

УДК 53.081; 53.02

О СИСТЕМЕ СИ И ДРУГИХ ВОЗМОЖНЫХ СИСТЕМАХ ЕДИНИЦ С
ПОЗИЦИИ ОБЩЕЙ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И
ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

А.С. Чуев

*Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана
Россия, г. Москва, e-mail: chuev@mail.ru*

Аннотация

С позиции общего строения системы физических величин и закономерностей (ФВиЗ) анализируются возможные конкретные варианты системного представления, опирающиеся на тот или иной вариант системы единиц физических величин. Все возможные варианты системы ФВиЗ с использованием в них массы, длины, времени и одной из электромагнитных величин, включая существующую систему СИ, являются равноправными. Поэтому изменять систему единиц СИ, уповая на ее улучшение с физической точки зрения, никаких оснований нет.

Ключевые слова: системы единиц, СИ, СГС, система физических величин, система закономерностей, архитектура систем.

Regarding SI and other possible systems of units from the standpoint of the general system of physical quantities and laws

Abstract

From the viewpoint of the general structure of the system of physical quantities and laws (PQ&L) possible concrete examples of systematical presentation, which are based on one or the other variation of a system of units of physical quantities, are analyzed. All possible variations of the system of PQ&L with mass, length, time and one of the electromagnetic quantities including existing SI are equivalent. Thus changing SI hoping to improve it from the physical standpoint is unjustified.

Keywords: systems of units, SI, CGS, a system of physical quantities, a system of laws, architecture of systems.

Многими физиками и метрологами не прекращаются поиски и «открытия» новых 4-х размерных систем единиц, которые якобы значительно лучше и объективнее системы СИ. В этом направлении известны работы Ацюковского В.А., Руднева А.Д., Воронкова С.С. и дру-

гих. Постановка и рассмотрение таких вопросов иногда выносятся даже на международный уровень, что отражено в работах Трунова Г.М. [1, 2].

В настоящей работе с позиции общего системно-размерностного метода построения систем физических величин и закономерностей (ФВиЗ), положенного в основу авторского варианта системы [3, 4], показывается бесполезность и никчемность обозначенных нападков на систему СИ. Используемый метод хорош тем, что позволяет на базе той или иной системы единиц не только представлять имеющуюся совокупность физических величин (ФВ) в виде целостного образования, но и обнаруживать и наглядно иллюстрировать присущие такому представлению структурность строения и закономерные взаимосвязи величин. Показывается, что система СИ ничем не хуже других возможных 4-х размерных (в области электромагнетизма) систем единиц, а ввиду ее международного признания и повсеместного использования, она является самой подходящей на данный момент. Как говорится «лучшее – враг хорошего» и «от добра - добра не ищут».

По архитектуре строения система ФВиЗ представляет собой LT – размерностное основание, включающее в себя базовый системный уровень из кинематических (LT) величин. Этот же базовый уровень неявно содержит и остальные величины в их LT – размерностном выражении, однако в системе ФВиЗ они представляются расположенными (строго над своими системными LT – элементами) на определенных системных уровнях.

Физические величины каждого системного уровня, получая размерностное выражение в привычной для всех системе СИ, отличаются по размерности от своего неявного LT – представления на одинаковый размерностный множитель. Этот множитель или размерностный коэффициент представляет собой по размерности *гравитационную постоянную* G и (для авторской системы) размерностное соотношение *массы и силы тока* $k = MI$, присутствующих с тем или иным степенным показателем.

Архитектурное (объемное) изображение строения многоуровневой системы ФВиЗ и ее планарное (в одной плоскости) изображение, в виде набора отдельных системных уровней, приведены на рис. 1. Системные уровни обозначены своими размерностными коэффициентами, содержащими составляющие G и k со своими степенными показателями.

Планарное изображение системы по рис. 1б, утратив выразительность представления многослойности, имеет преимущество в наглядности показа существующих в системе закономерных взаимосвязей ФВ по правилу «выделенного параллелограмма» или «выделенной линии» [5, 6].

