

# Система единиц СЕ

*LT-системы единиц называются «естественными». Но их на сегодня существует несколько. Та LT-система, которая по общему признанию окажется безальтернативной (т.е. которую можно построить только одним единственным логичным и физически обоснованным способом) может по праву носить название сверх-естественной (СЕ).*

*Шутка юмора.*

И. Мисюченко. Санкт-Петербург, 2015 г.

## Введение

Со времён основополагающих работ Бартини и Кузнецова [1,2] идея создания и внедрения в практику так называемой «естественной» системы физических величин (ФВ) и единиц их измерения (ЕИ), использующей только **две** базовые (основные) величины длину  $L$  и время  $T$  владеет многими умами. В самом деле, поскольку все явления физического мира воспринимаются людьми в пространстве и во времени, представляется весьма заманчивым, в духе принципа Оккама, избавиться от всех других базовых единиц и свести все физические величины к комбинации только *длины и времени*. Бартини и Кузнецов показали начало пути, на котором эту задачу можно выполнить. К сожалению, тот уровень физических знаний, на котором они вынуждены были работать, не был достаточным для получения точного и логически бесспорного решения. В результате, хотя у них и появилось множество последователей [3], выяснилось, что подобные LT-системы можно строить **разными** способами и полученные в результате системы размерностей физических величин оказываются разными. Т.е. одна и та же физическая величина (например, электрический заряд) может иметь в этих системах совершенно различное выражение в терминах  $L$  и  $T$ . В итоге некоторые исследователи, начинавшие с большого энтузиазма в отношении LT-систем, пришли впоследствии к мысли о том, что и эти системы, в общем-то, не лучше и не хуже других и перешли к работе на другом уровне обобщения, например, А.Чуев [5]. В то же время, интенсивные исследования различных авторов выявили общий ряд принципов, которым должны удовлетворять наиболее эффективные LT-системы. Перечислим их:

1. Все физические величины (ФВ) в смысле своей физической размерности должны выражаться *только* через комбинацию двух базовых величин:  $L$  и  $T$ . При этом константы (т.е. просто числа, в физике это «штуки чего-либо»), являются нулевыми степенями  $L$  и  $T$ . Здесь следует договориться о некоторой дополнительной определенности, например, принять, что время измеряется в единицах  $L^0T^1$ , а длина в  $L^1T^0$ , соответственно. Тогда все константы будут иметь размерность  $L^0T^0$ . А все остальные величины  $L^N T^M$ , соответственно.
2. Размерности ФВ не должны содержать *дробных* степеней базовых величин. Этот принцип очень упрощает работу с размерностями и позволяет избежать

трудностей, связанных с интерпретацией физического смысла, например, кубического корня из метра.

3. Основные физические законы (ФЗ) не должны содержать в своей записи никаких *подгоночных размерных коэффициентов*, т.е. вид этих законов должен быть *максимально простым*. (Однако это не значит, что из законов можно произвольно *выбрасывать* члены, связанные с реальными физическими явлениями, существенными для области действия данного закона!).
4. Так называемые «*мировые константы*» широко используемые сегодня в физике, скорее всего, представляют собой избыточную систему констант и, соответственно, эта система должна быть *редуцирована* до действительно минимальной. Использование таких констант в выражении физических законов и соотношений должно быть простым, понятным и физически очевидным, отражающим именно *механизмы* описываемых физических явлений, а не просто традиции или абстрактные умозрительные предпочтения тех или иных авторов. Все «мировые константы», которые являются на поверку *лишь подгоночными коэффициентами*, должны быть *исключены* из использования.

Принципы понятны и логичны, не правда ли? Причём первые три принципа в большинстве известных на сегодня LT-системах выполняются. Так почему же этих систем развелось так много? На наш взгляд, всё дело в последнем, четвёртом принципе. Его важность ощущают многие талантливые исследователи, в частности А. Чуев [5]. Строгое следование этому принципу требует **знания физических механизмов** основополагающих физических явлений, таких как инерция, тяготение, электрическое и магнитное взаимодействия и т.п. А вот тут-то как раз и беда, причём даже не у авторов различных версий LT-системы, а у всей современной физики в целом. Ну не известны ей сегодня *физические механизмы* инерции и тяготения! Причины просто скрыты за туманным термином «масса» и вместо причин довольствуются лишь описанием наблюдаемых в опыте закономерностей. Отсюда и «мировые константы» вроде гравитационной постоянной «гамма». Ну не ведомо науке, отчего это взаимодействуют между собой заряженные частицы! Причина снова скрыта за таинственным словом «заряд» и вновь физики лишь описывают наблюдаемое всё более сложными математическими аппаратами, не в силах проникнуть в суть и причину явлений. Отсюда такие «мировые константы» как магнитная и диэлектрическая проницаемости вакуума (которые даже в старых системах, вроде СГС, не везде вводились). Т.е. получается, что пункт 4 просто не может быть выполнен при современном уровне знаний? И мы обречены и дальше топтаться в шаге от наиболее простой и совершенной системы ФВ, бесконечно плодя свои версии и до хрипоты ругая чужие? Попробуем разобраться.

Уже сегодня мы вполне в состоянии вскрыть физические механизмы многих, наиболее фундаментальных, наиболее общих и часто проявляющихся физических явлений и попробовать выполнить все пункты изложенной выше программы хотя бы в части механики, электродинамики и ряда смежных разделов физики. Знания

для этого уже есть, хотя, к сожалению, не все. Но в настоящий момент более мешает нам же инерция мышления, а не реальное отсутствие знаний. Ниже мы покажем, как может быть выполнена программа строительства оптимальной системы ФВ и единиц и как выглядит результат, если в качестве основных «опор» для строительства системы использовать не только законы Кулона и Ньютона (как это делалось большинством авторов и ранее), но и закон, связывающий заряд и массу [4].

