

Размерность определять по физической величине или физическую величину по размерности?

И.Ш. Коган, член Дома ученых г. Хайфа, Израиль

О природе размерности физической величины (ФВ)

Приведем стандартное определение размерности [1]: *“Выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных ФВ в различных степенях и отражающее связь данной ФВ с ФВ, принятыми в данной системе величин за основные, и с коэффициентом пропорциональности, равным единице”*. Нельзя, однако, забывать [2], что *“размерность, будучи качественной характеристикой ФВ, несомненно, не является полной и исчерпывающей, а лишь условной ее характеристикой”*. Это замечание очень важно, ибо ряд ученых пытается придать размерности некое мистическое значение, определяющее место конкретной ФВ в системе величин.

Идентичность размерностей двух разных по природе ФВ еще не гарантирует адекватность их физического содержания. Это выясняется **только** при сравнении определяющих уравнений (уравнений связи). Например, в СИ энергия и вращающий момент имеют одинаковые размерности, но это две различные ФВ. Системы ФВ или системы единиц, в которых допускается подобное явление, нельзя считать физически корректными, следует проанализировать правильность выбора основных ФВ.

Размерность при систематизации ФВ – это понятие вспомогательное. Оно помогает решать проблему, но решить проблему только с помощью размерностей **невозможно**. Проблему систематизации ФВ решает только сравнение определяющих их уравнений.

Какие системы размерностей известны.

Системы размерностей и системы единиц – понятия не идентичные. Когда в 1832 г. К.Гаусс предложил свою первую систему единиц, то ее *основными единицами* были единицы массы, длины и времени: миллиметр, миллиграмм и секунда, а единицы электромагнитных величин выражались через них. Потом единицами массы и длины стали сантиметр и грамм, из-за чего системы единиц, учитывающие порознь электрические и магнитные величины, стали называть СГСЭ и СГСМ, их в дальнейшем объединили в СГС. С учетом современных символов размерностей указанные системы единиц соответствуют MLT-системе размерностей, где M, L и T – размерности массы, длины и времени. MLT-система существовала примерно полвека, но многих в ней не

устраивало наличие дробных показателей степеней у размерностей и единиц. Было также неудобно измерять электромагнитные величины в единицах механических величин.

Начиная с 1989 г. было решено добавить еще одну основную единицу из единиц электромагнитных величин [2,3]. В 1935 г. была создана система единиц МКСА, в которую была введена условно в качестве основной величины единицы сила тока с символом размерности I и единицей Ампер. Получилась MLTI-система размерностей. Появление двух букв (M и K) в МКСА связано с тем, что единицами массы и длины стали метр и килограмм. Существующая с 1948 г. система единиц СИ отличается от МКСА введением дополнительных трех условных основных величин с единицами Кельвин, моль и кандела. В механике и электромагнетизме продолжает использоваться MLTI-система, причем для некоторых электромагнитных величин используется LTI-система.

В 1993 г. была предложена ELTI-система [4], в которой E – символ размерности работы силы с единицей Джоуль. В статье [5] работа силы в качестве основной ФВ была заменена на энергию. С 2006 г. [6] система пополнилась еще двумя основными ФВ – углом поворота и числом структурных элементов – с символами размерностей A и N. Электромагнитные величины вводятся в нее с помощью условной основной величины – заряда – с размерностью $Q = E^{1/2}L^{1/2}N^{-1}$ и общей единицей электрического заряда и гравитационной массы – Дж^{1/2}м^{1/2}/шт, но с разными численными значениями. Применение такой единицы в законах Ньютона и Кулона приводит к исчезновению дробных степеней в показателях единиц. Это соответствует уже ELANTQ -системе.

Единица массы (кг) остается в составе основных единиц СИ, но в 2011 г. ее решено переопределить по постоянной Планка, содержащей единицу энергии. Силу тока решено переопределить по элементарному электрическому заряду, Кельвин – по постоянной Больцмана, содержащей единицу энергии, а моль – по постоянной Авогадро, содержащей единицу числа структурных элементов. То есть фактически СИ станет ELNTQ-системой.

В то же время в последние годы в интернетовских публикациях приобрела популярность предложенная в 1965 г. LT-система [7], в которой присутствуют размерности только двух ФВ: длины и времени. Ее анализу и посвящена данная статья.

Что лежит в основе LT-системы размерностей?

В 1873 г. Дж. Максвелл в своем «Трактате об электричестве и магнетизме» предложил две «универсальные системы единиц», где он опирался на единицы длины, времени и массы. Там же была высказана со ссылкой на третий закон Кеплера идея о том, что массу можно измерять единицей м³/с².