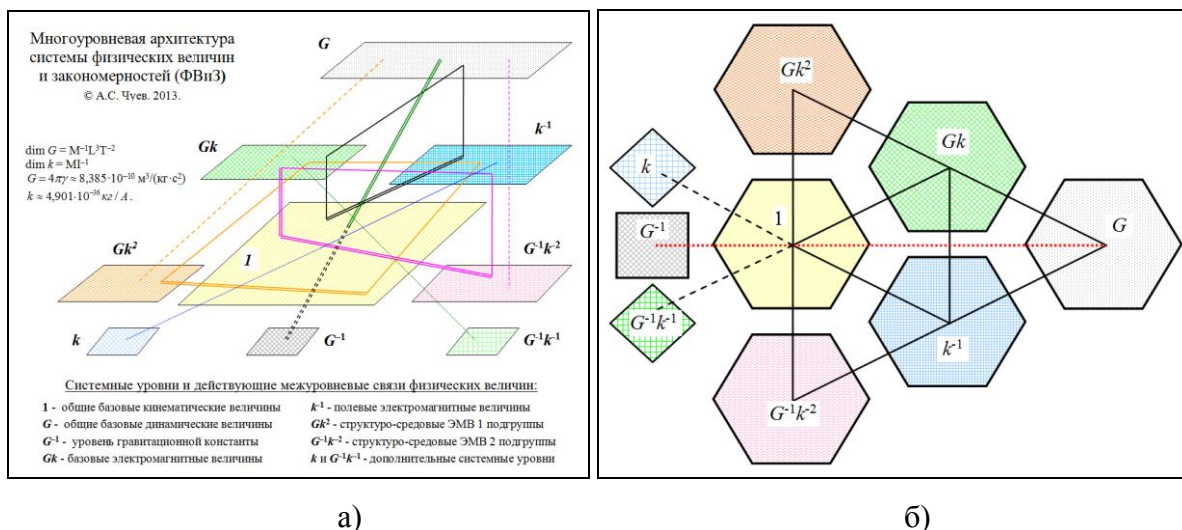


Рис. 1. Объемное и планарное изображения системных уровней ФВ

а) объемное изображение строения многоуровневой системы ФВиЗ;

б) планарное изображение строения многоуровневой системы ФВиЗ.

Следует отметить универсальность схем, представленных на рис. 1. Они соответствуют практически любым возможным 4-х размерным системам единиц, в которых основными ФВ принимаются *масса, длина, время* и одна из электромагнитных величин. При этом в каждом из возможных вариантов представления размерность и значение коэффициента k будет своим и особенным по его физическому смыслу.

Отметим, что приводимые на рис. 1 схемы слишком общие, напрямую их в практической или учебной деятельности не используют. Практическое применение в учебной деятельности находят планарные изображения системы по типу, представленному на рис. 2. Это авторский вариант системы ФВиЗ, он характеризуется размещением *массы* и *силы тока* в одной системной ячейке с кинематической размерностью L^3T^{-2} . Краткое обоснование такого размещения будет дано чуть ниже.

Поскольку большинство предложений по «модернизации» системы СИ касаются смены основной электромагнитной величины (взамен *силы тока*), то рассмотрим - к чему это ведет в плане практического исполнения и пользования системой ФВиЗ.