## Механика

Кинематика, наиболее древняя часть механики, строит все свои физические величины на понятиях именно пространства и времени. Путь, время, скорость, ускорение и т.п. кинематические величины легко и естественно выражаются через  $L$  и  $T$ . Так что на нашем пути проблем с ней не должно возникать. Некоторые заминки возникают у некоторых авторов вокруг понятия углов [6]. Но это затруднение кажущееся, поскольку углы всегда можно выразить как отношение длин сторон треугольника. А отношение длин – просто число. Безразмерная величина, т.е.  $const = LT^0$ . Соответственно, нет никакой необходимости вводить *размерную* величину под названием *угол*. Такое название служит на самом деле лишь для того, чтобы показать, например, что в данном контексте следует думать о круговом движении, а не каком-то другом. Мы не против употребления термина «угол», мы лишь против придания ему самостоятельной размерности, тогда как на практике он имеет размерность константы, а слово «угол» лишь указывает на конкретный кинематический контекст.

Почти вся остальная механика (кроме кинематики) зиждется на понятии массы  $m$ . Именно проблему с размерностью массы изящно и талантливо решили Бартини и Кузнецов. Мы лишь напомним ход их решения, несколько, может, *упростив* его. Известно, что понятие «масса» символизирует в физике два основополагающих явления: инерцию и тяготение тел. Соответственно, иногда употребляют термины «инерционная масса» и «гравитационная масса», имея ввиду меру инерционности тела и меру его участия в гравитационных взаимодействиях. Со времён Ньютона известно, что мера инерции (как её не вводи) и мера тяготения оказываются строго пропорциональны друг другу. На сегодня этот факт проверен уже с величайшей точностью [7]. Системы же ФВ строятся обычно так, что обе меры оказываются не просто пропорциональны, а и численно равны друг другу. Что ж, это удобно! В современной физике признаётся так называемый «принцип эквивалентности», одним из следствий которого является строгое равенство гравитационной и инерционной масс. Многочисленные экспериментальные проверки этого принципа не выявили никаких его нарушений. ***Выяснено, что инерционная и гравитационная массы тел не изменяются ни в средах, ни в полях, не зависят от присутствия или отсутствия вблизи других тел.*** Для нас этот факт окажется далее весьма важен. Другое дело,

что физика не может ответить на вопрос, *почему* эти две массы всегда и всюду, в любых условиях равны. Но пока нам и не требуется ответ. Воспользуемся лишь известными фактами. Сила, действующая на тело массой  $m$ , вызывает ускоренное движение этого тела с ускорением  $a$ . Этот факт выражен во втором законе Ньютона  $F = ma$ . В то же время, два тела с массами  $m$  и  $M$  взаимодействуют с силой, называемой силой тяготения  $F = \frac{mM}{r^2}$ . Мы сознательно здесь не пишем в законе тяготения никаких коэффициентов, поскольку достоверно известно, что *ничто не влияет на эту силу*. Ни среда, находящаяся между телами, ни присутствие других тел или полей. И этот шаг полностью соответствует вышеописанному п.3. Значит, именно так и будет записываться в нашей системе закон всемирного тяготения. Как же из этих двух законов получить теперь размерность массы? А мы просто приравняем *размерности* выражений, стоящих в правой части этих законов между собой (ведь силы должны иметь именно размерность силы, т.е. одинаковую). Получаем:

$$(1) [ma] = \left[ \frac{mM}{r^2} \right].$$

Отсюда, путём сокращения  $m$  и, выражая,  $M$  получим размерность массы:

$$(2) [M] = [r^2 \cdot a] = \left[ L^2 \cdot \frac{L}{T^2} \right] = \left[ \frac{L^3}{T^2} \right].$$

Итак, размерность массы в создаваемой нами системе, как и в подавляющем большинстве других версий ЛТ-системы, есть  $\left[ \frac{L^3}{T^2} \right]$ . Но мы не использовали при этом выводе размерности массы никаких абстрактных нефизических предпочтений, вроде понятий о гипотетическом «гравитационном поле», обязательном соответствии его физических свойств математической теореме Остроградского-Гаусса и т.п. Практически аналогичный вывод размерности массы независимо от нас и много раньше продемонстрировал и А.С.Чуев в [5]. Теперь, все механические величины, в которые в СИ, к примеру, входит масса, можно с лёгкостью записать в ЛТ-системе. Приведём примеры. Например, размерность силы:

$$(4) [F] = [m \cdot a] = \left[ \frac{L^3}{T^2} \right] \cdot \left[ \frac{L}{T^2} \right] = \left[ \frac{L^4}{T^4} \right].$$

Или размерность энергии (работы):

$$(5) [A] = [F \cdot s] = \left[ \frac{L^4}{T^4} \right] \cdot [L] = \left[ \frac{L^5}{T^4} \right].$$

Или, к примеру, импульс силы:

$$(6) [P] = [F \cdot t] = \left[ \frac{L^4}{T^4} \right] \cdot [T] = \left[ \frac{L^4}{T^3} \right].$$

Нет никаких сомнений, что и все остальные механические величины могут быть выражены таким же способом через  $L$  и  $T$ .

