

К ВНЕДРЕНИЮ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ (СИ)

Внедрение системы СИ в общегосударственном масштабе вызвало необходимость издания большого количества различных материалов. К настоящему времени выпущено уже свыше ста книг, справочников, брошюр и журнальных статей, посвященных системе СИ. Тем не менее популяризации системы СИ проводится в общем довольно слабо, совершенно неорганизованно, а выпущенные материалы страдают значительными недостатками. Зачастую это малотиражные издания, являющиеся более или менее добросовестным изложением выпущенных ГОСТов с добавлением короткого текста, повторяющего страницы официальных материалов и нескольких известных книг и учебников.

Рассмотрим наиболее существенные издания, не претендуя на полноту охвата. Начнем с основных ГОСТов. Нужно сказать, что содержание ГОСТов, посвященных системе СИ и другим входящим в нее системам, а также посвященных смежным вопросам, в общем удовлетворяет необходимым требованиям. Однако эти ГОСТы выпускались разновременно и построены неоднородно. Желательна дальнейшая унификация построения ГОСТов и выпуск общим изданием в виде одной брошюры или, еще лучше, издания единого ГОСТа на единицы измерений.

Частично этот недостаток восполнен изданием книги Г. Д. Бурдуна⁶, содержащей материалы всех ГОСТов, их толкование и объяснения построения, но книга перегружена другими материалами официального и исторического характера, которые для большинства читателей представляют ограниченный интерес.

Из мелких недостатков ГОСТов можно указать на путаницу со значением скорости света c в ГОСТе 8033-56. Здесь величина c без всякой необходимости выражается в одном разделе в метрах в секунду и на той же странице, в переводной таблице другого раздела, в сантиметрах в секунду. При этом само численное значение c почему-то вовсе не приводится. Неудачно, что внесистемные единицы энергии ватт-час, электрон-вольт и калория приведены порознь, в разных ГОСТах. Целесообразно иметь документ, в котором единицы, относящиеся к одной физической величине, фигурировали бы вместе.

Определения основных единиц метра, секунды и ампера, являющиеся переводом соответствующих рекомендаций международных органов, очень сложны. Это объясняется существом дела — новые определения используют довольно трудные разделы совре-

менной физики. Но ведь определения основных единиц воспроизводятся в бесчисленном множестве других изданий, в том числе в справочниках и учебниках, которыми пользуются миллионы людей. И получается нехорошо, когда, например, определение: «Метр — длина, равная 1 650 763,73 длин волны в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86» оказывается непонятным даже интеллигентным читателям, не имеющим специальной подготовки. О каком излучении идет речь, и если это видимый свет, то какому цвету оно соответствует? Что означает слово «уровни», к чему оно относится и как понимать приведенные символы и цифры? Почему излучение в «вакууме», а не в «пустоте»? Какова связь нового определения метра со старым? Эти вопросы приходится слышать ежедневно.

Неплохо, конечно, что Издательство стандартов выпускает книги, подобные брошюре Н. Р. Батарчуковой ², в которых часть поставленных вопросов рассматривается. Но этого недостаточно. Необходимо, чтобы в самих ГОСТах были приведены краткие примечания, поясняющие хотя бы формально сущность использованных терминов, формулировок и обозначений. Именно так составлены некоторые аналогичные иностранные стандарты (например, Франции и ФРГ).

Если будут выцущены новые издания ГОСТов, то желательно добавить в них некоторые внесистемные единицы: атомно-ядерные, астрономические (парсек, световой год), для относительных измерений (децилог), для выражения механических перегрузок (в $g_n = 9,80655 \text{ м.сек}^{-2}$) и др.

Переходя к рассмотрению общей литературы по системе СИ, необходимо указать на некоторые недостатки, неточности и ошибки, присущие в той или иной мере всем авторам.

