|  |
| --- |
| **ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН** |
|  |
|  |
|  |
| Основные метрологические термины и определения: по РМГ 29-99 (с изменениями от 04.08.2010) |
|  |
|  |
|  |
| **Эталон единицы физической величины** (англ. measurement standard) – средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке. Примечания:   * Конструкция эталона, его свойства и способ воспроизведения единицы определяются природой данной физической величины и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений. * Эталон должен обладать, по крайней мере, тремя тесно связанными друг с другом существенными признаками (по М.Ф. Маликову) - неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью.   **Первичный эталон** (англ. primary standard) – эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью. Примечание. Метрологические свойства первичных эталонов единиц величин устанавливают независимо от других эталонов единиц этих же величин.  **Первичный специальный эталон** – первичный эталон, воспроизводящий единицу в специфических условиях (высокие и сверхвысокие частоты, малые и большие энергии, давления, температуры, особые состояния вещества и т.п.).  **Вторичный эталон** (англ. secondary standard) – эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы. Примечание. К вторичным эталонам относят эталоны-копии, рабочие эталоны и эталоны сравнения.  **Эталон сравнения** (англ. transfer standard) – вторичный эталон, применяемый для сличений эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом.  **Исходный эталон** (англ. reference standard) – эталон, обладающий наивысшими метрологическими свойствами из имеющихся в данном виде измерений (в стране или группе стран, в регионе, министерстве (ведомстве), организации, предприятии или лаборатории), от которого получают размер единицы подчиненные ему средства измерений. Примечания:   * В некоторых странах СНГ в качестве исходного эталона единицы той или иной величины служит вторичный эталон, который получает размер единицы от первичного эталона страны - хранителя этого эталона. * Эталоны, стоящие в поверочной схеме ниже исходного эталона, обычно называют подчиненными эталонами.   **Эталон-копия** – вторичный эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим эталонам и заменяющий в обоснованных случаях первичный эталон. Примечание. Эталон-копия не всегда является физической копией первичного эталона.  **Рабочий эталон** (англ. working standard) – вторичный эталон, предназначенный для передачи размера единицы образцовым и наиболее точным рабочим средствам измерений.  **Государственный первичный эталон** – первичный эталон, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории государства. Пример. Государственные эталоны метра, килограмма, секунды, ампера, кельвина, канделы, ньютона, паскаля, вольта, беккереля.  **Национальный эталон** (англ. national standard) – эталон, признанный официальным решением служить в качестве исходного для страны. Примечание. Данное определение соответствует VIM-93 [1]. Оно по существу совпадает с определением понятия государственный эталон. Это свидетельствует о том, что термины государственный эталон и национальный эталон отражают одно и то же понятие. Вследствие этого термин национальный эталон применяют в случаях проведения сличения эталонов, принадлежащих отдельным государствам, с международным эталоном или при проведении так называемых круговых сличений эталонов ряда стран.  **Международный эталон** (англ. international standard) – эталон, принятый по международному соглашению в качестве международной основы для согласования с ним размеров единиц, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами. Пример. Международный прототип килограмма, хранимый в МБМВ, утвержден 1-й Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ).  **Одиночный эталон** – эталон, в составе которого имеется одно средство измерений (мера, измерительный прибор, эталонная установка) для воспроизведения и (или) хранения единицы.  **Групповой эталон** (англ. collective standard) – эталон, в состав которого входит совокупность средств измерений одного типа, номинального значения или диапазона измерений, применяемых совместно для повышения точности воспроизведения единицы или ее хранения. Примечания:   * Групповые эталоны подразделяют на групповые эталоны постоянного или переменного составов. * За результат измерений принимают обычно среднее арифметическое значение результатов измерений однотипными средствами измерений или эталонными установками.   **Эталонный набор** (англ. group standard) – эталон, состоящий из совокупности средств измерений, позволяющих воспроизводить и (или) хранить единицу в диапазоне, представляющем объединение диапазонов указанных средств. Примечание. Эталонные наборы создаются в тех случаях, когда необходимо охватить определенную область значений физической величины.  **Транспортируемый эталон** (англ. travelling standard) – эталон (иногда специальной конструкции), предназначенный для его транспортирования к местам поверки (калибровки) средств измерений или сличений эталонов данной единицы.  **Хранение эталона** (англ. conservation of a measurement standard) – совокупность операций, необходимых для поддержания метрологических характеристик эталона в установленных пределах. Примечания:   * При хранении первичного эталона выполняют регулярные его исследования, включая сличения с национальными эталонами других стран с целью повышения точности воспроизведения единицы и совершенствования методов передачи ее размера. * Для руководства работ по хранению государственных эталонов устанавливают специальную категорию должностных лиц - ученых хранителей государственных эталонов, назначаемых из числа ведущих в данной области специалистов-метрологов.   **Эталонная база страны** – совокупность государственных первичных и вторичных эталонов, являющаяся основой обеспечения единства измерений в стране. Примечание. Число эталонов не является постоянным, а изменяется в зависимости от потребностей экономики страны. Обычно прослеживается увеличение их числа во времени, что обусловлено постоянным развитием рабочих средств измерений.  **Эталонная установка** – измерительная установка, входящая в состав эталона. Примечание. Эталон может состоять из нескольких эталонных установок.  **Поверочная установка** – измерительная установка, укомплектованная рабочими эталонами или образцовыми средствами измерений (ОСИ) и предназначенная для передачи размера единицы подчиненным ОСИ и (или) рабочим средствам измерений.  **Воспроизведение единицы физической величины** – совокупность операций по материализации единицы физической величины с помощью государственного первичного эталона. Примечание. Различают воспроизведение основных и производных единиц.  **Воспроизведение основной единицы** – воспроизведение единицы путем создания фиксированной по размеру физической величины в соответствии с определением единицы. Примеры:   * Воспроизведение единицы длины - метра - в соответствии с его определением, принятым на XVII ГКМВ в 1983 г., заключается в создании при помощи первичного эталона в специальных условиях длины пути, проходимого светом в вакууме за промежуток времени, равный 1/299792458 с. При этом скорость света в вакууме принята за константу (299792458 м/с). * Единица массы - 1 кг (точно) - воспроизведена в виде платиноиридиевой гири, хранимой в МБМВ в качестве международного эталона килограмма. Розданные другим странам эталоны имеют номинальное значение 1 кг, их действительные значения получены по отношению к международному эталону. На основании последних международных сличений платиноиридиевая гиря, входящая в состав государственного эталона единицы массы, в России имела значение 1,000000087 кг (1979 г.).   **Воспроизведение производной единицы** – определение значения физической величины в указанных единицах на основании измерений других величин, функционально связанных с измеряемой величиной. Пример. Воспроизведение единицы силы - ньютона - осуществляется на основании известного уравнения механики *F = mg*, где: *m* - масса, *g* - ускорение свободного падения.  **Передача размера единицы** – приведение размера единицы физической величины, хранимой поверяемым средством измерений, к размеру единицы, воспроизводимой или хранимой эталоном, осуществляемое при их поверке (калибровке). Примечания:   * Нередко при поверке (калибровке) измеряют одну и ту же физическую величину поверяемым средством измерения и эталоном с целью установления разности в их показаниях и введения поправки (в показание поверяемого средства измерений). * Размер единицы передается «сверху вниз» в соответствии с числом ступеней передачи, установленным поверочной схемой.   **Хранение единицы** – совокупность операций, обеспечивающих неизменность во времени размера единицы, присущего данному средству измерений.  **Поверочная схема для средств измерений** (англ. hierarchy scheme) – иерархическая структура, устанавливающая соподчинение средств измерений, участвующих в передаче размера единицы от исходного эталона рабочим средствам измерений (с указанием методов и погрешностей при передаче), утверждаемая в установленном порядке в качестве нормативного документа. Примечание. Различают государственные, локальные и межгосударственные поверочные схемы.  **Государственная поверочная схема** – поверочная схема, распространяющаяся на все средства измерений данной величины, имеющиеся в стране, и утверждаемая в качестве нормативного документа национальным органом по метрологии.  **Локальная поверочная схема** – поверочная схема, распространяющаяся на средства измерений данной величины, применяемые в регионе, отрасли, ведомстве или на отдельном предприятии (в организации), и утверждаемая в качестве нормативного документа организацией (учреждением, подразделением - для отдельного предприятия), отвечающей за обеспечение единства измерений.  **Межгосударственная поверочная схема** – поверочная схема, распространяющаяся на средства измерений данной величины, применяемые (и поверяемые) в заинтересованных странах СНГ с единым метрологическим пространством, и утверждаемая в качестве межгосударственного нормативного документа.  **Ученый хранитель государственного эталона** – должностное лицо государственного научного метрологического центра, несущее ответственность за правильное хранение и применение государственного эталона и его совершенствование. |