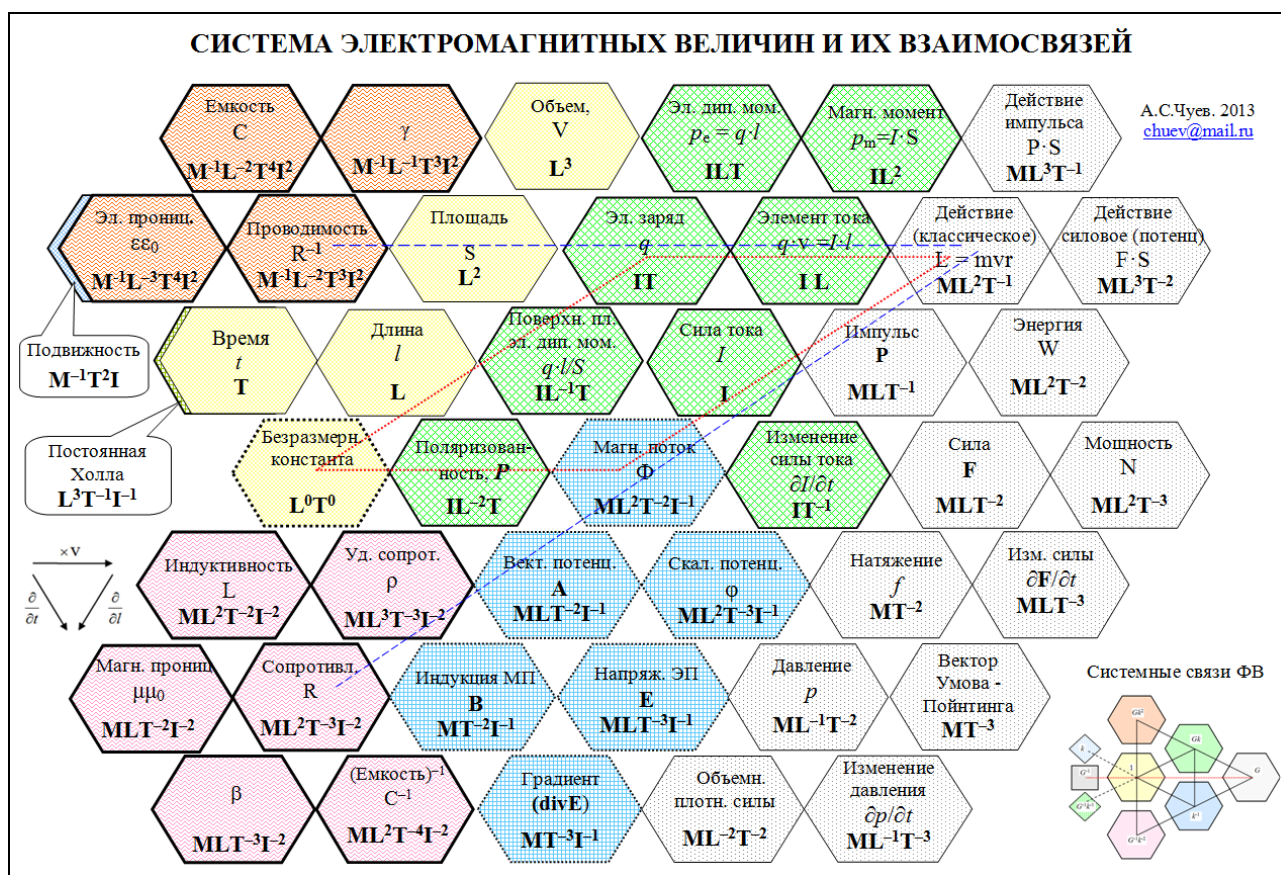


Рис. 2. Авторский вариант системы ФВиЗ в планарном исполнении с визуализацией преимущественно электромагнитных величин и их системных связей

Отметим сразу, что место размещения в системе ФВиЗ электромагнитных величин совсем не однозначно и строго не регламентировано, хотя какой-то скрытый физический смысл такого размещения вероятно должен быть. Вот на этот смысл или на его обнаружение и нацелены большинство предложений по модернизации системы СИ.

Вначале обозначим и обоснуем смысл авторского варианта системы ФВиЗ, где *масса* имеет смысл *силы электрического тока*, а *электрический заряд* в LT – размерностном выражении представляется в виде непрерывного изменения во времени или частотных пульсаций *пространственного объема* ($\dim Q = L^3T^{-1}$).

В подтверждение удачности и эффективности авторского выбора местоположения *электрического заряда* в системе ФВиЗ можно привести следующее. Наблюдаемый рост пространства Вселенной – почти эмпирический факт. Вполне возможно, что положительный и отрицательный электрические заряды микрочастиц выражают их особенную встроенность в этот процесс. Системное совпадение местоположения *массы* и *силы тока*, обусловленное этим выбором, тоже находит свое подтверждение. Известно, что магнетон Бора и ядерный магнетон, представляющие собой ФВ *магнитный момент*, соотносятся друг с другом так же, как и *массы* электрона и протона, то есть разнятся в 1836 раз. Это, по мнению

автора, однозначно указывают если не на идентичность, то на тесную взаимосвязь того, что мы называем *массой* и того, что мы называем *силой тока*.