## Электродинамика

До сей точки нет серьёзных расхождений в большинстве известных ЛТ-систем, за исключением, быть может, различных *безразмерных* множителей у некоторых величин вроде  $4\pi$ , происходящих обычно от весьма абстрактных рассуждений различных авторов. Обычно эти авторы и не настаивают на обязательности этих множителей, но лишь указывают на те или иные критерии красоты или удобства. Но вот на подходе к электродинамике начинается «кто в лес, кто по дрова». Это происходит оттого, что в науке нет пока общепризнанного «мостика» между механикой и электродинамикой. Эти разделы физики существуют как бы независимо друг от друга, хотя в электродинамике используется механическое понятие силы (а, следовательно, и импульса, и мощности и энергии и т.п.). Но вот беда – в электродинамике из каждого угла выглядывает электрический заряд (или связанные с ним величины, вроде тока). А для неподвижного заряда Природа не дала нам *двух* различных силовых явлений, как милостиво сделала это для массы. Поэтому мы не можем в рамках электродинамики просто повторить для заряда тот изящный приём с выводом размерности массы, который продемонстрировали выше. И вот здесь-то и наступает момент истины, настает время для применения «самой тяжёлой артиллерии» физика – знания *физических механизмов явлений*. Поскольку мы вскрыли в [4] связь между зарядом и массой, то можем записать закон (в СИ), связывающий массу  $m$  заряженной зарядом  $Q$  частицы с её эффективным радиусом  $r$ :

$$(7) m = \frac{\mu_0 Q^2}{8\pi r}.$$

Где  $\mu_0$  - так называемая «магнитная постоянная вакуума», по сути, это подгоночный коэффициент системы СИ. В создаваемой же нами системе не должно быть никаких размерных коэффициентов в столь основополагающем законе. Механизм инерции заряженных частиц прост: ускоренно движущийся заряд представляет собой переменный ток в мировой диэлектрической среде, переменный же ток в любой среде демонстрирует явление самоиндукции. Это явление заключается в том, что переменный ток создаёт в среде электрическое поле самоиндукции, препятствующее причине, изменяющей ток. Закон индукции Фарадея и правило Ленца полностью описывают происходящее при ускоренном движении заряженных частиц [4]. Мы к тому же уже неоднократно указывали, что  $\mu_0$  в (7) есть лишь подгоночный коэффициент, связанный с выбором системы единиц и не более того. Никаких собственных «магнитных свойств» вакуум (эфир, мировая среда) не демонстрирует. Ни диамагнитных, ни парамагнитных, ни, тем более,

ферромагнитных. Проанализируем входящие в (7) остальные величины. Масса (в нерелятивистском случае) считается величиной *сохраняющейся*, заряд – тоже. Это – физические инварианты [8,9], т.е. сохраняющиеся величины. Причём заряд частицы считается сохраняющимся даже в релятивистском случае, как и «масса покоя» частицы. Опытные факты, вроде, действительно не противоречат такому взгляду, принятому в современной физике. Хуже обстоит дело с размером элементарных частиц, входящим в (7). Если этот размер тоже инвариант, то всё просто прекрасно. А если нет? Увы, сегодняшнее состояние науки не даёт нам никаких внятных способов измерения размеров элементарных частиц и более того, даже иногда отказывает им в этой физической характеристике вообще, что конечно, происходит от бессилия. А уж до выяснения инвариантен ли этот размер по отношению к различным физическим условиям и вовсе далеко! Если же размер частиц может-таки изменяться, то тогда в формуле (7) должен стоять какой-то *размерный* коэффициент, компенсирующий это изменение в конкретных физических условиях и, соответственно, «спасающий» инвариантность заряда и массы. Такое, конечно, теоретически может быть. Но это, как нам представляется, было бы слишком сложно, слишком искусственно. Опыт говорит, что Природа редко роскошествует такими излишними сложностями. Что ж, остаётся только опереться на научную интуицию в этом вопросе и последовать пути *наибольшей простоты*. Сознвая всю неформальность этого шага, отринем версию переменного размера по крайней мере для *неподвижных* частиц и остановимся на наиболее простом варианте. Теперь, с учётом сказанного и требований п.3. нашей программы действий, мы уже точно можем сказать, как будет (с точностью до *безразмерного* множителя) выглядеть закон (7) в создаваемой ЛТ-системе:

$$(8) \quad m \sim \frac{Q^2}{r}.$$

Всё, теперь ничто боле не препятствует нам выразить размерность заряда:

$$(9) \quad [Q^2] = [r \cdot m] \Rightarrow [Q] = \sqrt{\left[ L \cdot \frac{L^3}{T^2} \right]} = \left[ \frac{L^2}{T} \right].$$

После чего, разумеется, уже очень просто выразить размерности всех остальных электродинамических величин, например тока:

$$(10) \quad [I] = \left[ \frac{Q}{\Delta t} \right] = \left[ \frac{L^2}{T} \cdot \frac{1}{T} \right] = \left[ \frac{L^2}{T^2} \right] = [v]^2.$$

Т.е. размерность силы тока совпадает с размерностью квадрата скорости. Что означают подобные совпадения, мы выясним позже. Пока же приведём ещё пару примеров электродинамических величин. Например, размерность напряжённости электрического поля прямо из определения напряжённости:

$$(11) \quad [E] = \left[ \frac{F}{Q} \right] = \left[ \frac{L^4}{T^4} \right] \cdot \left[ \frac{T}{L^2} \right] = \left[ \frac{L^2}{T^3} \right].$$

Отсюда уже легко получить размерность потенциала электрического поля:

$$(12) [\varphi] = [l \cdot E] = \left[ \frac{L^2}{T^3} \right] \cdot [L] = \left[ \frac{L^3}{T^3} \right].$$

