larin and A.S. Siver, “The Inconstancy of the Fundamental Physical Constants: Computational Status”, 2004 web.ihep.su/library/ps/2004-36.pdf
- [25] В.В. Ежела. О корректном числовом представлении результатов косвенных измерений. 2006 <http://web.ihep.su/library/pubs/prep2006/ps/2006-28.pdf>
- [26] P.J. Mohr and B.N. Taylor “CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 1998”, Rev. Mod. Phys. **72**, 351, 2000 CODATA-98.
- [27] P.J. Mohr and B.N. Taylor, “CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2002”, Rev. Mod. Phys. **77**, 1, 2005 CODATA-02.
- [28] P.J. Mohr, B.N. Taylor, and D.B. Newell, “CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2006”, Rev. Mod. Phys. **80**, 633, 2008. CODATA-06.
- [29] P.J. Mohr, B.N. Taylor, and D.B. Newell “CODATA Recommended Values of the

Fundamental Physical Constants: 2010”, Rev. Mod. Phys. **84**, 1527, 2012. CODATA-10.

- [30] U.D. Jentschura, S. Kotochigova, Eric-Olivier Le Bigot, P.J. Mohr, and B.N. Taylor, “Precise energies of highly excited hydrogen and deuterium” PRL **95**, 163003, 2005.

On Problems with Measured Data Quality in Scientific e-publishing

Vladimir. V. Ezhela

It is argued that the structural changes in scientific e-publishing of the research results based on measured data are unavoidable, and even are on the march

already. Namely: narrative part and factual numerical parts of the research report should be separated somehow. The factual part should be strongly connected by metadata and hyperrefs with the narrative part, but it should be in a computer usable form to provide possibility for a special **numerical peer review** being as deep-and-fast as possible for quality assurance of the reported measured data. It seems that the absence of the selfconsistent numerical standards for multidimensional measured data expression and presentation in computer media is the main reason for the appearance of unintended corrupted published data. It is hoped that JCGM experts will fill this harmful missing in Metrology soon.