## Эталоны физических величин

Недавно на занятии речь зашла про измерения и эталоны физических величин. Интереса ради покопался в интернете, нашел довольно много интересных фактов и фотографий. Вот, решил поделиться со всеми в виде сообщения.

Как известно, мы сейчас пользуемся для измерения системой СИ (SI, от французского Systeme International d’Unites). Пользуются ей все страны, кроме трех - естественно, америкосам все ни по чем, у них все свое, и еще Либерия с Мьянмой. Согласно основным положениям этой системы, существует 7 базовых физических величин (в скобках даны единицы измерения): длина (метр), масса (килограмм), время (секунда), сила тока (ампер), температура (кельвин), сила света (кандела), количество вещества (моль). Все остальные физические величины могут быть получены из семи базовых путем умножения, деления и возведения в степень, например, ньютон (единица измерения силы) равен кг·м/с2.

В принципе, никто не запрещает применять систему, в которой есть всего одна базовая величина - время. Но это будет ужасно неудобно, ведь единица длины будет выражаться через скорость света, то есть будет равна приблизительно 3·108метра, единица массы - 4,5·1018 килограмм. Таким образом, современная система единиц находится в некотором балансе между количеством необходимых единиц и удобством измерения.

Измерением же называется процесс сравнения неизвестной величины с эталоном. И вот эти эталоны и создают огромные проблемы для измерителей. Не буду вдаваться в историю развития эталонов, скажу только, что эталон - это такой эквивалент физической величины, про который все государства договорились, что он абсолютно точен. Эти эталоны, называемые международными, хранятся в Международном бюро мер и весов в Севре (Франция). По ним сверяют так называемые государственные первичные, или национальные эталоны, которые уже хранятся в главных метрологических организациях государств. А с ними уже сверяются все остальные эталоны страны.

Все эталоны в идеале должны быть привязаны к фундаментальным, неизменным величинам, например, скорости света или гравитационной постоянной. В настоящий момент «сдались» все эталоны, кроме килограмма. Это, кстати, единственная величина в СИ, которая в рекомендуемом применении содержит множительную приставку «кило». Пожалуй, с него и начнем.

[](http://www.physicsdepartment.ru/blog/images/0025.jpg)  
Современный эталон килограмма в Международном бюро мер и весов в Севре (Франция)

[](http://www.physicsdepartment.ru/blog/images/0026s.jpg)  
Вот так выглядит платиново-иридиевый эталон килограмма без защитных колпаков

Вот такой вот платиново-иридиевый цилиндр, хранящийся под тремя колпаками, и определяет, чему же будет равен один килограмм. Правда, в последнее время в СМИ прошли сообщения, что этот эталон слегка «похудел» и отличается по массе от всех(!) национальных эталонов. Вот ученые и гадают, к чему бы это. Даже целые конференции проводят.

Как я уже говорил, эталон килограмма - единственный, оставшийся не привязанным к фундаментальным константам. Сейчас ведутся исследования по подбору возможного преемника. Два наиболее перспективных варианта - эталон с известным количеством атомов изотопа кремния-28 (выполненный в форме шара, чтобы площадь поверхности меньше была) и «электронный килограмм» - магнит, поднимающий один килограмм массы (при этом измеряется мощность, затрачиваемая на генерацию поля). Но пока это только разработки.

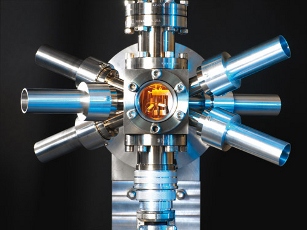
[
Возможный преемник эталона килограмма](http://www.physicsdepartment.ru/blog/images/0027.jpg)  
Возможный преемник эталона килограмма - шар из определенного числа изотопов кремния-28

[](http://www.physicsdepartment.ru/blog/images/0028s.jpg)  
Предыдущий эталон метра - платиново-иридиевый брусок длиной один метр

Эталон метра «сдался» последним. Раньше это был брусок все из того же платиново-иридиевого сплава, длиной, как ни странно, один метр и особой формы в поперечнике. Теперь все стало по-другому. Метр - это путь, проходимый лучом света в вакууме за 1/299 792 458 секунды. То есть определение эталона метра свелось к измерению времени.

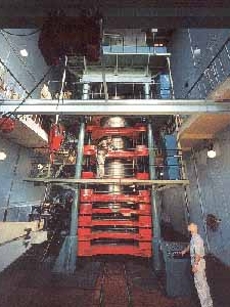
Современное определение секунды базируется на времени 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя уровнями сверхтонкой структуры изотопа цезия-133. Но и это определение уже считается устаревшим, и на подходе новый эталон, базирующийся на переходах в нейтральных атомах стронция. Пожалуй, самое сложное определение из всех. Ну и аппарат эталона секунды выглядит тоже солидно.