LT-систему размерностей предложил в 1965 г. видный советский авиаконструктор Р.О. ди Бартини [7], назвав ее “кинематической системой размерностей“. Ключевой для теории Р.О. ди Бартини [7] является фраза: “Уравнения физики принимают простой вид, если в качестве системы измерений принять кинематическую систему LT, единицами которой являются два аспекта радиуса инверсии областей пространства R^n : l – элемент пространствоподобной протяженности подпространства L и t – элемент времениподобной протяженности подпространства T “. Алгебраическая сумма показателей при L и T не превышает числа 6. Приведем основные новшества статей Р.О. ди Бартини.

1. Проведен расчет фундаментальных физических постоянных.

По этому поводу в весьма информативной монографии [8, с.268] сказано, что авторы подобных теорий «представили таблицы физических постоянных, как безразмерных, так и размерных, как *вычисленные* ими в рамках их теорий. Такая форма представления является псевдонаучной, поскольку проблемы вычисления численных значений *размерных* постоянных в физике не существует, так как они зависят от выбора единиц измерения». По этой причине теория расчета физических констант ди Бартини отнесена в [8] к категории «наиболее известных спекулятивных теорий».

2. Предложено считать размерности любого заряда одинаковыми.

Р. ди Бартини предложил считать размерности статического заряда физического поля (электрического e и гравитационного m) одинаковыми и равными

$$\dim m = \dim e = L^3 T^{-2} . \quad (1)$$

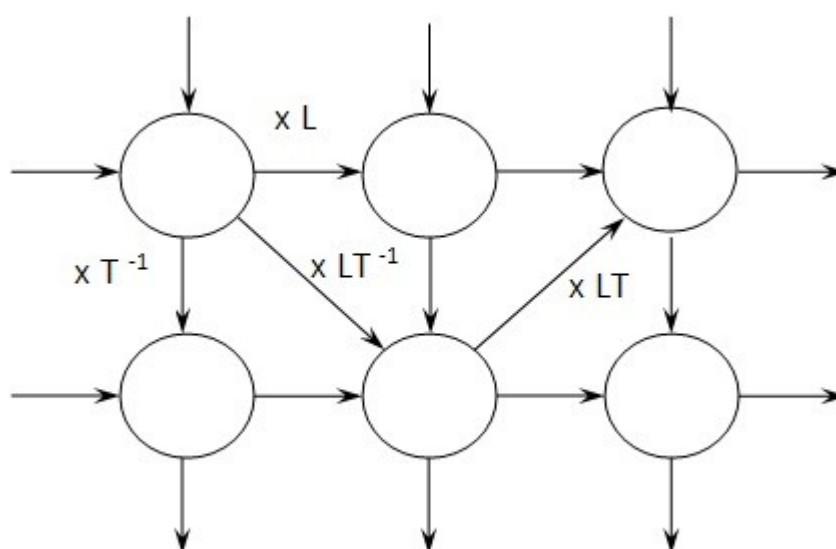
В статьях [6,9] показано, что эта идея оправдывается при систематизации ФВ. Равенства (1) придерживаются все сторонники LT-системы [10-18], кроме автора [11]. Единицами обоих зарядов (килограмма и Кулона) в [9] является Дж^{1/2}·м^{1/2}/шт, только с разными численными значениями. Из статей [16,17,18] следует, что 1 кг = 8,617·10⁻¹¹ Кл. Правда, автор [17] пишет: «Размерность гравитационного заряда не является основной физической размерностью».

3. Составлена схема LT-системы размерностей.

Р. ди Бартини впервые расположил ФВ, следуя определенной закономерности, то есть системно. После Р. ди Бартини системное расположение ФВ появилось в [19] (1978 г.) и в [4] (1993 г.), но в соответствии с другими принципами. Системное расположение ФВ было и раньше в таблице динамических аналогий Г.Ольсона [20] в 1943 г., но в ней применялась MLT-система и присутствовало ограниченное количество ФВ. Во всех системах единиц, включая СИ, системное расположение ФВ в перечнях величин отсутствует.

Р. ди Бартини [7] построил таблицу, в которой ФВ, имеющие в ЛТ-системе размерности от L^{-3} до L^6 и от T^{-6} до T^3 , расположены в ячейках в соответствии с показателями степени размерности. Позднее таблица ЛТ-системы была усовершенствована в статье [21]. Вследствие красивой формы, наглядности и внешней простоты таблица привлекла к себе пристальное внимание [11-18]. Подробный анализ этой таблицы приведен в статье [22].

Как показано на рисунке, чтобы получить размерность ФВ в любой ячейке, следует увеличить степень L на 1 по сравнению со степенью L в ячейке справа или уменьшить степень T на 1 по сравнению со степенью T в ячейке сверху. Аналогичные операции следует делать при переходе по диагоналям.



4. Указана возможность систематизации физических закономерностей.

