

## Система величин на основе длины $L$ и времени $T$ : pro at contra

### 1. О роли размерности при систематизации физических величин (ФВ)

В анализируемых в данной статье первоисточниках размерностям ФВ часто придается не свойственное им значение. Вот 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“. Однако [2] “размерность, будучи качественной характеристикой ФВ, несомненно, не является полной и исчерпывающей, а лишь условной ее характеристикой“. Это замечание очень важно, ибо, как будет показано ниже, некоторые ученые по размерности конкретной ФВ определяют ее место в системе величин. Учет размерностей помогает решать проблему систематизации ФВ, но решить ее только с помощью размерностей *невозможно*.

Идентичность размерностей двух разных по природе ФВ 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. В системах единиц это допустимо, потому что выбор основных единиц в них условен. А системы ФВ, в которых это допускается, нельзя считать физически корректными, потому что при их систематизации выбор основных величин не должен быть условным.

### 2. Какие системы величин известны.

Системы величин и системы единиц – понятия не идентичные. Когда в 1832 г. К.Гаусс предложил свою систему единиц, то ее *основными единицами* были единицы массы, длины и времени. 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 системе величин  $MLT$ , где  $M$ ,  $L$  и  $T$  – размерности массы, длины и времени. Подробно история развития систем единиц описана в монографии [2].

Система величин  $MLT$  существовала примерно полвека, но многих в ней не устраивало наличие дробных показателей степеней у размерностей и единиц. Начиная с 1889 г. в системы единиц стали добавлять основную единицу электромагнитной величины. В 1935 г. была создана система единиц МКСА, в которую была введена в качестве основной величины сила тока с размерностью  $I$ , и система величин  $MLT$  стала системой  $MLTI$ . Существовавшая с 1948 г. система единиц СИ отличается от МКСА введением дополнительных трех основных единиц: Кельвин, моль и кандела. В механике и электромагнетизме продолжает использоваться система величин  $MLTI$ , причем для некоторых электромагнитных величин используется система  $LTI$ .

В 1993 г. предложена система величин  $ELTI$  [3], в которой  $E$  – символ размерности работы силы, который затем в статье [4] стал символом энергии. С 2006 г. [5] система пополнилась еще двумя основными ФВ – углом поворота и числом структурных элементов – с символами размерностей  $A$  и  $N$ . А вместо силы тока в нее был введен электрический заряд с размерностью  $Q = E^{1/2}L^{1/2}N^{-1}$ , и система величин стала уже соответствовать системе  $ELANTQ$ . В 2010 г. предложена также [6] система величин  $ELT$  в двух вариантах: в виде системы  $EL$  и системы  $ET$ .

Согласно предложению, утвержденному на Генеральной конференции по мерам и весам 23.10.2011, решено подготовить к переопределению к 2014 г. единицы килограмм, Ампер, Кельвин и моль. Единицу массы решено переопределить по постоянной Планка, единицу силы тока – по элементарному электрическому заряду, единицу Кельвин – по

постоянной Больцмана, а единицу моль – по постоянной Авогадро. Постоянные Планка и Больцмана содержат единицу энергии, постоянная Авогадро содержит число структурных элементов. Значит, фактически механика и электромагнетизм будут пользоваться системой величин ELNTQ, поскольку масса станет производной от энергии величиной, а количество вещества станет величиной, производной от числа структурных элементов. Дискуссия по поводу необходимости дополнительного включения в качестве основной ФВ угла поворота с размерностью А продолжается.

### 3. Что лежит в основе системы величин LT?

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  $\text{м}^3/\text{с}^2$ .

Систему величин LT 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, введенные Р.О. ди Бартини в своих статьях.