И так далее и тому подобное. Вроде всё хорошо? Не торопитесь. Мы сейчас выясним *насколько* всё хорошо. Дело в том, что определив размерность заряда, мы просто обязаны подставить его в общеизвестный закон Кулона и получить силу. И вот если всё сойдётся, то это уже признак некоторого успеха. Прделаем же это. Вот закон Кулона в новой системе:

$$(13) F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2},$$

где  $k$  - некий безразмерный или размерный множитель, пока не знаем. Проверим по размерности:

$$(14) [F] = [k] \left[ \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \right] \Rightarrow [k] = [F] \cdot \left[ \frac{r^2}{Q_1 Q_2} \right] = \left[ \frac{L^4}{T^4} \right] \cdot \left[ \frac{L^2}{\frac{L^2}{T} \cdot \frac{L^2}{T}} \right] = \left[ \frac{L^2}{T^2} \right] = [v^2].$$

Вот так! Коэффициент  $k$  оказался размерным, да ещё и равным квадрату какой-то *скорости*. Это какой такой скорости, когда речь идёт об *электростатике*? Тут, конечно, речь может идти только об одной скорости – о *скорости света*. Мы, работая над вопросом строения элементарных частиц и физической сущностью электрического заряда, показали, что элементарные заряды полностью эквивалентны замкнутым кольцевым токам смещения в вакууме (эфире). Причём скорость света играет принципиальную роль в такой модели частиц [4, с.177]. По сути, мы показали, что Кулоновское взаимодействие есть на самом деле *динамический* эффект, тесно связанный со «скоростью света». Но тогда получается, что мы вводим какую-то *размерную* величину в закон Кулона, кроме зарядов и расстояний. Уж не подгоночный ли это коэффициент, которым мы объявили «беспощадную войну»?! Сейчас выясним. Из тысячекратно повторенных опытов известно, что ***сила Кулона зависит от свойств среды, находящейся между взаимодействующими зарядами***. Чем сильнее диэлектрические свойства среды, тем слабее сила Кулона. Это – физический факт. И именно этот факт резко отличает силу Кулона от силы тяготения. Сила тяготения не зависит от среды, в которой это взаимодействие происходит, а сила Кулона зависит от среды напрямую. Следовательно, в правильный закон Кулона *должна*, так или иначе, *входить среда*, в которой пребывают заряды, фигурирующие в формуле (13). Соответственно логично, что законы Кулона и всемирного тяготения *должны отличаться и в записи*, коль скоро они *отличаются по сути* (некоторые авторы при построении ЛТ-систем *изначально* исходят из произвольного желания получить одинаковую форму записи законов Кулона и Ньютона, что на наш взгляд физически не оправдано и подвергается критике со стороны многих учёных [5]). Может ли эта среда входить в закон Кулона в форме квадрата скорости света в среде?!

Несомненно, да. Поскольку, как известно, квадрат скорости света в диэлектрике прямо пропорционален квадрату скорости света в невозмущённом вакууме (вдали от источников сильных полей) и в то же время обратно пропорционален относительной (безразмерной) диэлектрической проницаемости среды:

$$(15) \quad c_{\text{св}}^2 = \frac{c_0^2}{\epsilon_{\text{отн}}}.$$

Теперь мы можем записать закон Кулона в нашей системе как:

$$(16) \quad F = c^2 \frac{Q_1 Q_2}{r^2},$$

где  $c$  - скорость света в среде, в которой находятся заряды. Если эта среда – невозмущённый эфир (вакуум, мировая среда), то  $c$  - это справочная «скорость света в вакууме»  $c_0$ , если же это вакуум, возмущённый полями, то  $c$  будет отличаться от справочной, отражая изменения, происходящие с мировой средой в присутствии источников полей (отдельный вопрос, как именно *измерить* эти отличия, но он выходит за рамки данной работы). Если же это не «чистый» вакуум, а другая физическая среда, то  $c$  будет соответствовать скорости распространения электромагнитных возмущений *в данной среде*. Таким образом, знание физического механизма инерции позволило нам не только выразить заряд через время и длину, но и физически корректно записать закон Кулона в нашей системе. Это пример того, как бывает удобно работать в ЛТ-системе, особенно, когда знаешь физические механизмы явлений, их природу, причинно-следственные связи между явлениями, а не просто гадаешь на формулах.

## Система мировых констант

Как мы уже указывали выше, система мировых констант, сложившая в физике де-факто далеко не совершенна. Она явно страдает в каких-то местах избыточностью, а как мы полагаем ещё и неполнотой в других местах. Что ж, попробуем навести минимальный порядок и в этом вопросе, ибо без его решения затруднительно завершить работу по созданию «правильной» ЛТ-системы. Итак, мы уже выяснили, что не только «магнитная постоянная»  $\mu_0$ , но и «диэлектрическая постоянная»  $\epsilon_0$  вообще **не являются физическими величинами**. По крайней мере, они не являются **совершенно необходимыми** величинами. А значит они и никакие не Богом данные «мировые константы». Это просто подгоночные размерные коэффициенты, придуманные людьми и зависящие от нашего выбора системы единиц. Физической величиной, скорее, уж является  $c_0$ , но и для неё следует понимать, что в реальных условиях скорость  $c$  распространения возмущений в реальной среде (даже межзвёздной) будет отличаться от идеализированного «справочного» значения. Соответственно, такая величина как «волновое сопротивление вакуума»  $Z_0$  также не является независимой физической величиной. Поскольку у вакуума нет магнитных свойств,

то величина  $Z$  однозначно выражается через  $c$  **даже в возмущённом вакууме**. Вот в *вещественных* средах да,  $Z$  зависит не только от скорости распространения электромагнитных возмущений, но и от соотношения магнитных и диэлектрических свойств этой среды. Но такая величина  $Z$  в *средах* уже не претендует на роль «мировой константы». Это просто одна из физических характеристик *вещественных сред*. Исчезла из набора «мировых констант» и величина гравитационной постоянной «гамма»  $\gamma$ . Она более не фигурирует в законе всемирного тяготения  $F = \frac{mM}{r^2}$ , записанном в новой системе. А ни для чего другого