В работе [21] указана возможность систематизации физических закономерностей с помощью таблицы ЛТ-системы, в частности, возможность систематизации законов сохранения. На это обращают внимание авторы [11,12,16,17] и предлагают методики систематизации, каждая из которых заслуживает изучения. Авторы этих методик говорят о том, что геометризация расположения ФВ не только отражает закономерности природы, но и может предсказывать новые неизвестные ранее закономерности. Особенностью работы [17] является помещение в те же ячейки, в которых находятся ФВ, их определяющих уравнений и значений ФВ.

В статье [16] сказано: «Направление поиска систематизации ФВ путем использования размерностных соотношений, объективно существующих между ними и проявляющихся в закономерных природных взаимосвязях, представляется автору наиболее перспективным». Заметим, что такой поиск возможен не только в ЛТ-системе.

Некоторые особенности LT-системы размерностей.

1. Возврат к простым единицам электромагнитных величин.

В LT-системе [7,10-12,15-17] единицы сопротивления (с/м), ёмкости (м) и индуктивности (с²/м) в электродинамике аналогичны тем, какие были в XIX веке в системе единиц СГСЭ (только там вместо метра был сантиметр). При объединении систем СГСЭ и СГСМ в систему СГС искусственно приравнивали единицы напряженности электрического поля и магнитной индукции. При этом единица индуктивности стала равной сантиметру, то есть сравнивалась с единицей ёмкости, но с этим примирились. А поскольку единицы стали именованными – ом, фарада, генри, вебер, тесла, – то о простых единицах сопротивления, ёмкости и индуктивности перестали вспоминать.

2. Опора на принцип эквивалентности гравитационной и инертной масс.

У Р. ди Бартини [7] не разъясняется, какая масса, обозначенная символом m , присутствует в уравнении (1), а принцип эквивалентности не упоминается вообще. Но именно на этот принцип ссылаются все сторонники LT-системы размерностей в качестве доказательства ее справедливости. Автор [10] выводит LT-систему на основании этого принципа без всяких ссылок на кого бы то ни было. В статье [17] принцип эквивалентности масс не упоминается, но выводы базируются на приравнивании напряженности гравитационного поля ускорению свободного падения, хотя это равенство основано на принципе эквивалентности масс.

Спорные моменты в работах сторонников LT-системы размерностей

Каждая из упомянутых выше работ сторонников LT-системы [10-18] оригинальна, но в них можно выделить и общие спорные моменты.

1. Вольное обращение с метрологической терминологией.

Возьмем, к примеру, цитату из [10]: “Использование в физике таких величин, как килограмм, ньютон, паскаль, ватт, эрстед, ампер и др...“, в ней пропущено слово “единиц“. В цитате из [18]: “В современной физике используется несколько систем физических величин, а также различные внесистемные единицы измерения“, где слово “также“ приравнивает системы величин единицам. Там же [18] применяются несуществующие в метрологии прилагательные к термину “размерность“: избыточная, естественная, фундаментальная, а размерные коэффициенты названы подгоночными.

В статье [10] в названии LT-системы появился термин “абсолютная система единиц“, который применялся ранее к MLT-системам, в которых было обязательно считать единицу массы основной единицей. Термин “абсолютная” постепенно выходит в метрологии из употребления, но в [10] он применен к системе, где единица массы вообще

отсутствует. В работе [17] ЛТ-система размерностей произвольно переименована в МС-систему единиц (от первых букв единиц метр и секунда).

2. Фетишизация роли размерностей и единиц.

В работах сторонников ЛТ-системы постулируется тезис о том, что ценные для науки результаты может дать анализ таких вторичных понятий, какими являются размерности и единицы.

Автор [12], анализируя причины, приводящие к великолепным результатам применения математических методов в физике, приходит к такому выводу: "Нетрудно понять, что именно в единицах измерений скрыта тайна необычайной эффективности математики в естественных науках, ибо эти единицы представляют собой, образно говоря, «гвозди», которыми математика «приколачивается» к физическим явлениям". Автор [13] пишет: "Путь к сокращению числа первичных физических сущностей пролегает через методологию выбора основных единиц измерения".

Размерность превращается у сторонников ЛТ-систем в ключ для разгадки принципа систематизации ФВ. И это приводит к тому, что в одну и ту же ячейку помещаются ФВ разной природы. В ячейках появляются редко применяемые ФВ, некоторые ФВ вводятся вообще заново, тогда как ряд популярных ФВ в таблицах отсутствует.

Но размерность ФВ не определяет полностью ее физическое содержание, последнее зависит только от уравнения, определяющего ФВ. Физическое содержание относится к ФВ, а не к ее размерности или к единице. Это игнорируется как самим Р. ди Бартини, так и сторонниками ЛТ-системы.

3. Сравнение таблиц ЛТ-системы с Периодической системой Менделеева.