#### 3.1. 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».

#### 3.2. Предложено считать размерности любого заряда одинаковыми.

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

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

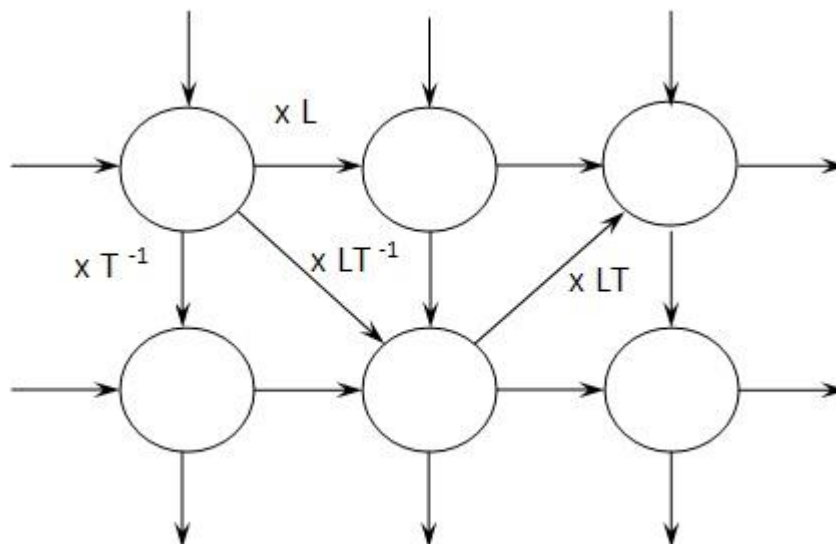
В статьях [6,9] показано, что при систематизации ФВ идея равенства размерностей зарядов оправдывается, имеются возражения лишь относительно их равенства  $\text{L}^3\text{T}^{-2}$ , хотя последнего придерживаются все сторонники LT-системы [10-18], кроме автора [11]. Единицей заряда в [9] является  $\text{Дж}^{1/2} \cdot \text{м}^{1/2}/\text{шт}$ , только с разными численными значениями для килограмма и Кулона. Из статей [16,17,18] следует, что  $1 \text{ кг} = 8,617 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}$ .

#### 3.3. Составлена геометрическая схема системы величин.

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

Р. ди Бартини [7] построил таблицу, в которой ФВ, имеющие в системе LT размерности от  $L^{-3}$  до  $L^6$  и от  $T^{-6}$  до  $T^3$ , расположены в ячейках в соответствии с показателями степени. Позднее эта таблица была усовершенствована в статье [21]. Вследствие красивой формы, наглядности и внешней простоты таблица привлекла к себе пристальное внимание [11-18]. Ее подробный анализ 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. При переходе по диагоналям размерность ФВ изменяется с помощью размерности скорости.



#### 3.4. Указана возможность систематизации физических закономерностей.

В работе [21] указана возможность систематизации физических закономерностей с помощью таблицы LT-системы, в частности, указана возможность систематизации законов сохранения. На это обращают также внимание авторы [11,12,16,17] и предлагают свои методики систематизации, каждая из которых заслуживает изучения. Авторы 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“. Об обязательном применении LT-системы здесь не говорится.

#### 4. Некоторые особенности системы величин LT.

##### 4.1. Возврат к простым единицам электромагнитных величин.

В LT-системе [7,10-12,15-17] единицы сопротивления (с/м), ёмкости (м) и индуктивности (с<sup>2</sup>/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.

#### **4.2. Упразднение некоторых фундаментальных физических констант.**

В ЛТ-системе отсутствуют так называемые электрическая и магнитная постоянные  $\varepsilon_0$  и  $\mu_0$ . Но они и ранее в семействе систем единиц СГС [2] приравнивались 1 и  $1/c^2$ , приравнены они им и сейчас в [5]. Коэффициенты  $\varepsilon_0$  и  $\mu_0$  введены лишь в систему единиц МКСА и затем в СИ в качестве размерных коэффициентов в законы Кулона и Ампера. Размерным коэффициентом, в принципе, является и гравитационная постоянная.

#### **4.3. Отсутствие дробных степеней в показателях размерностей.**

Дробные степени в показателях отсутствуют в любых системах величин и системах единиц, в перечень основных величин которых условно включена ФВ, в размерности которой содержится размерность электрического заряда.

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.

#### **4. 4. 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 масс не упоминается вообще. Но именно на этот принцип ссылаются все сторонники ЛТ-системы в качестве доказательства справедливости этой системы величин. Автор [10] выводит ЛТ-систему только на основании этого принципа. В статье [17] этот принцип не упоминается, но выводы базируются на приравнивании напряженности гравитационного поля ускорению свободного падения, хотя и это равенство тоже основано на том же принципе.

Заметим, все четыре перечисленные особенности ЛТ-системы не являются привилегией только этой системы величин.