эта константа в физике и не используется! Другое дело, что нами вскрыт в [4, с.149] **физический механизм тяготения** и выяснено, что тяготение присуще именно элементарным зарядам, как и инерция. И, как и инерция, обусловлено оно взаимодействием между заряженными частицами и мировой средой («физическим вакуумом», эфиром). Специфика этого взаимодействия отражена нами в «мировой постоянной» - поляризуемости вакуума  $\eta_0$ . В СИ она имеет размерность  $[M/B]$ . Откуда сразу же можно установить её размерность в нашей новой системе:

$$(17) [\eta_0] = [M/B] = \left[ L \cdot \frac{T^3}{L^3} \right] = \left[ \frac{T^3}{L^2} \right],$$

т.е. в единицах, обратных единицам напряжённости электрического поля. Нельзя назвать эту постоянную «новой», поскольку и само понятие о явлении поляризуемости вакуума и попытки численно оценить это явление принадлежат не нам, но известны в науке уже десятки лет [10]. Мы лишь вскрыли фундаментальную роль этого явления в механизме *тяготения* тел и смогли численно оценить её величину из уже имеющихся точных научных данных, без фантазий о какой-либо гипотетической внутренней структуре «физического вакуума».

Обратимся теперь к другим мировым постоянным. Например, элементарный заряд  $q_0$ . Мы пока не знаем, почему все истинно элементарные частицы имеют именно такой заряд. Но поскольку этот факт проверен очень хорошо и с огромной точностью, мы пока вынуждены его просто признать. Даже вскрытый нами механизм Кулоновского взаимодействия и строение элементарных частиц, как криволинейных токов не дают ответа на данный вопрос. Элементарные токи смещения, протекающие внутри частиц, всё равно оказываются связанными со всё той же величиной элементарного заряда, размером частиц и скоростью света. Соответственно и **размеры** протона и электрона (с их античастицами) следует **на данном этапе** признать «мировыми константами». А вот массы этих частиц уже сводимы к зарядам и размерам и, соответственно, должны быть выведены вон из состава мировых постоянных. Отметим, что элементарные заряды и их геометрические размеры относятся к уровню именно элементарных частиц. На уровне же макроскопических полей, например, эти величины не фигурируют. Обращаясь к постоянной Планка  $h$  и к безразмерной постоянной тонкой структуры вакуума «альфа»  $\alpha$ , видим, что они жестко связаны друг с другом через другие постоянные (в СИ):

$$(18) \alpha = \frac{q_0^2}{2\varepsilon_0 hc_0}.$$

Соответственно, одна из этих величин является *лишней* в фундаментальном наборе мировых постоянных. Поскольку доселе все мировые постоянные были размерными, хочется сохранить, например, постоянную Планка, как размерную величину, и «забыть» про изначально безразмерную «альфа». Но не будем спешить. Мы выяснили в [4, с.198] что постоянная «альфа» выражается через размеры электрона и атома водорода, например. Т.е. имеет отношение к **атомному** уровню строения вещества. Может быть в качестве мировой константы использовать именно радиус электрона? Или протона? Впрочем, тут пока нет более чётких критериев, почему надо поступить так или иначе. Постоянная Планка отражает свойства вещества, проявляющиеся на уровне атомов, т.е. систем элементарных частиц. Она связана с размерами орбит в атоме водорода. Может быть, просто брать в качестве мировой константы атомного уровня вместо постоянной Планка **радиус первой Боровской орбиты** атома водорода? Если, конечно, не отыщется чёткая и непосредственная (без постоянной Планка) связь между размерами элементарных частиц и размером атома водорода (мы надеемся со временем отыскать такую связь и работаем в этом направлении). Если эта связь будет найдена, то не только постоянная Планка, но и радиус первой Боровской орбиты выйдет вон из состава мировых констант. На уровне ещё более сложном, на уровне молекул и их ансамблей фигурируют уже такие величины как постоянная Больцмана, постоянная Авогадро и многие другие постоянные. Насколько они «фундаментальны»? Сложно выяснить это строго, поскольку проследить полностью точные физические механизмы от уровня элементарных частиц до уровня макроскопической реторты с веществом сегодня не представляется возможным. Пока что знание точных физических механизмов заменяется статистическими подходами, различными «законами сохранения» и мнемоническими правилами. Увы, мы в самом начале пути. Посему константы, необходимые на этих уровнях строения материи мы вынуждены пока оставить как есть, выделив для них место, что называется, «в конце списка».

Внимательный читатель уже заметил, что мы пока никак не упомянули так называемые «магнитные постоянные», вроде «кванта магнитного потока», магнетона Бора и тому подобные. Дело в том, что магнитные явления не обладают *собственной*, независимой ни от чего физической природой, но тесно связаны с явлениями **электрическими**. Магнитные явления проявляются только при наличии тех или иных *токов*. Ток, эта общепризнанная основа всех магнитных явлений, по определению представляет собой движение *зарядов*, а заряды – это особым образом организованные *электрические поля*. Ну а электрическое поле – это специфическое, поляризованное состояние мировой среды, эфира, физического вакуума. Соответственно, все магнитные явления сводятся к движению электрических полей. Посему и не должно быть самостоятельных, не сводимых ни к чему другому «магнитных констант». Даже в рамках СИ и СГС для магнитных постоянных в литературе давно приведены их выражения через электрические и другие константы. Эти «постоянные» вполне можно использовать