Дополнительно можно привести следующий довод. Если выразить все ФВ через *длину* и *время*, а единицами их измерения взять величины, близкие к планковским, при которых *скорость* света и *заряд* электрона становятся единичными [4], то наиболее известные силовые взаимодействия станут выглядеть так, как они представлены в таблице 1.

Таблица 1. Токовый характер силовых взаимодействий, проявляемый при планковских значениях единиц величин и выбранном варианте LT – размерности *заряда* $\dim Q = L^3T^{-1}$.

Наименование силового взаимодействия	Взаимодействующие физические величины		LT -размерность величин	Уравнение связи, определяющее силу взаимодействия
	по заряду	по току		
Электростатическое	q	It	L^3T^{-1}	$F = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{4\pi r^2} = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{(It)_1 (It)_2}{4\pi r^2}$
Электродинамическое	qv	I	L^4T^{-2}	$F = \mu_0 \frac{(qv)_1 (qv)_2}{4\pi r^2} = \mu_0 \frac{(I)_1 (I)_2}{4\pi r^2}$
Гравитационное	q/t	I	L^3T^{-2}	$F = \frac{I_1 I_2}{4\pi r^2}$

Согласно данным таблицы 1 гравитационное взаимодействие это чисто токовое взаимодействие без участия ФВ *длина* и *время*. Таким образом, у законов Кулона, Ампера и закона всемирного тяготения обнаруживается единая электромагнитная (токовая) основа.

Обозначив преимущества авторского варианта системы ФВиЗ, рассмотрим другие возможные варианты и их принципиальные отличия от варианта, показанного на рис. 2. Еще раз отметим, что общие схемы по рис. 1 соответствуют любым возможным вариантам планарного исполнения системы ФВиЗ по типу рис. 2.

При изменении системного местоположения какой-либо электромагнитной величины (примеры приведены в табл. 2) происходит трансформация планарного изображения системы ФВиЗ. В системе наблюдаются перемещения ФВ целыми системными группами (кластерами) относительно друг друга. Причем при этих кластерных перемещениях обязательно сохраняются закономерные системные связи между отдельными величинами.

Поскольку между ФВ различных системных групп, а также между ФВ внутри системных групп имеются вполне определенные закономерные связи, которые обнаруживаются в системе ФВиЗ по правилу выделенных параллелограммов или выделенных линий, то указанные перемещения системных групп тоже вполне определенные. Перемещения системных групп происходят без их поворота, при этом внутренние соотношения между величинами остаются неизменными. Все это лучше показать и объяснить на рисунках.

Таблица 2. Возможные варианты LT -размерностного представления электромагнитных величин и различные системы единиц, соответствующие этим вариантам [4].

Система	“Гаусса”	“СИ”	№1	№2	№3	Примечание
Параметр						
q	L^3T^{-2}	L^2T^{-1}	L^3T^{-1}	L^2T^{-2}	L^3T^{-3}	
ε_0	L^0T^0	$L^{-2}T^2$	T^2	L^{-2}	T^{-2}	
μ_0	$L^{-2}T^2$	L^0T^0	L^{-2}	T^2	$L^{-2}T^4$	
I	L^3T^{-3}	L^2T^{-2}	L^3T^{-2}	L^2T^{-3}	L^3T^{-4}	№1 сила тока ~ гравитационной массе
φ	L^2T^{-2}	L^3T^{-3}	L^2T^{-3}	L^3T^{-2}	L^2T^{-1}	
E	LT^{-2}	L^2T^{-3}	LT^{-3}	L^2T^{-2}	L^{-1}	
ρ_q	T^{-2}	$L^{-1}T^{-1}$	T^{-1}	$L^{-1}T^{-2}$	T^{-3}	

На рис. 3 приведена картина ФВ и их связей (их можно назвать каркасными), соответствующих авторской системе ФВиЗ, представленной на рис. 2. На рис. 3 приведены также формулы соотношений квантуемых и константных величин, которые определяют показываемые каркасные связи ФВ и обуславливают происходящие кластерные перемещения.