#### **5. Спорные моменты в работах сторонников системы величин ЛТ.**

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

##### **5.1. 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 слово “величин“ должно быть заменено словом “единиц“. В цитате из [18]: “В современной физике используется несколько систем физических величин, а также различные внесистемные единицы измерения“, 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. Применяемый в работах [6,7,11,16] термин “система размерностей“ в современной метрологии отсутствует, вместо него применяют термин “система величин“.

В статье [10] в названии ЛТ-системы появился термин “абсолютная система единиц“, который применялся ранее к системам МЛТ, 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 переименована в МС-систему единиц (от первых букв единиц метр и секунда).

## 5.2. Фетишизация роли размерностей и единиц.

В работах сторонников ЛТ-системы постулируется тезис о том, что ценные для науки результаты может дать анализ таких понятий, какими являются размерности и единицы. Что касается единиц, то они вообще принимаются произвольно, большинством голосов. Размерности же вытекают из определяющих уравнений, но не учитывают возможное наличие в этих уравнениях критериев подобия и численных коэффициентов.

Тем не менее, 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". А автор [13] пишет: "Путь к сокращению числа первичных физических сущностей пролегает через методологию выбора основных единиц измерения".

У сторонников ЛТ-систем размерность превращается в ключ для разгадки проблемы систематизации ФВ. Это приводит к тому, что в одну и ту же ячейку помещаются ФВ разной природы, в ячейках появляются редко применяемые ФВ, а некоторые ФВ вводятся вообще заново, тогда как ряд популярных ФВ в таблицах отсутствует. Но физическое содержание ФВ относится к ней самой, а не к ее размерности или к ее единице.

## 5.3. Сравнение таблиц ЛТ-системы с Периодической системой Д.И. Менделеева.

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».

Периодический закон Д.И.Менделеева – это закон, устанавливающий периодическое изменение свойств химических элементов в зависимости от увеличения зарядов ядер их атомов. Но Р. ди Баргини в таблице своей ЛТ-системы ни на какую периодичность не указывает. В его системе 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 таблицах ЛТ-системы.

## 5.4. 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 разная физическая природа величин, помещаемых в одну и ту же ячейку таблицы ЛТ-системы [21], не смущает. 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  $L^5T^{-4}$  помещена 31 величина. Ячейка безразмерных величин ( $L^0T^0$ ) содержит 70 величин (?!).

## 5.5. Отрицание других основных величин, кроме длины и времени.

Автор [10] пишет, что "размерность всех без исключения физических величин должна выражаться через L и T" и что это является отражением реальности. Почти все сторонники ЛТ-системы солидарны с этим, все они ссылаются на законы Кеплера, не замечая, что в уравнениях законов Кеплера присутствуют только кинематические величины, то есть, при формулировке этих законов нет необходимости в применении 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  $\text{м}/\text{с}^2$ . По ускорению свободного падения, являющемуся напряженностью гравитационного поля Земли, они бы определили гравитационную массу Земли в  $\text{м}^3/\text{с}^2$ . И никаких других единиц, кроме метра и секунды, им бы не понадобилось. Порывшись в земных библиотеках, инопланетяне обнаружили бы фундаментальную константу, включающую  $\text{м}^3/\text{с}^2$ , ею оказалась бы постоянная Кавендиша, равная  $6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$  (то есть гравитационная постоянная). И порекомендовали бы землянам использовать соотношение  $1 \text{ кг} = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{с}^2$ .

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 гравитационную массу Земли им пришлось бы рассчитать по ускорению свободного падения, используя равенство этого ускорения напряженности гравитационного поля Земли, что, в свою очередь, требует признания релевантности принципа эквивалентности масс. Согласны ли с этим принципом инопланетяне, мы не знаем.

## **6. Предпринимаемые модификации системы величин ЛТ.**

### **6.1. Замена оси длин на ось скоростей.**

Автор [15] представил модификацию ЛТ-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. Говоря о 64-х ячейках таблицы, автор сравнивает это с 64 полями на шахматной доске и с 64 единицами генетического кода, делая при этом вывод о том, что ЛТ-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.