в науке и технике, для удобства, так сказать. Но в фундаментальной физике они так же, как и постоянная тяготения и электрическая постоянная должны быть исключены из системы мировых констант, так как являются вторичными. В *Таблице 1* приведены те «мировые константы», которые, как нам представляется на данном этапе развития науки, совершенно необходимы (и, скорее всего, достаточны). Величина же этих констант в нашей «СЕ» определяется отнюдь не произвольным выбором единиц измерения длины и времени, как, например, в СИ выбраны метр и секунда. В результате анализа поляризуемости эфира, мировой среды, мы пришли к выводу о том, что возможна и «естественная» мера длины. Это такой радиус заряженной элементарным зарядом частицы, при котором проницаемость вакуума вблизи частицы упадёт до нуля (теоретически произойдёт т.н. «вакуумный пробой»). Соответственно, можно ввести и меру интервала времени как время, за которое со справочной скоростью света свершится полный оборот по окружности этого радиуса. Только вот эталоны длины и интервала времени надо бы хранить не на Земле, а в дальнем космосе, свободном от влияния тяготения, излучений, электромагнитных полей и т.п. При этом, разумеется, процедуры применения этих эталонов претерпят строго-то говоря существенные изменения по сравнению с традиционными. Так что вряд ли это дело ближайшего будущего.

**Таблица 1**

Мировая константа	Размерность и величина в СЕ	Размерность и величина в СИ	Физический смысл
$c_0$	1 мах (Mach) [l/t]	299 792 458 [метров в секунду], довольно удобно принять за 1 в СЕ	Скорость распространения слабых электромагнитных возмущений вдали от источников сильных возмущений
$\eta_0$	$5.9674 \cdot 10^{-126}$ [t <sup>3</sup> /l <sup>2</sup> ]	$1,647 \cdot 10^{-64}$ [метров/Вольт]	Поляризуемость физического вакуума, отражает ослабление диэлектрических свойств мировой среды в сильных электрических полях
$l_0$	1 юнит (unit) [l]	$9.7625 \cdot 10^{-37}$ [метров]	Единица длины, минимально возможный размер заряженной частицы
$t_0$	1 тайм (time) [t]	$3.2564 \cdot 10^{-45}$ [секунд]	Единица времени, время облёта светом окружности с радиусом, равным радиусу минимально возможной заряженной частицы
$q_0$	$4.6886 \cdot 10^{-47}$ [l <sup>2</sup> /t]	$1,602176565 \cdot 10^{-19}$ [Кулон]	Элементарный заряд, отражает количество связанного заряда эфира, образующего частицу
$r_e$	$1.4432 \cdot 10^{21}$ [l]	$1,40897 \cdot 10^{-15}$ [метров]	Радиус электрона
$r_p$	$7.8610 \cdot 10^{17}$ [l]	$7,67428 \cdot 10^{-19}$ [метров]	Радиус протона
$R_b$	$5.4204 \cdot 10^{25}$ [l]	$5,29167 \cdot 10^{-11}$ [метров]	Радиус Бора

$N_a$	$6,022045 \cdot 10^{23}$ [const] = [L <sup>0</sup> T <sup>0</sup> ]	$6,022045 \cdot 10^{23}$ [const]	Число Авогадро, количество молекул идеального газа в 22,41383 литрах объема газа при так называемых нормальных условиях. Сегодня определяется как количество атомов в 12 граммах (точно) чистого изотопа углерода-12.
-------	--	-------------------------------------	---

## Основные физические величины и их размерности

Приведём здесь список основных физических величин, их размерностей и тех основных физических соотношений, из которых эти величины принято определять. При этом постараемся дать также *физические интерпретации* приводимых величин и указать на интересные с нашей точки зрения соотношения. Система *механических* величин не претерпит изменений, она такая же, как и у В.Ерохина [11] или В.Викулина [12], например. Разница между системами наиболее ярко проявится в *электрических* и магнитных величинах.

### Механика

Константа (число) [const] = [L<sup>0</sup>T<sup>0</sup>]

Перемещение (длина) [l] = [L<sup>1</sup>T<sup>0</sup>]

Площадь [S] = [l<sup>2</sup>] = [L<sup>2</sup>T<sup>0</sup>]

Объём [V] = [l<sup>3</sup>] = [L<sup>3</sup>T<sup>0</sup>]

Время [t] = [L<sup>0</sup>T<sup>1</sup>]

Скорость [v] =  $\left[ \frac{dl}{dt} \right]$  = [L<sup>1</sup>T<sup>-1</sup>]

Ускорение [a] =  $\left[ \frac{dv}{dt} \right]$  = [L<sup>1</sup>T<sup>-2</sup>]

Период [T] = [t] = [L<sup>0</sup>T<sup>1</sup>]

Частота [f] =  $\left[ \frac{1}{T} \right]$  = [L<sup>0</sup>T<sup>-1</sup>]

Масса  $[M] = [l^2 \cdot a] = \left[ L^2 \cdot \frac{L}{T^2} \right] = [L^3 T^{-2}]$ . Именно так, как отношение куба расстояния к квадрату периода обращения издревле и определяется масса небесных тел из астрономических наблюдений.

$$\text{Сила } [F] = [m \cdot a] = [L^4 T^{-4}]$$

$$\text{Жесткость } [k] = \left[ \frac{F}{\Delta l} \right] = [L^3 T^{-4}]$$

$$\text{Коэффициент трения } [\mu] = \left[ \frac{F_{mp}}{N} \right] = [L^0 T^0] \text{ (константа)}$$

$$\text{Импульс силы } [P] = [F \cdot t] = \left[ \frac{L^4}{T^4} \right] \cdot [T] = \left[ \frac{L^4}{T^3} \right] = [L^4 T^{-3}]$$

$$\text{Импульс тела } [P] = [m \cdot v] = [L^3 T^{-2}] \cdot [L^1 T^{-1}] = [L^4 T^{-3}]$$

$$\text{Механическое давление } [P_{\text{мех}}] = \left[ \frac{F}{S} \right] = [L^2 T^{-4}].$$

$$\text{Механическая работа } [A] = [F \cdot s] = \left[ \frac{L^4}{T^4} \right] \cdot [L] = \left[ \frac{L^5}{T^4} \right] = [L^5 T^{-4}]$$

$$\text{Мощность } [P] = \left[ \frac{dA}{dt} \right] = [L^5 T^{-5}]$$

$$\text{Энергия } [W] = [A] = [P \cdot t] = [L^5 T^{-4}]$$

$$\text{Гравитационная постоянная } [\gamma] = \left[ \frac{F \cdot r^2}{m \cdot M} \right] = \left[ \frac{L^4 T^{-4} \cdot L^2}{L^6 T^{-4}} \right] = [L^0 T^0] = \text{const. Просто число.}$$

Не используется в СЕ.

