

СТРАННЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

STRANGE SI UNITS

Брянский Л.Н. (N. Bryanskiy)

В международную систему единиц входили и входят две единицы с несколько необычной судьбой. Это радиан (рад) — единица плоского угла истерадиан (ср) — единица телесного угла. Радиан по определению равен углу между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу. В градусной мере радиан равен $57^{\circ}17'4,8''$.

Стерadian — это телесный угол с вершиной в центре сферы, вырезающий на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, длина которой равна радиусу сферы. При телесном угле в 1 ср плоский угол при вершине конуса составляет $65^{\circ}32'$. Естественной единицей плоского угла является 1 оборот (полный угол) — угол, на который должно быть повернуто вокруг неподвижной оси твердое тело, чтобы все его точки заняли первоначальное положение. Один оборот — это 360° , или 2π рад. Шкала плоских углов — ограниченная абсолютная.

В чем же необычность этих единиц? Во-первых, в их месте в СИ. С момента принятия СИ и до 1980 г. они представляли собой самостоятельный раздел дополнительных единиц СИ. Таким образом, СИ оказалась единственной в мире системой, в которую, кроме основных и производных, входили еще и дополнительные единицы. В то же время за 20 лет, прошедших с момента принятия СИ, так и не удалось сформулировать общепринятое определение дополнительной единицы.

Как ни странно, некоторые авторы руководств по метрологии, даже изданных в 2004 г., до сих пор считают, что в СИ есть такая категория. Что это такое

— патология или невежество, я не знаю. В международном стандарте МС ИСО 1000-1992 со ссылкой на уточнение МКМВ 1980 г. эти единицы были помещены в таблицу «Производные единицы, имеющие специальные наименования, включая дополнительные единицы СИ». А в 1995 г. XX МКМВ отнесла их к безразмерным производным единицам.

Однако этими важными, но все же формальными актами вопрос не исчерпывается. Нам пора сказать «во-вторых». А во-вторых, государственный эталон России воспроизводит значения плоских углов не в радианах, а в привычных угловых градусах. Его «сердцем» является 36-гранная кварцевая призма. В состав эталона входит также угломерная автоколлимационная установка, состоящая из фотоэлектрических автоколлиматоров с электронным цифровым отсчетным устройством для установки и поворота кварцевой призмы.

Предпочтение, отданное угловому градусу, который разрешен к применению наравне с единицами СИ, объясняется рядом убедительных причин. Средства измерений, отградуированные в радианах, не выпускаются. Наиболее употребительные в технике, строительстве и в быту углы (90° , 75° , 60° , 45° , 30°) не выражаются целочисленно в радианной мере. Технологически легче изготовить и метрологически аттестовать призму, имеющую пары взаимно параллельных граней, чем клин (точнее, сектор) с углом при вершине в 1 рад.

Еще труднее было бы создать многозначную радианную меру. Кроме того, значение π теперь можно вычислить сколь угодно точно и при пересчете

градусной меры в радианную (даже на уровне государственного эталона) можно избежать появления дополнительной погрешности. Эталона стерадиана тоже нет, как и средств, которые измеряли бы телесные углы.

Их определяют, измеряя плоские углы и проводя стандартные расчеты. В частности, для телесных углов с осевой симметрией пользуются следующей формулой:

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos \alpha/2),$$

где Ω — телесный угол в ср, α — плоский угол при вершине конуса в градусах.

Так обстоят дела на сегодняшний день. Но есть некоторые сомнения в том, решен ли этот вопрос окончательно. Обратимся к определению производной единицы: она образуется в соответствии с уравнением, связывающим ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными. Возникает вопрос: с какими же основными единицами СИ связан радиан? С метром? Ничего подобного!

В определении радиана (и, кстати, стерадиана) не указано, в каких единицах измеряются радиус и дуга. И сделано это совершенно правильно. Их можно измерять в метрах, саженях, туазах, аршинах, ярдах, футах. Даже в древнеегипетских локтях и просто веревочкой. Размер радиана и стерадиана от этого не изменится. Стало быть, радиан и стерадиан «незаконнорожденные» производные единицы,

Для того чтобы внести хотя бы некоторую ясность, обратимся к теории шкал измерений. Плоские и телесные углы описываются абсолютными шкалами. А этим шкалам свойственны естественные, безразмерные единицы, значения которых никак не зависят от принятых систем величин и единиц. Это внесистемные или надсистемные единицы.

Вот такое дело...

ЛИТЕРАТУРА

1. Брянский В.П. Непричесанная метрология: 2-е издание, переработанное и дополненное / Под общей редакцией Красовского П.А. // ФГУП ВНИИФТРИ. — Менделеево. — 2008. — 276 с.
2. Википедия. Телесный угол (http://ru.wikipedia.org/wiki/Телесный_угол). ☑

Телесный угол — часть пространства, которая является объединением всех лучей, выходящих из данной точки (вершины угла) и пересекающих некоторую поверхность (которая называется поверхностью, стягивающей данный телесный угол). Частными случаями телесного угла являются трехгранные и многогранные углы. Границей телесного угла является некоторая конечная поверхность.

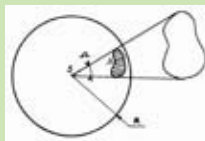
Телесный угол измеряется отношением площади той части сферы с центром в вершине угла, которая вырезается этим телесным углом, к квадрату радиуса сферы: $\Omega = S / R^2$.

Очевидно, телесные углы измеряются отвлеченными (безразмерными) величинами. Единицей измерения телесного угла в системе СИ является стерадиан, равный телесному углу, вырезающему из сферы радиуса поверхность с площадью. Полная сфера образует телесный угол, равный 4π стерадиан (полный телесный угол), для вершины, расположенной внутри сферы, в частности, для центра сферы; таким же является телесный угол, под которым видна любая замкнутая поверхность из точки, полностью охватываемой этой поверхностью, но не принадлежащей ей. Кроме стерадианов, телесный угол может измеряться в квадратных градусах, квадратных минутах и квадратных секундах, а также в долях полного телесного угла.

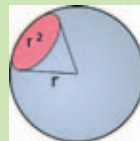
Телесный угол имеет нулевую физическую размерность.

Обозначается телесный угол обычно буквой Ω .

Двойственный телесный угол к данному телесному углу Ω определяется как угол, состоящий из лучей, образующих с любым лучом угла Ω неострый угол.



Телесный угол



Графическое изображение телесного угла в 1 ср

In this article our regular author tells a quite interesting story about two SI units of the angle which for some cause are fairly rare used in practice. It's a radian (rad) — a unit of plane angle and steradian (sr) — a unit of solid angle.