Еще в работе [11] говорится, что в таблице ЛТ-системы выполняется одно из основных системных свойств: "*месторасположение элементов определяет их свойства*", и в качестве примера приводится Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. В статье [16] ставится вопрос о необходимости иметь в физике систему величин, подобную Периодической системе. А автор [15] даже называет свою книгу «Периодическая система физики».

Но периодический закон Д.И.Менделеева – это закон, устанавливающий периодическое изменение свойств химических элементов в зависимости от увеличения зарядов ядер их атомов. А Р. ди Бартини в таблице своей ЛТ-системы ни на какую периодичность не указывает. В ЛТ-системе Р. ди Бартини отсутствуют закономерности, носящие периодический характер или подчеркивающие цикличность изменения размерностей. Наконец, в таблице Д.И.Менделеева в каждой ячейке имеется только один химический элемент. Совсем не та картина в таблице ЛТ-системы.

4. Помещение в одну ячейку таблиц ЛТ-системы нескольких разных величин.

Автор [12] отмечает эту особенность ЛТ-системы, как ее недостаток. Но других сторонников ЛТ-системы не смущает разная физическая природа величин, помещаемых в одну и ту же ячейку таблицы ЛТ-системы [20]. В работе [15] этот прием доведен почти до абсурда. Например, в ячейку с размерностью L^{-1} автором помещены 24 величины, а в ячейку с размерностью $L^5 T^{-4}$ помещена 31 величина. Ячейка безразмерных величин ($L^0 T^0$) содержит 70 величин (!).

5. Отрицание других основных величин, кроме длины и времени.

Автор [10] пишет, что “размерность всех без исключения физических величин должна выражаться через L и T ”, хотя потом оговаривается, что “мы не вправе искусственно назначить эти параметры на роль основных и единственных”. Тем не менее, все сторонники ЛТ-системы солидарны в признании первого, а не второго мнения. Почти все они ссылаются на законы Кеплера, не замечая, что в уравнениях законов Кеплера присутствуют только кинематические величины, то есть, при формулировке этих законов просто нет необходимости в применении размерности массы. Лишь автора [12] смущает отсутствие в ЛТ-системе таких ”фундаментальных физических величин, как масса, сила и энергия и др”.

Автор [13] прибегает к оригинальной метафоре, рассуждая о том, как повели бы себя инопланетяне, приближаясь к Земле на своем корабле, но при этом он вкладывает в голову инопланетян мысли землянина. По его мнению инопланетяне в первую очередь определили бы средний радиус Земли в метрах, а затем, найдя географический полюс Земли, измерили бы ускорение свободного падения в m/c^2 . По ускорению свободного падения, являющемуся напряженностью гравитационного поля Земли, они бы определили гравитационную массу Земли в m^3/c^2 . И никаких других единиц, кроме метра и секунды, им бы не понадобилось. Порывшись в земных библиотеках, инопланетяне обнаружили бы фундаментальную константу, включающую m^3/c^2 , ею оказалась бы постоянная Кавендиша, равная $6,672 \cdot 10^{-11} m^3/kg \cdot c^2$ (то есть гравитационная постоянная). И порекомендовали бы землянам использовать соотношение $1 kg = 6,672 \cdot 10^{-11} m^3/c^2$.

Проанализируем действия инопланетян с точки зрения метрологии. Ясно, что размер Земли они определяли бы оптическими методами, используя квантовые представления о природе света, то есть, используя число структурных элементов [25]. Чтобы найти географический полюс Земли, им пришлось бы прибегнуть к аппаратуре, фиксирующей вращение Земли, а величиной, характеризующей вращение, является угол поворота [26]. А чем бы измерили инопланетяне ускорение свободного падения? У метрологов Земли на сегодня существует один способ: взвешивание **гравитационной массы** эталонной

платиново-иридиевой гири в гравитационном поле Земли, и далее современная метрология использует принцип эквивалентности масс. Согласны ли с этим принципом инопланетяне, мы не знаем.

Предпринятые модификации LT-системы размерностей.

1. Замена оси длин на ось скоростей.

Автор [15] представил модификацию LT-системы, в которой на ось абсцисс вместо размерности длины L помещается размерность производной величины – скорости V . Он указывает, что преимуществом такой модификации является большая компактность системы. Таблица представлена 63 ячейками вместо 58 ячеек у Р. ди Бартини. В тексте [15] упоминаются ещё 66-ая, 72-ая, 89-ая, 126-ая, 373-ая и даже 1247-ая ячейка с размерностью $L^{-17}T^{11}$ (правда, сумма показателей при L и T не превышает 6). Нумерация ячеек в таблице идет почему-то по правовинтовой спирали с произвольно назначенным шагом спирали. Автор говорит о 64-х ячейках, сравнивая это с 64 полями на шахматной доске и с 64 единицами генетического кода, делая при этом вывод о том, что LT-система имеет отношение к биологической картине мира. Это уже напоминает древнюю мистическую науку нумерологию. Впрочем, сам автор [15] утверждает: ”атеист и верующий мировоззренчески равноправны”, так что его позиция ясна.

