

БИБЛИОГРАФИЯ

53.081(049.3)

ФИЗИЧЕСКАЯ КНИГА О ЕДИНИЦАХ И РАЗМЕРНОСТЯХ

Сена Л. А. Единицы физических величин и их размерности. — М.: Наука. Гл. редакция физико-матем. лит.-ры. 1977. — 335 с., 12 приложений.

Рецензируемая книга написана крупным советским физиком и педагогом профессором Л. А. Сена. В книге последовательно изложены научные основы построения систем единиц физических величин, всесторонне проанализирован физический смысл их размерностей, дано введение в методы анализа размерностей и подобия, исчерпывающе рассмотрены все существующие системы единиц и показаны сферы их применения. В отличие от других книг по единицам, эта книга — физическая. Она очень актуальна и единственна в своем роде: другой подобной книги в отечественной литературе нет.

Первые две главы книги посвящены изложению общих принципов, которые должны быть положены в основу выбора единиц физических величин для их однозначного измерения и построения рациональных систем единиц. Здесь подробно анализируется вопрос о взаимосвязи числа единиц, принимаемых за основные, с числом универсальных постоянных, размером производных единиц и точностью измерений, а также об оптимальном числе основных единиц. Дается общая характеристика достоинств и недостатков существующих систем единиц, в ряду которых главное место принадлежит системам СИ и СГС.

В третьей главе рассмотрены методы анализа размерностей и подобия, весьма плодотворные как в эвристическом отношении, так и при моделировании разнообразных физических явлений. Анализ проводится с применением так называемой П-теоремы, определяющей число безразмерных комбинаций, которые можно составить из ряда величин, связанных функциональной зависимостью, если некоторые из них имеют независимые размерности. Рассмотрение удачно проиллюстрировано рядом примеров и задач из механики, гидродинамики и электродинамики.

В последующих семи главах подробно рассмотрены единицы^{*} геометрических, механических, тепловых, акустических, электромагнитных единиц, единиц излучения и атомных величин, а также логарифмические единицы. Изложение, как и во всей книге, отличается общностью и полнотой. В качестве примера укажем на § 9.8, в котором рассматриваются системы единиц, основанные на атомных постоянных. Одна из таких систем предложена Хартри. В ней приравливаются единице масса и заряд электрона и постоянная Планка ($m = e = \hbar = 1$), а единицей длины становится радиус первой борновской орбиты $a_0 = \hbar^2/m \cdot e^2 = 0,53 \cdot 10^{-8}$ см. Эта система, часто применяемая в теоретических работах по нерелятивистской квантовой механике, подробно описана в Приложении 11. Здесь же описана другая система, в которой приравнены единице m , \hbar и скорости света c ; она используется в квантовой электродинамике.

Книга содержит 12 приложений, где даны, в частности, подробные таблицы размерностей всех единиц физических величин, соотношения между единицами, уравнения электромагнетизма в разных системах единиц, а также приведены другие данные, важные для метрологии.

Большим достоинством книги является также то, что при обсуждении единиц конкретных величин излагается физическая сущность каждой величины. Разъяснен также еще один момент, непонимание которого иногда приводит к недоразумениям. Дело в том, что наименование сложной единицы отнюдь не является ее определением, а ее символ еще очень мало говорит о ее истинном размере. Например, отношение В/А не есть обязательно Ом. В самом деле, так называемое «волновое сопротивление вакуума» $R_x = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0}$ (см. ниже) в двух различных системах единиц — иррационализированной МКСМ и СИ — выражается в одинаковых символах (В/А), но имеет различные числовые значения: 30В/А и $4\pi \cdot 30\text{В/А}$ соответственно. И если ошибочно положить В/А = Ом, то получим $1 = 4\pi(1)$.

Об изложении в книге современной ситуации в вопросе о борьбе школ, отстаивающих различные взгляды на целесообразность применения тех или иных систем единиц,

необходимо сказать подробнее. В истории точных наук едва ли найдется другая такая тема, с которой была бы связана столь большая масса бесплодных разногласий, как это имело место в дискуссиях о системах единиц физических величин и их размерностях. Горячие споры, продолжающиеся без малого на протяжении двух веков и не смолкнувшие до конца в наши дни, обусловлены различными точками зрения по следующему вопросу. Во-первых, имеют ли физические величины «истинные» размерности? Во-вторых, каким достоинствам отдать предпочтение при выборе той или иной системы единиц: 1) физической последовательности и простоте исходных уравнений, выражающих законы природы, или 2) большей практичности в проведении инженерных расчетов?