Для иллюстрации перемещений электромагнитных ФВ возьмем в системе ФВиЗ две любые реперные (опорные) точки, остающиеся неподвижными в любых вариантах представления системы. В данном варианте иллюстраций одной точкой выбрано место расположения безразмерных величин (L^0T^0). Второй опорной точкой выбрано место расположения ФВ *действие* с размерностью L^5T^{-3} на общем базовом уровне кинематических величин и с размерностью ML^2T^{-1} на общем базовом уровне динамических величин.

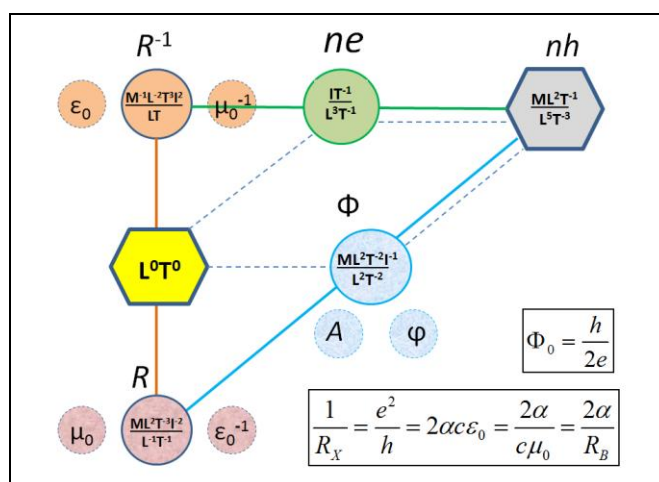


Рис. 3. Расположение каркасных ФВ и их связей в авторской системе ФВиЗ

Разные варианты представления 4-х размерных (и 3-х размерных) систем физических величин будут отличаться лишь местом системного расположения кластеров электромагнитных уровней и подуровней, но во всех вариантах будет сохраняться свойство выражения закономерных связей ФВ в виде выделенных параллелограммов или выделенных линий.

Для иллюстрации указанных кластерных перемещений системных уровней выберем ФВ: *электрический заряд* ($q_e = ne$), *магнитный поток* (Φ), *сопротивление* R и *проводимость* R^{-1} . Можно выбрать и другие величины, но данный выбор хорош тем, что он опирается на известные закономерные соотношения квантуемых и константных величин.

На рис. 4 показаны взаимосвязанные кластерные перемещения системных уровней электромагнитных величин при изменении местоположения какой-либо величины. Перемещения кластеров на изображениях рис.4 обозначены смещением *электрического заряда*.