2. Привязка LT-системы к вращательному движению.

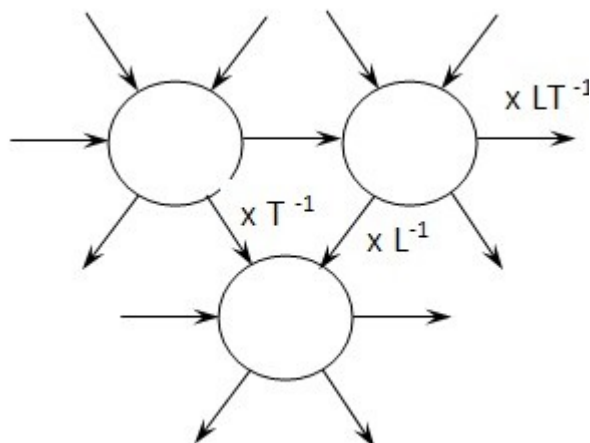
Автор [17] представляет модификацию LT-системы, в которой на ось абсцисс таблицы вместо размерности L ставится радиус вращения R , подразумевая при этом, что его размерность равна L . А на оси ординат таблицы кроме размерности T появляется множитель 2π , возведенный в разные степени. Интересно, что единицы ёмкости, сопротивления и индуктивности в статье [17] совпали бы с единицами этих величин в работе [6], если множитель 2π заменить единицей шт (штука).

Представление вращательного движения основным движением материи совпадает с доводами, приведенными в статье [27], но размерность радиуса вращения в статье [27] равна LA^{-1} , где A – размерность угла поворота, предложенного считать основной величиной.

3. Особенность геометрической схемы А.Чуева

Особенностью схемы А.Чуева [11], является расположение ячеек с ФВ не в прямоугольной схеме (L, T) , как в таблице Р. ди Бартини [21], а в треугольной схеме, показанной на рисунке. В этой схеме любые три ячейки, находящиеся в двух соседних по высоте рядах, образуют треугольник, в вершинах которого находятся эти ячейки.

Размерность ФВ в каждой ячейке может быть получена: умножением на размерность скорости размерности ФВ, находящейся в соседней ячейке слева, делением на размерность времени размерности ФВ, находящейся в верхнем ряду в соседней ячейке слева, делением на размерность длины размерности той ФВ, находящейся в верхнем ряду в соседней ячейке справа.



Особенностью схемы А.Чуева явилось то, что она инвариантна относительно выбранной системы размерностей. Выводы, сделанные с ее помощью, не зависят от того, в какой системе размерностей представлены ФВ: в LT- или MLT-системе, то есть соотношения ФВ не зависят от выбранной системы размерностей. Хотя самим автором [11] выбор делается чаще всего в пользу LT-системы.

Расположение ячейки, в которую помещена масса, позволяет сделать вывод, что это гравитационная масса. Важным отличием схемы А.Чуева от таблицы Р. ди Бартини [21] являются различные размерности для гравитационной массы (L^3T^{-2}) и для электрического заряда (L^3T^{-1}).

В работе [16] приведена усовершенствованная схема А.Чуева, выполненная в электронном варианте, что значительно облегчает пользование ею и придает схеме характер не только обучающего пособия, но и средства, прогнозирующего новые закономерности. Количество ФВ, охваченных этой схемой, существенно увеличено за счет включения величин из теплоты и квантовой механики. Четыре раздела физики представлены на нескольких системных уровнях.

Недостатки LT-систем размерностей

1. Отсутствие динамических величин в составе основных величин.

LT-система применима лишь к одной форме движения – прямолинейному движению, так как именно в этой форме движения координата состояния имеет

размерность L. Материю, количественной мерой которой является энергия, нельзя описать только двумя величинами с размерностями L и T. Ведь пространство и время являются сущностями, вторичными по отношению к материи.

Применение термина “кинематическая” к обобщенной системе ФВ настораживает, так как невозможно рассматривать движение без учета причин, его вызывающих, и без учета последствий движения в виде деформации и потерь на трение. Чтобы система была динамической, необходима как минимум еще одна основная ФВ. В СГС и СИ – это масса, а у А.Вейника [23] и его последователей [5,24] – это энергия, и поэтому основным уравнением является закон сохранения энергии.

Отсутствие в ЛТ-системе хотя бы одной динамической величины в качестве основной ФВ лишает ее возможности быть рассмотренной в рамках материализма. Пространство и время “обслуживают” материю [27], и если не ввести в системы величин или единиц хотя бы одну материальную величину с размерностью динамической величины, то применять только пространство и время с их размерностями нет смысла.

