

## О современной взаимосвязи физики и метрологии

**АННОТАЦИЯ.** Описывается стремление физиков установить адекватность величин и их единиц и возможности метрологов, ограниченные сложностью создания измерительных эталонов.

### Образное сравнение метрологии с cosmetологией

Это сравнение навеяно заглавием книги "Непричесанная метрология", написанной видным российским метрологом Л.Брянским (2002).

Метрология как любая наука имеет два направления: практическую метрологию (процессы измерения) и теоретическую метрологию (системы размерностей и единиц). Причем практическая метрология довлеет над теоретической, образно говоря, диктует свои моды на прически (на системы единиц). Физики рассуждают, какая система единиц удобнее, но уступают требованиям метрологов, так как не физики создают средства измерения (не они являются парикмахерами). Но и метрологов ограничивают технические и экономические возможности создания измерительных эталонов. Изменение ситуации наметилось лишь в 2011 году, когда метрологи стали готовиться к переходу на фундаментальные физические константы в качестве измерительных эталонов. Это мероприятие названо **переопределением** основных единиц.

Основная часть метрологической литературы старается объяснить и популяризировать СИ. В той же книге Л.Брянского (2002) ее автор хоть и намекает названием своей книги на то, что клиент не очень хорошо причесан, но рекомендаций по поводу того, как его лучше причесать, не дает.

### Стремление некоторых физиков выйти за рамки современной метрологии

XIX век был богат учеными, которые предлагали новые системы единиц, но их старания приживались не надолго, так как физика быстро прогрессировала. В XX веке физики и метрологи сошлись на Международной Системе Единиц СИ, базирующейся на Международной системе величин ISQ (см. JCGM 200:2012). Но сторонников системы единиц СГС среди физиков осталось много. Студентов и инженеров легко приучили к новой моде, но физики старой закваски на людях ходят как бы в парике, а для себя под париком оставили старую прическу, то есть СГС. Неравнодушные к такой ситуации метрологи (например, [П.Пирнат](#), 2005, [Г.Трунов](#), 2006) ищут выход из такого состояния, предлагая новые системы единиц.

Некоторые физики стали в XX веке пытаться найти другие выходы, которые не зависели бы вообще ни от технических средств, ни от экономических возможностей. То есть стали доказывать, что системы величин не должны зависеть от систем единиц. Одна из таких попыток – это создание теории физических аналогий, когда сравниваются не размерности физических величин, зависимые от принятой системы единиц, а физические закономерности (Г.Ольсон, 1943). В этом случае не играет роли, какая при этом применяется система единиц.

Появились такие физики (например, [Плотников](#), 1978), которые строят красивые и познавательные графические схемы, расставляя в них физические величины согласно их физическому содержанию, а не в соответствии с их размерностями и единицами, так как не они определяют физическое содержание величины, а ее определяющее уравнение. Многообещающей является многослойная графическая система физических закономерностей, недавно предложенная [А.Чуевым](#) (1999, 2003). Выводы при ее использовании не зависят от принятого комплекта основных величин.

В 60-х годах XX века появилось новое направление, привлекающее многих внешней простотой и элегантностью формы, его основателем стал [Р.О. ди Бартини](#) (1965). Это

достигнуто тем, что комплект основных величин сокращен до минимума (всего 2 величины – длина и время). В интернете появилось даже предложение построить систему единиц только на единице одной величины – метре. В монографии К.Томилина (2006) и в статье И.Когана (2011) показаны искусственность и несостоятельность такого направления.

### **Перспективы приближения метрологии к реальным законам природы**

На рубеже XX и XXI веков отдельные ученые стали доказывать, что физические аналогии – это не какие-то случайно обнаруженные совпадения закономерностей, а следствия реальных законов природы (И.Коган, 2004, В Ермолаев, 2003). При этом предлагается опираться не на системы единиц, а на не зависящие от них системы величин. Благодаря этому физические величины можно систематизировать без учета их единиц, а, следовательно, и без учета трудностей практической метрологии.

В этот же период времени несколько новых открытий в экспериментальной физике послужили причиной возникновения нового направления, сближающего позиции физиков и метрологов. Группа метрологов во главе с И.Миллсом (2006) предложила **переопределение** основных единиц СИ, используя вместо измерительных эталонов фундаментальные физические константы. Это существенно снижает зависимость метрологов от решения проблемы создания всё более точных и дорогих измерительных эталонов. В 2011 г. это предложение было принято к исполнению Международным комитетом мер и весов (СIPM) со сроком исполнения в 2014 г. Однако эта проблема оказалась сложной и вызвала оживленную дискуссию среди метрологов. В итоге она пока еще не решена.