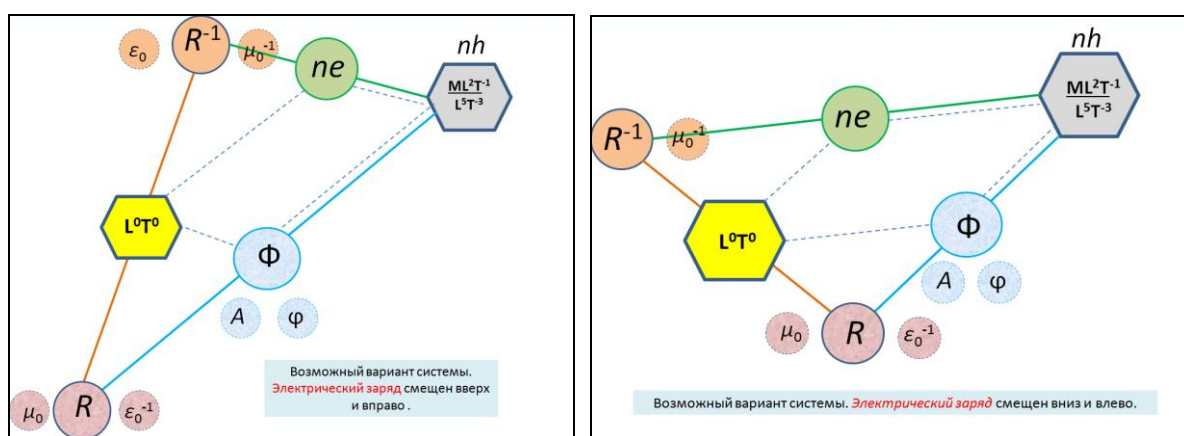
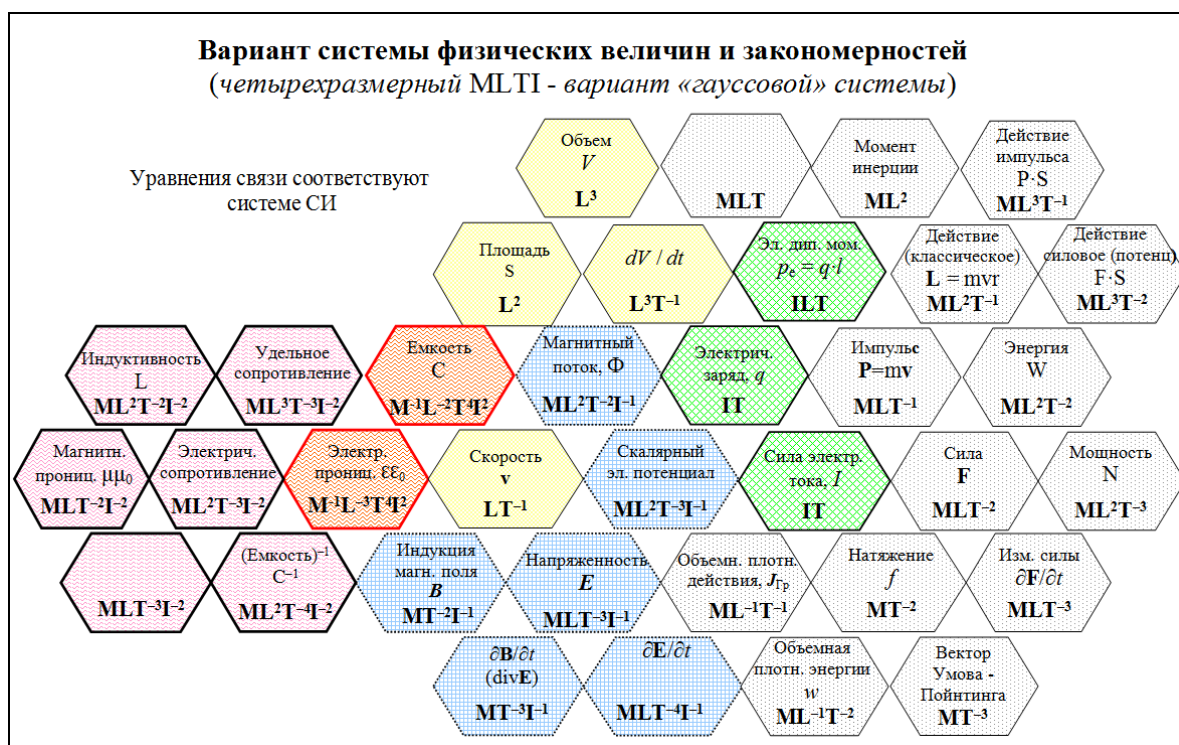


Рис. 4. Частные варианты расположения системных уровней электромагнитных ФВ

Как видно из представленных рисунков-схем, системное расположение безразмерной постоянной ($\dim L^0T^0$) и физической величины с размерностью постоянной Планка (LT - размерность $\dim L^5T^{-3}$) в любой системе не меняется. Изменчиво лишь системное расположение электромагнитных величин.

Если *электрический заряд* расположить в том же системном LT - элементе, в котором находится *масса* (L^3T^{-2}), то получим вариант системы ФВиЗ, приведенный на рис. 5. В таблице 2 этот вариант обозначен как система «Гаусса».