Так, при перечислении достоинств системы СИ либо вовсе не упоминается связность (согласованность) механических, электрических, магнитных и других единиц, либо не разъясняется в чем тут дело. Достаточно привести соотношения: $1 \text{ ньютон} \times 1 \text{ метр} = 1 \text{ кулон} \cdot 1 \text{ вольт} = 1 \text{ себер} \cdot 1 \text{ ампер} = 1 \text{ джоуль}$ — и сказать, что при использовании системы СИ в расчетных формулах для смешанных (электромеханических, тепло-механических и др.) систем выпадает большинство числовых множителей, чтобы многое прояснилось. Возможно, что в конечном итоге именно связность явилась тем основным достоинством, которое завоевало системе СИ популярность среди инженеров.

Многие авторы не делают различия между местным значением ускорения силы тяжести g и нормализованным значением $g_n = 9,80655 \text{ м/сек}^2$. Из-за этого, округляя последнее значение до 9,81 и приближенно сокращая его в некоторых формулах с местным значением, авторы получают неправильные результаты. Сюда же относится чрезвычайно распространенное не гостовское и, конечно, неверное определение: «Килограмм-сила — это сила, с которой килограмм-масса притягивается к Земле на уровне моря и широте 45°». Отсюда следует и неправильное соотношение между килограмм-силой и ньютонном.

За немногими исключениями, уделяя много места соотношениям между единицами из различных систем, авторы не подчеркивают, что применение системы СИ может повлиять и на вид используемых формул, и на физический смысл подставляемых в них величин. Вот простейший пример. Формулу для определения собственной частоты ν_0 системы с одной степенью свободы, состоящей из тела весом P на пружине с коэффициентом упругости k , при использовании системы МКГСС принято записывать в виде

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{P}},$$

где g — местное ускорение силы тяжести. Если же использовать систему СИ, то во избежание лишних преобразований удобнее сразу писать

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}},$$

где m — масса того же тела *). Таких примеров, особенно из области сопротивления материалов, гидравлики и теплотехники, можно привести очень много. Желательно обращать на них внимание читателей.

Еще сложнее обстоит дело с применением формул электромагнетизма. Большинство авторов ограничивается описанием принципов построения систем и входящих в них единиц. Желателен более общий подход — начинать надо с уравнений поля, как это делается в курсах электродинамики ^{8,23}. Тогда становится понятным преимущество записи уравнений в рационализованной форме, применяемой при использова-

*) Физики, использовавшие систему СГС, всегда применяли последнюю формулу, так как именно масса, а не вес входит в уравнение движения рассматриваемой системы. Теперь этой формулой будут пользоваться и инженеры.

нии системы МКСА, охватываемой СИ. Становится понятным, почему при переходах от системы СГС к СИ или обратно недостаточно знать переводные коэффициенты, а необходимо еще использовать другие формулы.

Конечно, например, при преподавании понимание сути вопроса должно происходить независимо от использованной системы единиц, но в разных системах могут выступать более или менее выпукло различные стороны физического содержания математического описания процессов и физического смысла использованных величин. К сожалению, в просмотренных нами материалах анализу этих важных вопросов уделяется очень мало внимания. А меньше десяти лет тому назад, когда ставилась задача упорядочения и отбора наиболее рациональных систем единиц, все эти вопросы являлись предметом оживленных дискуссий. Достаточно просмотреть несколько статей в журнале «Электричество» (1959, № 6) (в частности, статью 17), чтобы войти в курс дела. Там же приводятся ссылки на литературные источники. Эти материалы представляют исключительную ценность для современного читателя и их необходимо отражать в литературе по Международной системе единиц, разумеется, уже не в дискуссионном, а в познавательном порядке.