### **6.2. Привязка ЛТ-системы к вращательному движению.**

Автор [17] представляет модификацию таблицы ЛТ-системы, в которой на ось абсцисс ставится радиус вращения  $R$  с размерностью  $L$ . А на оси ординат таблицы кроме размерности  $T$  появляется множитель  $2\pi$ , возведенный в разные степени. Интересно, что единицы ёмкости, сопротивления и индуктивности в статье [17] совпали бы с единицами этих величин в работе [5], если множитель  $2\pi$  заменить числом структурных элементов.

Представление вращательного движения основным движением материи совпадает с мнением, приведенным в статье [27], но размерность радиуса вращения в статье [27] равна  $LA^{-1}$ , где  $A$  – размерность угла поворота.

### **6.3. Особенность геометризации ФВ у 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. Особенность получения размерности ФВ в каждой ячейке показана на рисунке.

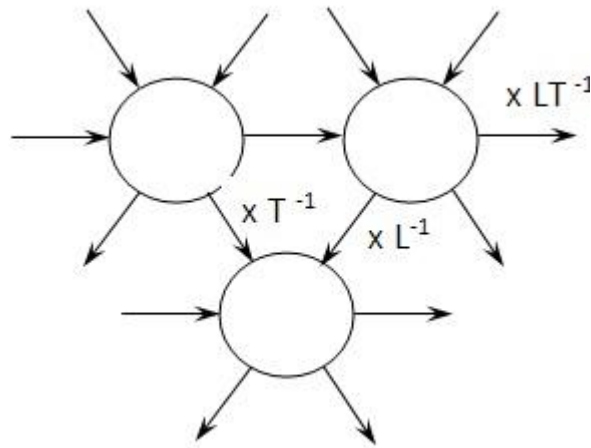


Схема А.Чуева инвариантна относительно выбранной системы величин: LT- или MLT-системы. Хотя самим автором [11] выбор делается чаще всего в пользу LT-системы. В ячейку массы помещена гравитационная масса.

Существенным отличием схемы А.Чуева от таблицы Р. ди Бартини [21] являются различные размерности для гравитационной массы ( $L^3T^{-2}$ ) и для электрического заряда ( $L^3T^{-1}$ ), что вызывает критику со стороны других сторонников LT-системы.

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

То, что систематизация ФВ с помощью схемы А.Чуева, в которой не выполняется равенство (1), дает эффект, аналогичный тому эффекту, который получается в схемах, где выполняется равенство (1), лишний раз показывает, что суть систематизации ФВ кроется в их геометризации, а не в применении LT-системы.

## 7. Недостатки систем величин LT.

### 7.1. 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. Количественной мерой материи является энергия, поэтому материю нельзя описать только двумя ФВ с размерностями L и T без, по крайней мере, еще одной ФВ, связанной с энергией. Пространство и время [27] являются сущностями, вторичными по отношению к материи. Отрицание этого равносильно отрицанию причинно-следственной связи между материей и пространством и временем.

Применение термина “кинематическая“ к обобщенной системе ФВ настораживает, так как невозможно рассматривать движение без учета причин, его вызывающих, и без учета его последствий в виде деформации и потерь на трение. Чтобы система была динамической, необходима наличие в ней хотя бы одной основной ФВ, отражающей свойства материи. В СГС и СИ – это масса. У А.Вейника [23] и его последователей [5,24], у других ученых [6,8] вместо массы в качестве основной ФВ присутствует энергия и основным уравнением является закон сохранения энергии.

На наш взгляд, отсутствие в LT-системе динамической величины в качестве основной лишает LT-систему возможности быть рассмотренной в рамках материализма. Пространство и время “обслуживают“ материю [27], и если не ввести в систему величин или систему единиц хотя бы одну материальную величину с размерностью динамической величины, то применять только размерности пространства и времени нет смысла.

Анализ движения, включающего вращение и периодические процессы, не может привести к всеобъемлющим результатам без включения в перечень основных ФВ таких величин, как угол поворота и число структурных элементов. В таблице Р.ди Бартини этих ФВ нет. В СИ единица для угла поворота имеется, так как угол поворота [26] – не геометрическая величина (не плоский угол), а такая же координата состояния, как линейное перемещение. Применение же числа структурных элементов [25] наводит порядок в молекулярной и квантовой физике, в периодических процессах.

## 7.2. Нерелевантность ссылки на принцип эквивалентности масс

Главное доказательство справедливости ЛТ-системы базируется у ее сторонников на принципе эквивалентности гравитационной и инертной масс, принимаемой за равенство.