Сравнением изображений рис.5 и рис.2 можно определить происходящие изменения. Местоположение кластеров электромагнитных величин изменилось, но размерностные выражения ФВ остались теми же (в системе СИ). На изображении системы по рис. 5 действуют те же самые правила выделенного параллелограмма и выделенной линии, по которым обнаруживаются системные (закономерные) связи, часть которых показана на рис. 2.

Если на изображении рис. 5 поменять места расположения *электрического заряда* и *магнитного потока*, сместив соответствующим образом и окружающие их ФВ, то получим вариант, соответствующий системе единиц СИ [4]. LT - размерность *электрического заряда* в этом варианте L^2T^{-1} , что отражено в таблице 2. Интересно, что в этом случае меняются местами кластеры структуро-средовых величин, содержащих ФВ *сопротивление* и *проводимость*. Таким образом, системы СИ и Гаусса, если их представить в LT – размерностном выражении, в определенной степени схожи. В системе Гаусса с LT – размерностным представлением *магнитная постоянная* имеет размерность квадрата скорости, а *электрическая постоянная* безразмерна, в аналогичной системе СИ все наоборот. Таблица 2 служит тому подтверждением. Заметим, что оба рассмотренных варианта явно проигрывают варианту системы рис. 2 по открытости и оптимальному размещению многих важнейших величин.

Оценим еще один возможный вариант. Если в системы ФВиЗ по рис. 2 поменять местами ФВ *электрический заряд* и *магнитный поток* (с соответствующим перемещением их кластерного окружения), то кластеры, содержащие ФВ *сопротивление* и *проводимость*, тоже поменяются своим системным местом расположения. В этом случае общая конфигурация системы ФВиЗ визуально не претерпит больших изменений, но гравитационная сила уже не

будет определяться столь простым выражением (см. таблицу 1) и физический смысл этой силы не будет таким, каким он представлен в авторском варианте по рис.2.

С системных позиций интересны варианты системы ФВиЗ, в которых *электрический заряд* расположить в ячейках с ФВ *действие* или *безразмерная константа*. Первый обозначенный вариант будет характерен наиболее плотной упаковкой всех величин, так как архитектура системных уровней будет строго вертикальной, при этом возникнут трудности обращения и работы с планарным изображением системы. Во втором варианте системные уровни электромагнитных величин будут сильно смещены относительно друг друга и расположены на больших расстояниях, что тоже создает определенные неудобства в обращении с системой.

Таким образом, авторский вариант системы с LT - размерностью *электрического заряда* L^3T^{-1} , опуская все те обоснования, которые приводились выше, с точки зрения оптимального размещения величин в системе (компактность и видимость большинства ФВ) представляется наилучшим из других возможных.

В остальном, все варианты системы ФВиЗ с использованием в них размерностей существующей системы СИ, являются равноправными. Поэтому изменять систему единиц СИ, уповая на ее улучшение с физической точки зрения, никаких оснований нет.

Литература

1. Трунов Г. М. Коррекция математической формы записи уравнений электромагнетизма и создание на их основе новой системы электромагнитных единиц / Г. М. Трунов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». – 2006. – № 2. – С. 66-76.
2. Трунов Г. М. Инвариантная форма записи уравнений электромагнетизма в системах СИ и СГС / Г. М. Трунов // «Мир измерений». – 2012. – № 6. – С. 50-53.
3. Чуев А.С. Система физических величин и закономерных размерностных взаимосвязей между ними./ Журн. «Законодательная и прикладная метрология». №3 - 2007. С.30-33.
4. Чуев А.С. Физическая картина мира в размерности «длина-время». Серия «Информатизация России на пороге XXI века». – М.: СИНТЕГ, 1999. 96 с.
5. Чуев А.С. Системный подход в физическом образовании инженеров // Наука и образование: электронное научно-техническое издание.- 2012.- № 2.- Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/299700.html>. (Дата обращения: 2.02.2012).
6. Чуев А.С. Архитектурные модели систем физических величин и закономерностей на базе систем единиц СИ и СГС // Журнал «Мир измерений». №5, 2014. С. 29-36.

Авторский вариант редакции и оформления статьи, опубликованной в журнале «Законодательная и прикладная метрология» №5. 2014. Стр. 44-49.