## Электродинамика

Электрический заряд  $[Q] = [\sqrt{r \cdot M}] = \sqrt{[L] \cdot [L^3 T^{-2}]} = [L^2 T^{-1}] = [l \cdot v]$ . Длина на скорость. Или изменение некоей площади в единицу времени. Или произведение площади на частоту. Все эти соотношения можно пытаться осмыслить, опираясь на идею строения элементарных зарядов, как круговых токов смещения в вакууме (эфире). Пока что это не сделано.

Напряжённость электрического поля  $[E] = \left[ \frac{F}{Q} \right] = \left[ \frac{[L^4 T^{-4}]}{[L^2 T^{-1}]} \right] = [L^2 T^{-3}] = [v \cdot a] = [f \cdot v^2]$  .

Ускорение на скорость. Частота на квадрат скорости. Строение элементарных частиц и физический механизм Кулоновского взаимодействия, изложенный нами в [4] также позволяют пытаться интерпретировать эту ФВ. Например, если «скорость» - это постоянная скорость света, то напряжённость электрического поля определяется каким-то ускорением. И мы неоднократно указывали, с каким таким ускорением оно связано: ускорением вращения «внешней» оболочки электрона, или же ускорением эквивалентного замкнутого «конвекционного тока смещения». Термин введён, чтобы подчеркнуть отличие этого тока от традиционного понимания тока смещения, как изменения поляризации среды во времени. В случае частиц поляризация остаётся постоянной во времени и движение связанных зарядов не носит характера изменения их взаимной «разделённости», но лишь изменения взаимного положения во времени. Подобно тому, как вращение планеты вокруг Солнца является в механике частным случаем ускоренного движения, но, однако, без изменения взаимного расстояния между ними.

Потенциал электрического поля  $[\varphi] = [l \cdot E] = \left[ \frac{L^2}{T^3} \right] \cdot [L] = [L^3 T^{-3}] = [v^3]$ . Куб скорости.

Сила Кулона  $[F_Q] = [E \cdot Q] = [L^4 T^{-4}] = [v^4]$ . Четвёртая степень скорости.

Электростатическое давление  $[P_{эл.стат}] = \left[ \frac{F_{стат}}{S} \right] = [L^4 T^{-4} \cdot L^{-2}] = [L^2 T^{-4}] = [a^2]$ . Квадрат

ускорения. Можно показать, что квадрат ускорения, с которым движется поляризованный эфир по радиусу элементарного заряда, пропорционален «разрывающему» давлению, создаваемому силой Кулона на поверхности электрона и, соответствующего ему, «стягивающему» давлению внутреннего тока в электроде.

Напряжение  $[U] = [\Delta\varphi] = [\varphi] = [L^3 T^{-3}] = [v^3]$ . Куб скорости. Имеет тот же смысл, что и потенциал.

Емкость  $[C] = \left[ \frac{Q}{U} \right] = \left[ \frac{L^2 T^{-1}}{L^3 T^{-3}} \right] = [L^{-1} T^2] = \left[ \frac{1}{a} \right]$  , оказывается величиной,

обратной ускорению. Но ведь чем больше ёмкость, тем медленнее разряжается конденсатор при разряде на постоянное сопротивление. Напряжение, как известно, при этом падает экспоненциально. Чем больше емкость, тем меньше показатель при этой экспоненте. Т.е. меньше *ускорение* изменения напряжения! Это можно интерпретировать и так, что чем меньше ёмкость (а значит и размер) элементарной заряженной частицы, тем больше создаваемое ею вокруг себя «гравитационное» ускорение свободного падения. Именно так всё и происходит, как следует из строения частиц и изложенной нами в [15] поляризационной теории тяготения. Ещё одна интерпретация возможна с учётом строения элементарных частиц как круговых токов смещения. Поскольку внешняя полевая оболочка

частицы движется всегда с тангенциальной скоростью света, то чем больше её радиус, тем меньше центростремительное ускорение каждой точки.

Сила тока  $[I] = \left[ \frac{dQ}{dt} \right] = [L^2 T^{-2}] = [v^2]$  оказывается прямо пропорциональной

размерности квадрата скорости. Именно так ведёт себя сила тока смещения при распространении *электромагнитной волны* фиксированной амплитуды в среде – она пропорциональна квадрату скорости света в данной среде. С другой же стороны, чем выше частота света (при постоянной амплитуде поля), тем выше энергонасыщенность этого света, тем больший импульс он переносит и, можно сказать, тем большей массой обладает. А. Чуев, например, открыл эту связь, исследуя системы ФВ [5]: «*Масса и сила тока, как следует из исследований автора, есть разные проявления одной и той же физической сути*». Мы же, вскрыв строение элементарных частиц, как замкнутых токов смещения в эфире, обнаружили, что и масса частиц также пропорциональна силе тока смещения, их образующего.

Электрическое сопротивление  $[R] = \left[ \frac{U}{I} \right] = [L T^{-1}] = [v]$ . Просто скорость. В самом

деле, при постоянном токе в проводнике, чем выше сопротивление, тем выше скорость движения носителей заряда.