Анализ движения, включая вращение и периодические процессы, не может привести к всеобъемлющим результатам без включения в перечень основных ФВ таких величин, как угол поворота [26] и число структурных элементов [25]. В таблице Р.ди Бартини этих ФВ нет, хотя в СИ единица для угла поворота имеется, а по поводу необходимости введения единицы шт (штука) идет оживленная дискуссия [25].

В работе [21] сказано, что “появляющиеся в формулах размерностей дробные показатели при использовании первичных величин ЛМТ лишены всякого физического содержания и логического смысла“. Неверность этого утверждения показана в монографии [2, §31] и аргументирована в статье [28]. Дробность или целочисленность показателей степеней у размерностей или единиц зависит лишь от подбора основных величин в системе единиц. Например, единицы СГС, использованные в работах самого Р. ди Бартини, имеют дробные показатели. От применения дробных показателей научные работы, выполненные с применением единиц СГС, не лишаются физического содержания.

2. Нерелевантность принципа эквивалентности масс

Главное доказательство справедливости ЛТ-системы базируется у ее сторонников на принципе эквивалентности гравитационной и инертной масс. Если допустить, что этот принцип не релевантен, то ЛТ-системы оказываются искусственным построением.

В работе [29] рассматривается ситуация, при которой принцип эквивалентности масс входит в конфликт с законом сохранения энергии. Показывается, что отношение гравитационной массы m_g фотона к его инертной массе m равно

$$k_m = m_g / m = 2\sin\varphi \quad , \quad (2)$$

где φ – угол между направлением силы гравитации и ее проекцией на плоскость, перпендикулярную силовым линиям гравитационного поля. Макроскопические тела в [29] анизотропны, и поэтому для них численное значение k_m практически равно 1. Поэтому и оправдываются как расчеты траекторий планет по законам Кеплера, на которые ссылаются все сторонники ЛТ-системы, так и равенство k_m единице в окружающей нас макроскопической технике. Но только в макромире!

В теории уровневой физики [30] также исходят из того, что на разных уровнях отношение масс k_m может быть разным, а принцип эквивалентности масс не рассматривается вообще. На микроскопическом и субмикроскопическом уровнях требуется свое собственное доказательство справедливости принципа эквивалентности масс, а оно отсутствует. В работе [31] указано на то, что k_m в других областях космоса должен отличаться от 1, что “во всех экспериментах, проведенных на Земле по проверке принципа эквивалентности, все внешние влияния намеренно тщательно исключаются“. что “принцип эквивалентности является еще одним локальным принципом, несправедливо возведенным в ранг фундаментального принципа“. В подтверждение этих мнений в [32] сообщается об экспериментально наблюдаемом нарушении принципа эквивалентности масс.

Но существует ли вообще инертная масса? В Физической энциклопедии, например, подчеркнуто, что “речь идет не о равенстве двух различных масс, а об одной и той же физической величине – массе, определяющей различные явления“. Автор [33] доказывает с помощью мысленного эксперимента с введением чисел структурных элементов, что понятие “инертная масса“ можно и нужно исключить из физики, что “масса структурного элемента (массы атома или молекулы) по своей сути является гравитационной массой“. А если согласиться с тем, что нет понятия “инертная масса“, то исчезает смысл дискуссии по поводу того, эквивалентна ли она гравитационной массе. И тогда опыты, проводившиеся для подтверждения принципа эквивалентности масс, подтверждали лишь равенство друг другу одной и той же величины – гравитационной массы. То есть все эти опыты, возможно, оказались излишними. Что касается их погрешности, которая снизилась уже до 10^{-12} , то это просто погрешность экспериментальной установки.

3. Метрологические парадоксы принципа эквивалентности масс

Единицей напряженности гравитационного центрального поля в СИ является m/c^2 , то есть единица ускорения. Но гравитационное поле обладает энергией, почему же тогда в единице напряженности отсутствует единица энергии Дж? Единицей напряженности гравитационного вихревого поля после расчетов становится c^{-1} . Но в этой единице отсутствует даже единица длины, хотя такое поле существует в пространстве.

Единицу массы кг в СИ определяется пока расчетным путем с учетом ускорения свободного падения в той точке гравитационного поля Земли, где расположен прототип килограмма, следовательно, единица кг является единицей гравитационной массы. Эталон килограмма основан на процессе взвешивания, да и сама единица кг была введена первоначально как единица веса. Сейчас эту единицу предложено переопределить, но в метрологии до сих пор не уточняется, единицей какой массы является кг.

4. О чем свидетельствует анализ обобщенного уравнения динамики.

Приведем обобщенное уравнение динамики физической системы:

$$a_0 \Delta q + a_1 (dq/dt) + a_2 (d^2q/dt^2) = \Delta U \quad (3)$$

В уравнении (2) a_0 , a_1 и a_2 – конструктивные параметры системы, Δq – приращение координаты состояния системы, dq/dt , d^2q/dt^2 – его производные по времени, ΔU – воздействие на систему (разность потенциалов силового поля).