Однако 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  $\varphi$  – 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. На микроскопическом и субмикроскопическом уровнях требуется свое 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 [32] сообщается об экспериментально наблюдаемом нарушении принципа эквивалентности масс. В [33] сказано: “Для всех объектов на Земле создается видимость равенства инертной и гравитационной масс. Это происходит благодаря тому, что инертные массы таких объектов определяются взаимодействием с гравитационным полем Вселенной, а величина этого взаимодействия - гравитационной массой данного объекта... Внесение любого дополнительного взаимодействия, например электрического, которое добавляет к инертной массе тела негравитационную компоненту, разрушает равенство и даже пропорциональность между массами“.

А существует ли вообще инертная масса? В Физической энциклопедии, например, подчеркнута, что “речь идет не о равенстве двух различных масс, а об одной и той же физической величине – массе, определяющей различные явления“. Автор [34] доказывает с помощью мысленного эксперимента, 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 погрешности этих опытов, которая снижена уже до  $10^{-12}$ , то это просто погрешность экспериментальной установки.



### 7.3. 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 в СИ отсутствует единица энергии Дж? В гравитационном вихревом поля, аналогичном магнитному полю в электромагнетизме, единицей напряженности после расчетов становится  $c^{-1}$ . Но в этой единице отсутствует даже единица длины, хотя такое поле существует в пространстве.

Единицу массы кг в СИ определяют пока расчетным путем с учетом ускорения свободного падения в той точке гравитационного поля, где расположен прототип килограмма. Следовательно, единица кг является единицей гравитационной массы, да и сама единица кг была введена первоначально как единица веса. Сейчас ее предложено переопределить, но в метрологии пока не уточняется, единицей какой массы является кг.

### 7.4. Истоки недостатков системы величин ЛТ.

Анализ обобщенного уравнения динамики физической системы, приведенного в статье [35], указывает на истоки недостатков ЛТ-системы. Запишем это уравнение:

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

В уравнении (3)  $a_0, a_1, a_2 \dots a_i$  – конструктивные параметры системы,  $\Delta q$  – приращение координаты состояния системы,  $dq/dt, d^2q/dt^2, \dots$  – его производные по времени,  $\Delta U$  – воздействие на систему (включая изменение разности потенциалов силового поля). Уравнение (3) в современной физике обычно ограничивается тремя слагаемыми в левой части.

В электродинамике уравнение (3) принимает хорошо знакомый вид уравнения вынужденных электрических колебаний:

$$q/C + R (dq/dt) + L (d^2q/dt^2) = q/C + RI + L (dI/dt) = U \quad (4)$$

где  $q$  – электрический заряд,  $U$  – переменное напряжение (или разность электрических потенциалов  $\Delta U$ ),  $C$  – ёмкость,  $R$  – омическое сопротивление,  $L$  – индуктивность,  $I$  – электрический ток. В системе величин ЛТ и в системе единиц СГСЭ единицы сопротивления (с/м), ёмкости (м) и индуктивности (с<sup>2</sup>/м). В СИ эти единицы –  $m^2kg/(c^3A^2)$ ,  $c^4A^2/(m^2kg)$  и  $m^2kg/(c^2A^2)$  – произносить тяжело. Их проще называть ом, фарада и генри.

Если бы в электродинамике применили идею принципа эквивалентности масс, то это соответствовало бы принципу эквивалентности электрического заряда  $q$  и индуктивности  $L$ . Но размерности у электрического заряда  $q$  и индуктивности  $L$  разные, так что никакой эквивалентности нет.

В механике в роли заряда из уравнения (3) оказывается не гравитационный заряд  $m$  с единицей кг, а его перемещение  $x$  с единицей м, а это кинематическая величина (потому и называют ЛТ-систему кинематической). В роли разности потенциалов из уравнения (3) применяется не разность гравитационных потенциалов, а сила  $F$ , что приводит к уравнению вынужденных механических колебаний:

$$kx + r (dx/dt) + m(d^2x/dt^2) = F \quad (5)$$

где  $k$  – жесткость,  $r$  – коэффициент сопротивления, а коэффициент при третьем слагаемом обозначают тем же символом  $m$ , что и гравитационную массу, но называют при этом инертной массой.