Остановимся еще на одном недостатке, касающемся, можно сказать, массовый характер. Речь идет об округлении скорости света в вакууме до $3 \cdot 10^8$ м/сек и замене в формулах в единицы с множителем $3 \cdot 10^8$. Авторы забывают или не считают нужным указать, что c —это величина, определенная экспериментально. Поэтому, например, из закона Кулона для электростатики при использовании системы СИ принципиально нельзя определить силу взаимодействия двух зарядов с точностью большей, чем та, которая определяется подставленным значением электрической постоянной ϵ_0 , выраженной через c . Эти же соображения должны учитываться в соотношениях между электрическими единицами систем СГС и СИ. В частности, если некоторая физическая константа определена экспериментально из явлений, описываемых законами электростатики, то в единицах СИ эта константа может быть выражена лишь с точностью, определяемой знанием скорости света в вакууме. Разумеется, речь идет о принципиальной, физической стороне вопроса. Точность современных измерений скорости света очень высока, и она перекрывает точности, которые необходимы для решения подавляющего большинства практических задач.

Перечисленные выше недостатки присущи, например, в общем неплохой книге А. Г. Чертова²⁰. Недостаточный анализ формул электромагнетизма приводит здесь даже к явной шероховатости (стр. 61). Коль скоро автор принимает систему МКСА, то для определения численного значения магнитной постоянной μ_0 нет необходимости привлекать дополнительные экспериментальные данные, получаемые из взаимодействия «магнитных зарядов».

Искомое значение μ_0 получается непосредственно из закона взаимодействия токов. При этом, в отличие от электрической постоянной, магнитная постоянная имеет точное значение. Среди справочных материалов, приложенных к книге, следует отметить довольно полную и удобную таблицу формул электромагнетизма в различных формах. Эту таблицу желательно дополнить уравнениями Максвелла в векторной дифференциальной форме — здесь особенно наглядны преимущества использования системы СИ и записи уравнений в рационализованной форме. Желательно также привести преобразования Лоренца для электромагнитного поля, запись которых в системе СИ, наоборот, менее компактна, чем в системе СГС⁸.

Полезные сведения содержатся в монографии А. В. Беклемишева³. Однако эта книга обладает всеми перечисленными выше недостатками. А главное, она слабо пропагандирует систему СИ. Различные системы единиц выступают здесь более или менее равноправно, а система СИ часто даже уходит на задний план. Например, в сводной таблице физических констант можно найти любые единицы, кроме единиц системы СИ. Значительную часть текста составляют исторические данные и сведения о системах единиц, не имеющих практического значения (например, о нерационализованной системе МКСА). Довольно странно читать во второй половине XX века следующий абзац (стр. 170): «В настоящее время еще и е т о л н о й я с н о с т и в о п р о с е о т о м, насколько правильно с точки зрения научной (разрядка наша.—Ю. И.) и целесообразно с точки зрения методической при рассмотрении магнитных явлений затрагивать физическую величину, которую называют или магнитной массой, или количеством магнетизма» (кстати, в современных литературных источниках эту величину называют магнитным зарядом). Ведь далее автор сам пишет, что магнитной массы «обнаружить не удалось», что она является «только условным понятием», которое, добавим мы, из подавляющего большинства современных курсов общей и теоретической физики полностью устранено. В книге много мелких редакционных упущений, непозволительных в работе, посвященной метрологическим вопросам. Например, в различных местах текста ускорение силы тяжести дается в различном написании с различным числом значащих цифр, не считаясь с правилами знаков. Тут можно найти: $981 \text{ см} \cdot \text{сек}^{-2}$, 980 см/сек^2 , $9,8 \text{ м/сек}^2$ и на стр. 86 и 99— $980,655 \text{ см} \cdot \text{сек}^{-2}$, причем сказано, будто последнее значение принимается для точки на уровне моря с географической широтой 45° . Это определение основывается на старинных

измерениях, произведенных еще в середине прошлого века. В действительности с 1901 г. указанное значение ускорения принято в качестве условной величины при определении килограмм-силы, причем независимо от происхождения такого ускорения. В книге много и других погрешностей, связанных с пренебрежением правилами знаков. Среди большого числа таблиц в книге не нашлось места для таблицы с численными соотношениями между механическими единицами различных систем. В табл. 3 приведено почему-то лишь приближенное соотношение литра и м³, а образование кратных единиц — декалитра и других — противоречит правилам ГОСТа 7663-55, п. 2. Наличие почти во всех формулах, приведенных в таблицах, коэффициента пропорциональности k делает практическое использование формул по меньшей мере затруднительным.