Переопределение основных единиц СИ, безусловно, станет важным шагом на пути сближения позиций физиков и метрологов. Но оно не решит еще одну давно и усиленно обсуждаемую проблему – проблему выбора нового комплекта естественных основных величин, более объективного с точки зрения законов Природы, чем это сейчас имеет место в системе величин ISQ. Основные требования для решения этой проблемы таковы:

1. Необходимость включения энергии в набор основных величин (А.Вейник, 1968, И.Коган, 1998, К.Томилин, 2006).
2. Признание угла поворота (или углового перемещения) основной величиной (И.Коган, 1998, 2011, М.Фостер, 2010).
3. Признание числа структурных элементов (количества объектов) основной величиной (И.Коган, 2011, М.Фостер, 2010). Эта возможность уже признана в JCGM 200:2012 (п. 1.4, прим. 3), но в Международную систему величин ISQ еще не включено.

### **Литература**

1. ди Бартини, Роберт Орос, 1965, Некоторые соотношения между физическими константами. – Доклады АН СССР, т. 163, № 4.
2. Брянский Л.Н., 2002, Непричесанная метрология. М.: ПОТОК-ТЕСТ, 160 с.
3. Вейник А.И., 1968, Термодинамика. 3-е изд. – Минск, Высшая школа, 464 с.
4. Ермолаев Д.С., 2003, Обобщенные законы физики или физика для начинающих. – <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4959.html>
5. Коган И.Ш., 2004, “Физические аналогии” – не аналогии, а закон природы. – <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7438.html>
6. Коган И.Ш., 1998, О возможном принципе систематизации физических величин. – “Законодательная и прикладная метрология”, 5, с.с. 30-43.73.
7. Коган И.Ш., 2011, Число структурных элементов как основная физическая величина. – “Мир измерений”, 8, с.с. 46-50.
8. Коган И.Ш., 2011, Угол поворота – основная физическая величина. – “Законодательная и прикладная метрология”, 6, с.с. 55-66.
9. Плотников Н.А., 1978, Система физических величин. – Вологда, Областной Совет

ВОИР, 34 с., также <http://plotnikovna.narod.ru>

10. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах, – М.: Физматлит. 2006, 368 с.

11. Трунов Г.М., 2006, Уравнения электромагнетизма и системы единиц электрических и магнитных величин. – Пермь, ПГТУ, 130 с.

12. Чуев А.С., 1999, Физическая картина мира в размерности “длина-время”. Серия “Информатизация России на пороге XXI века”. – М., СИНТЕГ, 96 с., также Естественная кинематическая система размерностей. <http://www.chuev.narod.ru/> .

13. Чуев А.С., 2003, О существующих и теоретически возможных силовых законах, обнаруживаемых в системе физических величин. – <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/5811.html>

14. Foster M.P., 2010, The next 50 years of the SI: a review of the opportunities for the e-Science age. Review Article. Metrologia, 47, R41–R51

15. Mills I.M. et al, 2006, Redefinition of the kilogram, ampere, kelvin and mole: a proposed approach to implementing CIPM recommendation 1 (CI-2005). Metrologia, 43, p.p. 227–246

14. Olson H.F., 1943, Dynamical analogies. – New York, D. Van Nostrand Co. (Русский перевод: Ольсон Г., 1947, Динамические аналогии. –М.: ИЛ.)

15. Pirnat P., 2005, Physical Analogies. – <http://www.ticalc.org/cgi-bin/zipview?89/basic/science/physanal.zip;physanal.txt>

16. JCGM 200:2012 International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM). 3rd ed. 2008 version with minor corrections. URL: [http://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM\\_200\\_2012.pdf](http://www.bipm.org/utis/common/documents/jcgm/JCGM_200_2012.pdf),

17. Русский перевод JCGM 200:2008: Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины. - Всерос. науч.-исслед. ин-т метрологии им. Д. И. Менделеева, Белорус. гос. ин-т метрологии. Изд. 2-е, испр. — СПб.: НПО «Профессионал», 2010. — 82 с. URL:

<http://mathscinet.ru/slaev/records/images/SlaevChun02.pdf>