Если бы в механике в правой части уравнения (5) была бы разность гравитационных потенциалов  $\Delta\varphi_g$ , как это следует из уравнения (3), то уравнение (5) описывало бы динамику тела с переменной гравитационной массой и выглядело бы так:

$$k_g m + r_g (dm/dt) + I (d^2 m/dt^2) = \Delta \varphi_g, \quad (6)$$

где  $I$  – инертность тела (аналог индуктивности  $L$  из уравнения (4) в электродинамике). Ясно, что в уравнении (6) инертность  $I$  – это совсем не то же самое, что инертная масса.

Так мы приходим к выводу, что коэффициент  $a_2$  из уравнения (3) в механике лишь при применении перемещения в качестве координаты состояния стал в уравнении (5) инертной массой, разность гравитационных потенциалов  $\Delta \varphi_g$  стала силой  $F$ , а координата состояния – гравитационный заряд  $m$  (динамическая величина) – стала перемещением заряда  $x$  (кинематической величиной). Ко всему, идентичность обозначения гравитационной и инертной масс только вводит в заблуждение.

Отсюда и идет вся терминологическая и метрологическая путаница.

## 8. Выводы из анализа первоисточников

1. Расположение ФВ в таблицы, каждая из ячеек которых отличается от соседней тем, что размерность ФВ умножается или делится на размерность длины или времени, является одним из способов систематизации ФВ. Этот способ можно назвать **геометризацией ФВ**.

2. Геометризация ФВ дает полезный эффект при систематизации физических закономерностей и при поиске или прогнозировании новых закономерностей.

3. Геометризация ФВ не зависит от того, в какой системе величин помещаются ФВ в таблицы: MLT, ELT или LT, то есть не требует обязательного применения именно LT-системы. Размерности ФВ играют лишь вспомогательную роль при геометризации ФВ.

4. Гипотеза Р.О. 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, что и проявляется в аналогии записи законов Ньютона и Кулона.

5. Расчет значений фундаментальных физических констант на основании теории Р.О. ди Бартини считается методологически неверным.

6. Применение LT-системы может быть оправдано лишь в том случае, если считать релевантным принцип эквивалентности гравитационной и инертной масс. Однако существуют серьезные доводы в пользу того, что понятие “инертная масса“ в физике излишнее. Если принять эти доводы, то LT-система не сможет считаться релевантной.

7. По-видимому, проблему геометризации ФВ и проблему применения LT-системы следует рассматривать раздельно и по каждой проблеме делать собственные выводы. Делать какие-либо практические выводы в части использования LT-системы в метрологии рано, трудно представить себе процесс измерения всех ФВ с помощью только метра и секунды.

## 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. Коган И.Ш., Основы техники. *Киров, КГПИ*, – 1993, 231 с.
4. Коган И.Ш., О возможном принципе систематизации физических величин. – “Законодательная и прикладная метрология”, – 1998, **5**, с.с. 30-43.
5. 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>.
6. Сокотущенко В. Н., Структурно-энергетическая система размерностей «SE». Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление», – 2010, том 6, №3 (8), [http://rupravlenie.ru/wp-content/uploads/2010/11/4\\_Sistema-razmernostei.pdf](http://rupravlenie.ru/wp-content/uploads/2010/11/4_Sistema-razmernostei.pdf)

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://vev50.narod.ru/LT.html>
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., Основы физической экономики. (Физические аналогии и модели в экономике.) – М.: Радио и связь, – 1999, 184 с.
15. Васильев В.Я., Периодическая система физики и биологическая картина мира. – Десногорск, Изд. ООО “Газета Авоось-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. Уральцев 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](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, а 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. Киреев В.Ю., Сосновцев В.В., Недзвецкий В.С., Врублевский Э.М., Философские, физические и химические аспекты объектов и методов нанотехнологий. – М.: Information and Innovations. Quarterly International Journal, ICSTI, – 2010, 90 с.
34. Трунов Г.М. К вопросу о равенстве инертной и гравитационной масс макроскопического тела. “Законодательная и прикладная метрология“ –2004, 2. с.с.60-61.
35. Коган И.Ш. Обобщенное уравнение динамики системы. – 2008, <http://physicalsystems.narod.ru/index03.1.08.html>