Хотя к теме настоящей статьи это и не относится, по нельзя не отметить, что методическая сторона решения некоторых задач-примеров, приведенных в книге, встречает возражения.

Неплохое впечатление оставляет небольшая брошюра Е. М. Аристова¹, хотя и здесь мы встречаемся с некоторыми общими недостатками, перечисленными выше.

Наибольший интерес представляет книга Г. Д. Бурдуна, Н. В. Калашникова и Л. Р. Стоцкого², допущенная в качестве учебного пособия для студентов вузов. Эта маленькая энциклопедия будет полезна не только студентам, но и гораздо более широкому кругу читателей. Однако книга не лишена недостатков. Поскольку книга предназначена для лиц, получающих высшее образование, принципиальные и некоторые теоретические вопросы следовало бы изложить на более высоком уровне. Это относится к связи измерения физических величин с теорией познания, к изложению раздела о размерностях, к подходам при установлении единиц для электромагнитного поля. Основное понятие «измерения» оказалось выраженным через производные понятия: «средства измерения», «единицы измерения» и «измеряемую величину». Едва ли целесообразно использование терминов «свободное пространство» и «пространство» в смысле вакуума. «Вакуум» появился в литературе, чтобы не воскрешать эфира (наделенного новыми свойствами) и отмежеваться от «пустоты», вернее от метафизического понятия «абсолютной пустоты». «Свободное пространство», наделенное определенными физическими свойствами, не меньшая бессмыслица, чем абсолютная пустота.

Применение децибелов почему-то ограничено одними акустическими измерениями. Ничего не сказано о децилогах. Формула (155) элементарно ошибочна: уровень звуковой мощности, выраженный в различных единицах, должен иметь различные численные значения. Тематика приведенных в §32 примеров решения задач чрезвычайно узка. Она связана почти исключительно с физико-химической технологией. Таблицы 9—23 соответствуют таблицам ГОСТа, но повторяют материал других, более подробных таблиц, тоже приведенных в книге. Довольно много мелких погрешностей.

Полезны для практики «Таблицы перевода единиц измерений», изданные под редакцией К. П. Широкова². Приведенные на стр. 49—51 пояснения к рационализации уравнений излишни. При использовании единиц системы СГС уравнения следует записывать только в нерационализованной форме, а при использовании единиц системы МКСА — только в рационализованной. При таком подходе отпадает необходимость и «интерпретации» рационализации, осмысливание которой ложится ненужным грузом на читателя. Вызывает сомнение следующий абзац (стр. 52): «Авторы настоящей книги... полагают, что хотя размерности единиц в различных системах отличаются по виду, тем не менее для каждой данной физической величины они приводимы одна к другой. Например, размерность единицы напряженности магнитного поля в системе СГСМ $[L^{-1/2}M^{1/2}T^{-1}]$, а в СИ — $[L^{-1}I]$, однако если учесть, что размерность единицы силы тока I в системе СГСМ $[L^{1/2}M^{1/2}T^{-1}]$, то первая из указанных размерностей может быть приведена ко второй. Таким образом, различие размерностей единиц лишь внешнее, по существу же единицы одной и той же величины отличаются чисто количественно, и переводные множители между ними можно трактовать как отвлеченные числа (рядка наша)». В какой-то мере авторы правы в отношении единиц МКСА и СГСМ, поскольку в обеих системах для определения единиц тока использован один и тот же закон взаимодействия токов. Однако размерность множителей не может быть опущена при сравнении единиц МКСА и СГСЭ, полученных из разных самостоятельных законов. Аналогичный вопрос рассмотрен в общем виде в книге Л. А. Сеня^{16*}). В расчетной работе размерность или размер множителей может понадобиться тем читателям, которые захотят самостоятельно применить данные таблицы к пересчету величин в тех же системах, для которых составлены таблицы, но в дольных или кратных единицах, в таблицах желательно иметь не только точные значения переводных коэффициентов по округленным, с небольшим числом значащих цифр и оценкой степени приближения, получающегося при использовании таких коэффициентов. Значение скорости света приведено с семью значащими цифрами, однако нет указаний о числе достоверных знаков.