В электродинамике координата состояния q – это электрический заряд, ΔU – это разность электрических потенциалов φ с единицей В = Дж/Кл, что соответствует уравнению $\varphi = W_p/q$, где W_p – потенциальная энергия электрического поля. Уравнение (3) в электродинамике принимает хорошо знакомый вид:

$$(1/C) \Delta q + R (dq/dt) + L (d^2q/dt^2) = \Delta \varphi \quad (4)$$

где C – ёмкость, R – омическое сопротивление, L – индуктивность. Единицы сопротивления (с/м), ёмкости (м) и индуктивности (с²/м) благодаря соответствию электрического заряда q в уравнении (4) заряду q в уравнении (3) совпадают и в ЛТ-системе, и в системе единиц СГСЭ. Тогда как в СИ эти единицы (м²кг/с³А², с⁴А²/м²кг и м²кг/с²А²) тяжелы в произношении. Конечно, их проще называть ом, фарада и генри.

Если в электродинамике применить идею принципа эквивалентности масс, то это будет соответствовать принципу эквивалентности электрического заряда q и индуктивности L , с чем ни один физик не согласится.

В современной механике в роли заряда q оказывается не гравитационный заряд с единицей кг, а его перемещение \mathbf{r} с единицей м, то есть кинематическая величина (потому и называют ЛТ-систему кинематической). А вместо разности гравитационных потенциалов $\Delta \varphi$ из уравнения (3) применяется сила \mathbf{F} , что приводит к уравнению:

$$D\mathbf{r} + R_m (d\mathbf{r}/dt) + m(d^2\mathbf{r}/dt^2) = D\mathbf{r} + R_m\mathbf{v} + m\mathbf{a} = \mathbf{F} \quad (5)$$

где D – жесткость, R_m – коэффициент сопротивления, а m называют инертной массой.

Если бы в механике ΔU из уравнения (3) было бы разностью гравитационных потенциалов $\Delta \varphi_g$, то уравнение (3) описывало бы динамику тела с переменной гравитационной массой и выглядело бы так:

$$D_g \Delta m + R_g (dm/dt) + I (d^2m/dt^2) = \Delta \varphi_g \quad (6)$$

где I – инертность тела (аналог индуктивности L), не равная гравитационной массе m . Так мы приходим к выводу, что коэффициент a_2 из уравнения (3) стал в механике в уравнении (5) инертной массой m только потому, что разность гравитационных потенциалов $\Delta\phi_g$ оказалась замененной силой \mathbf{F} . Идентичность обозначения масс привела к искусственному приравнению коэффициента a_2 гравитационной массе.

Отсюда и идет вся терминологическая и метрологическая путаница.

Заметим попутно, что второй закон Ньютона $m\mathbf{a} = \mathbf{F}$ нельзя называть уравнением динамики, так как это лишь частный случай уравнения (5), третье слагаемое в левой части уравнения при пренебрежении первыми двумя, учитывающими деформацию и трение.

Общие выводы

1. Пока трудно сделать однозначный вывод о том, полезна или вредна ЛТ-система размерностей. Приведенный выше анализ показывает, что появление этой системы стимулировало поиск методов систематизации ФВ и привело к появлению методик, позволяющих систематизировать физические закономерности и прогнозировать новые закономерности. В то же время выясняется, что геометризация расположения ФВ не требует обязательного применения именно ЛТ-системы.

2. Применение ЛТ-системы может быть оправдано при признании релевантности принципа эквивалентности гравитационной и инертной масс. Однако существуют серьезные доводы в пользу того, что инертная масса – понятие фиктивное. Если принять эти доводы, то ЛТ-система перестает быть релевантной.

3. Гипотеза Р. ди Бартини о равенстве размерностей электрического и гравитационного зарядов (но не численных значений их единиц) согласуется с предложениями ряда ученых считать гравитационное поле частным случаем электромагнитного поля и проявляется в аналогии законов Ньютона и Кулона.

4. Систематизация ФВ возможна только на базе определяющих уравнений ФВ (уравнений связи). Применение при этом той или иной системы размерностей не является основополагающим. Придание размерностям и единицам ФВ системообразующей роли неприемлемо в принципе.

Литература

1. Чертов А.Г., Физические величины. – М.: Высшая школа, 1990, 336 с.
2. Власов А.Д., Мурин Б.П., Единицы физических величин в науке и технике. – М., Энергоатомиздат, 1990, 176 с.