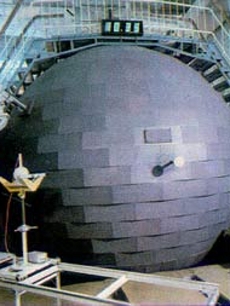
[](http://www.physicsdepartment.ru/blog/images/0029s.jpg)  
Современный эталон метра - расстояние, которое проходит луч лазера за 1/299 792 458 секунды

[](http://www.physicsdepartment.ru/blog/images/0030.jpg)  
Эталон секунды, основанный на переходах в нейтральных атомах стронция

Это были самые красивые фотографии эталонов, которые удалось найти. Поэтому хочу попросить уважаемых читателей - если у кого есть приличные фотографии - присылайте, пожалуйста. Буду дополнять сообщение.

Ну и на закуску - пару монструозных эталонов для величин, не являющихся базовыми величинами СИ. Такие эталоны создаются просто для удобства поверки. Это государственный эталоны силы и графитовый замедлитель, входящий в состав государственного эталона единиц потока и плотности потока нейтронов. Вот такое у нас в России имеется.

[](http://www.physicsdepartment.ru/blog/images/0031s.jpg)  
Государственный эталон силы, Всероссий научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева в Санкт-Петербурге

[](http://www.physicsdepartment.ru/blog/images/0032s.jpg)  
Графитовый замедлитель, входящий в состав госуарственного эталона единиц потока и плотности потока нейтронов

Удачных измерений вам!

Опубликовано 19 марта 2009 года  
Раздел: [О физике](http://www.physicsdepartment.ru/blog/category/physics) | Метки: [СИ](http://www.physicsdepartment.ru/blog/tag/si), [Измерения](http://www.physicsdepartment.ru/blog/tag/measurements), [Эталон](http://www.physicsdepartment.ru/blog/tag/standart)

**Шамигулов\***

Опубликовано 5 июня 2009 года в 9:04

Интересная статья. Сам писал?

**Бегущий вещей**

Опубликовано 5 июня 2009 года в 22:01

**www.physicsdepartment.ru**

Да, все в блоге самостоятельно делаю. Эта статья по материалам из сети, естественно. Преимущественно из первоисточников - институты, бюро мер и весов.  
Кстати, когда последний раз в Москве был - зашел как обычно в политехнический музей. А там как специально выставка, посвященная Менделееву была. В том числе и первые русские эталоны выставлены. Надо обработать и опубликовать фотографии.

**Шамигулов\***

Опубликовано 7 июня 2009 года в 20:41

Странный у тебя ник.

**Бегущий вещей**

Опубликовано 7 июня 2009 года в 21:09

**www.physicsdepartment.ru**

Это из цикла Г.Л. Олди «Бездна голодных глаз». Если коротко - то это люди, которые не одушевляют вещи. Вещь - это просто вещь, у нее нет души. И, самое главное, будучи оставленной без внимания человека, она обязательно разрушится.  
А если подробно - то там на 700 страниц развернуто зачем стали нужны бегущие вещей ;)

**Прибытков**

Опубликовано 28 августа 2009 года в 22:56

**http://kovelectro.ru**

Меня как начинающего исследователя в области гуманитарных наук волнует вопрос зачем людям "до приходя Рюрика на Русь" нужны были вот такие единицы измерения:  
1 мгновение =0,402 мс  
1 миг = 0,529 мкс  
1 сиг = 3,305 нс  
причём 1 сиг равен 30.38 соответствующим периодом излучения соответствующего переходу между двумя уровнями сверхтонкой структуры изотопа цезия-133  
Не уж то действительно у нас небыло истории до приходя варягов (от слова варить) или от нас специально утаивают не нужные для толпы подробности) мол изуяайте Новую историю от Ельцина до Путина не думайте о прошлом.  
Кстати говоря странно что после распада СССР ни одной статьи не было о осуждении марксизма как философии, а ведь в этой статье чётко даёться понять что время неразрыно с пространством и не могут быть первичными категориями для мыслящих людей.

Чтобы оставить комментарий надо [зарегистрироваться](http://www.physicsdepartment.ru/users/registration) или [войти](http://www.physicsdepartment.ru/users/login) под своим именем.