Кроме таких «формальных» переводных таблиц, было бы весьма полезным издать специализированные переводные таблицы по отраслям науки и техники. Эту мысль

*) К сожалению, эта хорошая книга не переиздается.

лучше всего пояснить примером. Так, формальный перевод большого численного значения модуля упругости для стали $E \approx 2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$ приводит в системе СИ к еще большему числу $E \approx 2 \cdot 10^{11} \text{ н/м}^2$, которое едва ли удобно для практических расчетов. В работе ⁴ рекомендуются такие рационально выбранные долгие и кратные единицы, которые способствуют получению более удобных численных значений различных констант, используемых в теории упругости и в сопротивлении материалов. Кроме того, дается оценка точности расчетов при использовании приближенных переводных коэффициентов. Вот подобные исследования и разработку на их основе практических рекомендаций, переводных формул, таблиц, графиков и номограмм следует всячески приветствовать.

Большую помощь в пропаганде и внедрении системы СИ может оказать научно-техническая периодика, особенно применительно к различным отраслям науки и техники и к конкретным случаям. Так, большая статья Л. Р. Стоцкого была опубликована в журнале «Химическая промышленность» ¹⁸. Однако здесь не обошлось без курьеза. Редакции свыше 40 журналов опубликовали одни и те же сокращенные варианты указанной статьи. Ведь есть, наверно, у каждого журнала, связанного с различными отраслями науки и техники, какая-то своя специфика, важная для читателя. Эту специфику и следовало бы отражать в статьях, посвященных такому важному и прогрессивному вопросу, как внедрение Международной системы единиц.

В учебной литературе по физике также намечался перелом в пользу преимущественного использования системы СИ. Есть уже курсы (например, ^{14, 22}) и задачки 7-¹⁵, которые полностью написаны в системе СИ. Однако последние издания широко распространенных вузовских курсов С. Э. Фриша и А. В. Тиморева ¹⁹, К. А. Шутилова ¹³ и школьного курса А. В. Перышкина и В. В. Крауклиса ^{11, 12} не подверглись существенной переработке, в них лишь добавлены отдельные параграфы, посвященные СИ.

Во всех этих работах имеются отдельные неточности, неясности изложения и ошибки такого же типа, как отмеченные выше. Например, в томе II курса ¹⁹ вся таблица ХХII дана с неправильными размерностями электрических и магнитных единиц МКСА без учета одной из основных единиц — силы тока. В задачке ¹⁵ используется единица миллимикрон, не предусмотренная ГОСТом. В учебнике ¹¹ секунда определена как $1/86400$ часть средних солнечных суток. Во всех книгах определены килограмм-силы и его связь с ньютном дается либо неправильно, либо нечетко.

При внедрении системы СИ в научной и учебной литературе по физике необходимо обращать внимание на особенности, связанные с построенным единицей СИ (особенно электрических и магнитных). Относительно ограничения точности выражения некоторых величин в системе СИ точностью задания скорости света говорилось выше. Есть и другие «узкие места». Например, диэлектрическая и магнитная проницаемость вакуума, так называемые электрическая и магнитная постоянные ϵ_0 и μ_0 , получают в системе СИ формальные, и притом различные, размерности и численные значения, отличные от 1. Эти две константы не имеют такого простого и наглядного физического смысла, как единственная константа — скорость света c — в системе СГС. В практических задачах это рассматривается лишь как неудобство, которое с лихвой перекрывается достоинствами системы СИ. Однако отсюда, как отмечает М. А. Леонтович ¹⁰, идут другие физические несоответствия, например неравноправность электрического и магнитного полей, физическая сущность которых в действительности отличается лишь приятной системой отсчета *). В этом и некоторых других случаях система СГС (Гаусса) отражает физическую сторону явлений лучше, нежели система СИ.