По отношению к первому вопросу противоположные позиции занимали, в частности, М. Планк и А. Зоммерфельд. В наше время восторжествовала (на наш взгляд, вполне естественно) точка зрения М. Планка (вопрос об «истинной» размерности физических величин «имеет не более смысла, чем вопрос об «истинном» названии какого-либо предмета»), и, таким образом, данный вопрос можно считать решенным. Что касается второго вопроса, то хотя сейчас ситуация радикально лучше, чем, например, 25 лет назад, она не может считаться полностью удовлетворительной. Суть дела здесь заключается в следующем. Наибольшее распространение в науке и технике имеют сейчас две универсальные системы единиц: Международная (СИ) и гауссова СГС. Эти системы находятся в состоянии острой конкуренции. На стороне СИ — достоинства 2 (см. выше) и ГОСТ 9867—64, согласно которому эта система должна применяться «как предпочтительная*» во всех областях науки, техники и народного хозяйства, а также при преподавании. На стороне СГС — достоинство 1 (см. выше), в силу которого она реально сохраняет наибольшее распространение в научной литературе по физике и в наиболее авторитетных учебниках физики, как отечественных¹, так и зарубежных². В общих чертах, ситуация выглядит так. В лабораториях физик измеряет механические величины, как в СИ, так и в СГС, а электромагнитные — в СИ. Но уравнения электромагнетизма физик предпочитает писать в СГС: именно в этой системе они отличаются той неповторимой простотой и стройностью, за которые совсем не жаль заплатить переводом электромагнитных единиц из СГС в СИ и обратно (тем более, что в практическом плане этот перевод не вызывает затруднений). С переходом в СИ указанные достоинства в существенной степени теряются, поскольку в уравнения вводятся новые константы: электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м и магнитная постоянная $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6}$ Г.м. Неприятность усугубляется тем, что величины ϵ_0 и μ_0 часто, крайне неудачно, называют диэлектрической и магнитной проницаемостями вакуума (стиль теории эфира прошлого века!), что приводит к явным методическим погрешностям при преподавании. С точки зрения теории относительности, введение размерных констант ϵ_0 и μ_0 оказывается на грани некорректности, поскольку при этом нарушается взаимная однородность и одинаковая размерность электрической и магнитной компонент единого электромагнитного поля. С другой стороны, в инженерных трудах, и прежде всего — в учебниках электротехники, преимущественно применяется система СИ. Таким образом, сложившиеся в настоящее время сосуществование систем СИ и СГС является той реальностью, которую, по-видимому, следует считать необратимой и класть в основу современной метрологии, имея в виду, например, такое разделение сфер влияния двух систем, которое было указано выше.

Что касается других, неуниверсальных, систем единиц, то представляется весьма разумным их (ограниченное) применение в соответствующих областях физики. Так, система $m = e = \hbar = 1$ очень удобна в атомной физике, система $m = \hbar = c = 1$ — в квантовой электродинамике и т. д. Иллюстрация различных систем единиц при преподавании позволяет более полно понять сущность физических законов и, таким образом, имеет очевидное методическое значение.

Книга Л. А. Сена написана с исчерпывающей полнотой и большим педагогическим мастерством — в стиле современного курса общей физики, и вполне естественно рекомендована в качестве учебного пособия для студентов вузов. Она очень своевременна и, несомненно, принесет большую пользу не только студентам, но и большинству специалистов, работающих в самых различных областях науки и техники.

Ю. Б. Кобзарев, М. В. Незлин

ЛИТЕРАТУРА

1. С и в у х и н Д. В. Общий курс физики. Т. 3: Электричество, — М.: Наука, 1977. — С. 19, 224, 370—380.
2. Берклевский курс физики/Пер. с англ. под ред. А. И. Шалыикова и А. О. Вайсенберга. — М.: Наука, 1975.

* Термин «предпочтительная» часто трактуется противниками всех систем единиц, кроме СИ, как «обязательная». Неправомочность такой трактовки едва ли нуждается в пояснениях.