3. Трунов Г.М., Уравнения электромагнетизма и системы единиц электрических и магнитных величин. – Пермь, ПГТУ, 2006, 130 с.
4. Коган И.Ш., Основы техники. Киров, КГПИ, 1993, 231 с.
5. Коган И.Ш., О возможном принципе систематизации физических величин. // Законодательная и прикладная метрология, 1998, **5**, с.с. 30-43.
6. Коган И.Ш., Обобщение и систематизация физических величин и понятий. – *Хайфа*, Изд. Рассвет, 2006, 207 с., см. также Физические величины (Обобщение и систематизация). <http://physicalsystems.narod.ru>.
7. ди Бартини, Р. О., Некоторые соотношения между физическими константами. – Доклады АН СССР, 1965, т. **163**, № **4**, с.с.861-864. Соотношение между физическими величинами. Сб. “Проблемы теории гравитации и элементарных частиц“, вып.1, М.:Атомиздат. 1966, с.с.249-266
8. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах, – М.: Физматлит, 2006, 368 с.
9. Коган И.Ш. Размерность и единица статического заряда физического поля. 2008, <http://physicalsystems.narod.ru/index07.04.9.0.1.html>
10. Ерохин В. В., Абсолютная система физических единиц. 1995, <http://www.sciteclibrary.ru/texsts/rus/stat/st2439.pdf>
11. Чуев А.С., О существующих и теоретически возможных силовых законах, обнаруживаемых в системе физических величин. – 2003, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/5811.html>, а также Естественная кинематическая система размерностей. <http://www.chuev.narod.ru>
12. Смирнов Г. Числа, которые преобразили мир, 1999, <http://n-t.ru/tp/iz/chm.htm>
13. Новицкий В. «Камень преткновения» в физике, 1999, <http://n-t.ru/tp/iz/kp.htm>
14. Конторов Д.С., Михайлов Н.В., Саврасов Ю.С., 1999, Основы физической экономики. (Физические аналогии и модели в экономике.) – М.: Радио и связь, 184 с.
15. Васильев В.Я., Периодическая система физики и биологическая картина мира. – Десногорск, Изд. ООО “Газета Авось-ка“, 2004, 140 с.
16. Чуев А.С. Система физических величин и закономерных размерностных взаимосвязей между ними.// Законодательная и прикладная метрология, 2007, **3** - С.30-33, а также <http://www.chuev.narod.ru>.
17. Удальцов В.Б., Матрица – ключ к физике будущего. 2009, <http://allalternativeenergy.com/ru/matrica-klyuch-k-fizike-budushchego>
18. Викулин В., Система физических величин в размерности LT без подгоночных коэффициентов. 2011, http://nfp-team.narod.ru/LT5_norm1.pdf

19. Плотников Н.А., Система физических величин. – Вологда, Областной Совет ВОИР, 1978, 34 с., см. также <http://plotnikovna.narod.ru>
20. Olson H.F., Dynamical analogies. – New York, D. Van Nostrand Co. 1943, (Русский перевод: Ольсон Г., 1947, Динамические аналогии. – М.: ИЛ.)
21. ди Бартини Р.О., Кузнецов П.Г., О множественности геометрий и множественности физик. – Свердловск, Уральский научный центр АН СССР, Сб.: “Проблемы и особенности современной научной методологии“, 1978, с. 55-65, см. также <http://pobisk-memory.narod.ru>
22. Коган И.Ш., Система физических величин Р. О. ди Бартини. 2008, <http://physicalsystems.narod.ru/index02.10.html>
23. Вейник А.И., Термодинамика. 3-е изд. – Минск, Высшая школа, 1968, 464 с.
24. Эткин В.А., Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). – СПб.: Наука, 2008, 409 с.
25. Коган И.Ш., Число структурных элементов как основная физическая величина. – “Мир измерений”, 2011, **8**, с.с. 46-50.
26. Коган И.Ш., Угол поворота – основная физическая величина. //Законодательная и прикладная метрология. – 2011, **6**, с.с. 55-66.
27. Коган И.Ш., Природа размерности и классификация физических величин. // Законодательная и прикладная метрология. – 2011, **4**, с.с. 40-50.
28. Коган И.Ш., Противоестественны ли дробные степени в показателях размерности? 2009, <http://physicalsystems.narod.ru/index07.04.9.0.1.html>
29. Зайцев О.В., Принцип эквивалентности и законы сохранения. – 2002, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/2910.html>
30. Бондаренко О.Я., Кадыров С.К., Сравнительная характеристика некоторых положений традиционной физики и альтернативной физики. 2000, Сб. “Другая физика”, - <http://www.newphysics.h1.ru>
31. Репченко О. Н. , Полевая физика или Как устроен мир? Изд. 2-е – М.: Галерея, 2008, 320 с., также Сущность Полевой физики. – 2006, <http://www.fieldphysics.ru>
32. Rimsha L., Rimsha V., О наблюдаемом нарушении принципа эквивалентности Эйнштейна. – 2003, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/6432.html>
33. Трунов Г.М. К вопросу о равенстве инертной и гравитационной масс макроскопического тела. // Законодательная и прикладная метрология. – 2004, **2**. с.с. 60-61.