Вместе с тем и в системе СГС имеются свои «узкие места», с которыми мы давно свыклись. Достаточно вспомнить неестественную размерность электрического заряда, которая выражается здесь через механические величины. Мы замечаем, что электрическая постоянная для вакуума ϵ_0 в законе Кулона получает размерность, отличную от нулевой, но не вспоминаем, что гравитационная постоянная в законе всемирного тяготения тоже имеет ненулевую размерность. . .

Все эти вопросы всплыли не сейчас, о них уже много говорилось во время дискуссии, которая предшествовала внедрению системы МКСА (см. выше). II можно было бы значительно продолжить перечень таких вопросов, которые в каком-то смысле описываются лучше или хуже в той или иной системе единиц. По-видимому, при установлении любой единой системы в интересах унификации придется идти на некоторые компромиссы.

Вместе с тем приведенные выше примеры убедительно показывают (и в этом М. А. Леонтович безусловно прав), что в научных работах и при преподавании не л

*) М. А. Леонтович приходит к выводу, что вообще введение системы СИ является ошибочным. Здесь этот вопрос не дискутируется, но все же не безынтересно привести еще высказывание М. Борна в предисловии к последнему изданию своей книги ⁵: «Злободневный вопрос о выборе единиц был решен в пользу классической гауссовой системы. . . Я все еще убежден, что это наиболее удовлетворительная система с точки зрения логики и эпистемологии — хотя, возможно, и не с точки зрения физика-практика или инженера, — и поэтому она же предпочтительна и в преподавании».

з а п р е щ а т ь использование каких бы то ни было систем единиц, если в конкретном случае это действительно оправдано с точки зрения научной или методической. В основном документе, ГОСТе 9867-61, ясно говорится лишь о п р е д и о ч т е л ь н о с т и системы СИ. Сказано ведь там, где это оказалось необходимым, что применяемые калории допускаются лишь как временная мера. Напигде в ГОСТах не говорится, что, например, система СГС (тоже допускаемая ГОСТами вместе с технической системой МКГСС) должна со временем исчезнуть с лица земли. Кстати, подход к системам СГС и МКГСС должен быть различным. Длительное сохранение последней системы действительно ничем не оправдано. Она отомрет, когда будут заменены старые приборы, установки, учебники и справочники. Отказываться же от системы СГС полностью нет никаких оснований. Гауссова система СГС сама по себе является большим достижением физики.

Достоинно сожаления, что отдельные фразы и обороты в инструктивных документах Комитета стандартов, мер и измерительных приборов и изданных на основании этих документов приказах по министерствам и ведомствам могут дать основание усмотреть тенденцию к о б я з а т е л ь н о м у применению т о л ь к о системы СИ во всех случаях п з а п р е щ е н и ю всех других систем. Например, в инструктивном письме ⁹ обращается внимание издательств научно-технической литературы на необходимость обеспечения перехода в учебной и научно-технической литературе на е д и н ю ю с п с т е м у единиц. С этим согласиться нельзя. В научных исследованиях ни одна система единиц, какой бы совершенной она ни была, не может претендовать на единственность. И здесь дело не только в том, что отдельные вопросы излагаются лучше или хуже в той или иной системе единиц. Можно привести примеры, когда системы единиц, рассматриваемые обычно как вспомогательное средство, оказываются неразрывно связанными с объектом исследования, причем это может относиться к кардинальным вопросам научного познания. Так в теории поля и в теории элементарных частиц, особенно при попытках построения единой теории, начиная с работ М. Планка и А. Эйнштейна, используются системы, в которых за единицы измерения принимаются различные универсальные мировые константы. О каких же регламентациях и инструкциях здесь может идти речь? Наконец, если в научных вопросах запретить всякое отклонение от стандартной системы единиц, то этим будет наложен запрет на естественное совершенствование и эволюцию самой системы СИ, на ее возможный пересмотр и замену в будущем.

Конечно, сказанное отнюдь не отрицает того, что внедрение системы СИ во все области науки, техники, народного хозяйства, а также при преподавании (как предпочтительной, даже как основой системы) и применение ее всюду, где только возможно, — действительно чрезвычайно прогрессивное мероприятие.

Из последовательного и разумного проведения этого мероприятия следует извлечь максимальную пользу.

Ю. И. Иорин

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. М. А р и с т о в, Физические величины и единицы их измерения, Л., Судпромгиз, 1963.
2. Н. Р. Б а т а р ч у к о в а, Новое определение метра, М., Изд-во стандартов, 1964.
3. А. В. Б е к л е м и ш е в, Меры и единицы физических величин, М., Физматгиз, 1963.
4. В. В. Б о л о т и н, С. П. Н и к и т и н, Применение системы СИ в расчетах на прочность, Вест. высшей школы, № 2, 89 (1964).
5. М. Б о р н, Эйнштейновская теория относительности, М., Изд-во «Мир», 1964.
6. Р. Д. Б у р д у н, Единицы физических величин. Гос. изд-во стандартов, 1963.
7. В. С. В о л ь к е н ш т е й н, Сборник задач по общему курсу физики, М., Физматгиз, 1963.
8. А. З о м м е р ф е л ь д, Электродинамика, М., ИЛ, 1958.
9. В. К о р о т к о в, К введению Международной системы единиц в СССР, Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров Союза ССР, № 11—3/ст 9867, 1963.
10. М. А. Л е о н т о в и ч, О системах мер, Вест. АН СССР, № 6, 123 (1964).
11. А. В. П е р ы ш к и н, В. В. К р а у к л и с. Курс физики, ч. I, М., Учпедгиз, 1964.
12. А. В. П е р ы ш к и н, Курс физики, ч. III, Изд-во «Просвещение», 1964.
13. К. А. П у т и л о в, Курс физики, тт. 1 и 2, М., Физматгиз, 1963.
14. П. В. С а в е л ь е в, Курс общей физики, т. I, М., Физматгиз, 1962; т. 2, Изд-во «Наука», 1964.
15. Д. И. С а х а р о в, Сборник задач по физике, М., Учпедгиз, 1963.
16. Л. А. С е н а, Единицы измерения физических величин, М., Гостехиздат, 1951.

17. Л. А. С е н а, О сравнительных преимуществах различных систем единиц, *Электричество*, № 6, 23 (1959).
18. Л. Р. С т о ц к и й, Международная система единиц СИ, *Хим. пром.* № 7, 1 (1962).
19. С. Э. Ф р и ш, А. В. Т и м о р е в а, Курс общей физики, тт. 1—3, М., Физматгиз, 1962.
20. А. Г. Ч е р т о в, Международная система единиц измерения, М., Росвузиздат, 1963.
21. К. И. Ш и р о к о в (ред.), Таблицы перевода единиц измерения, М., Гос. изд-во стандартов, 1963.
22. Б. М. Я в о р с к и й и др., Курс физики, т. I, Изд-во «Высшая школа», 1963 и т. 2, 1964.
23. Р. Р о i n c e l o t, Précis d'électromagnétisme théorique, Paris, 1963.
24. Г. Д. Б у р д у н, И. В. К а л а ш н и к о в, Л. Р. С т о ц к и й, Международная система единиц, Изд-во «Высшая школа», 1964.