Получается, что практически все основные электрические величины имеют очень простые кинематические размерности, составленные из размерностей скоростей и ускорений. При этом многие величины вполне могут быть осмыслены, связаны с уже известными физическими явлениями. Возможно, таким же образом могут быть осмыслены абсолютно все электрические величины. Продолжим.

Электродвижущая сила  $[\mathcal{E}] = \left[ \frac{A_{\text{эмп}}}{q} \right] = [U] = [L^3 T^{-3}] = [v^3]$ . Т.е. к *силе* эта величина

имеет косвенное отношение. Это разность потенциалов.

Работа  $[W] = [I \cdot U \cdot t] = [L^2 T^{-2} \cdot L^3 T^{-3} \cdot T] = [L^5 T^{-4}]$ . Такая же размерность, как и в механике. Чего и следовало ожидать.

Мощность  $[P] = [I \cdot U] = [L^5 T^{-5}]$ . Не отличается от механической мощности.

Магнитная индукция  $[B] = \left[ \frac{F}{I \cdot l} \right] = \left[ \frac{L^4 T^{-4}}{L^2 T^{-2} \cdot L} \right] = [L T^{-2}] = [a]$ . Просто ускорение.

Отсюда видно, что основная величина, характеризующая «магнитное поле» имеет кинематическое происхождение. Не тайна, что «магнитное поле» всегда создаётся движением зарядов, т.е. электрического поля.

Сила Ампера  $[F_A] = [I \cdot B \cdot l] = [L^2 T^{-2} \cdot L T^{-2} \cdot L] = [L^4 T^{-4}]$ . Та же размерность, что и у механической силы.

Магнитный поток  $[\Phi] = [B \cdot S] = [L^3 T^{-2}]$ . То есть на самом деле совпадает с размерностью массы! И в самом деле, масса есть численное выражение явления *инерции* элементарного заряда. А инерция, как мы показали, обусловлена взаимоиндукцией мировой среды и ускоренно движущегося заряда. А индукция (по Фарадею) всегда связана с *изменением магнитного потока*.

ЭДС индукции  $[\mathcal{E}_{инд}] = \left[ \frac{d\Phi}{dt} \right] = [L^3 T^{-3}]$ . Размерность потенциала (разности потенциалов).

Индуктивность  $[L] = \left[ \frac{\Phi}{I} \right] = \left[ \frac{L^3 T^{-2}}{L^2 T^{-2}} \right] = [L^1 T^0] = [L]$ . Просто длина. Известно, что

индуктивность длинного прямого провода прямо пропорциональна его длине. В начале 20 века индуктивность даже *измерялась* в сантиметрах, т.е. единицах именно длины.

Частота  $[f] = \left[ \frac{1}{T} \right] = [L^0 T^{-1}]$ . Не отличается от механики.

Длина волны  $[\lambda] = \left[ \frac{v}{f} \right] = [L^1 T^0] = [L]$ . Просто длина.

Скорость распространения колебаний  $[v] = [L^1 T^{-1}]$ . Обычная механическая скорость.

Электрохимический эквивалент вещества  $[k] = \left[ \frac{M}{Q} \right] = \left[ \frac{L^3 T^{-2}}{L^2 T^{-1}} \right] = [L^1 T^{-1}] = [v]$ . Просто

скорость. Ну, в самом деле, если некие частицы (ионы) несут некую массу  $m$  и некоторый заряд  $q$ , то, сколько бы ни пришло таких частиц не электрод, отношение их суммарной массы к суммарному же перенесённому заряду будет всё то же  $m/q$ , что и для одного иона. А вот почему *отношение* массы к заряду имеет размерность скорости и что это за скорость такая – это интересно. Может это скорость переноса массы? Мы знаем, что отношение *квадрата* заряда к его размеру есть масса. И такое соотношение следует из физического механизма инерции. При этом знак заряда, естественно, не играет роли, так как заряд входит в выражение для массы в чётной степени. Произведение же заряда на некоторую *произвольную* скорость, во-первых, будет иметь знак, а во вторых окажется *вектором*. Что за векторная величина? Может быть, это отражает тот известный факт, что измеренная масса движущихся частиц оказывается разной в разных (по отношению к вектору скорости) направлениях (т. наз. поперечная и продольная массы)? Не будем «гадать на размерностях», но будем надеяться, что по мере вскрытия физических механизмов явлений появится ответ и на этот вопрос.

Можно тут вспомнить также и про векторный потенциал:

Векторный потенциал  $[A] = \left[ \frac{\varphi \cdot v}{c^2} \right] = \left[ \frac{v^3 \cdot v}{v^2} \right] = [v^2] = \left[ \frac{L^2}{T^2} \right] = [L^2 T^{-2}]$ . Имеет размерность

силы тока и квадрата скорости. Это тоже весьма интересно. Многие исследователи (например, А. Чуев) сегодня полагают, что векторный потенциал в вакууме тесно связан именно с токами смещения [16]. Легко проверить, что можно легко получить наиболее общий закон электромагнитной индукции, выражаемый языком векторных потенциалов:

$$E = -\frac{dA}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ \frac{L^2}{T^{-2}} \right] = \left[ \frac{L^2}{T^{-3}} \right], \text{ что полностью совпадает по размерности.}$$

Поляризуемость вакуума  $[\eta] = \left[ \frac{T^3}{L^2} \right] = [L^{-2} T^3]$ . Имеет размерность обратную произведению скорости на ускорение, обратную напряжённости электрического поля.

Гравитационная постоянная  $[\gamma] = \left[ \frac{F \cdot r^2}{m \cdot M} \right] = [L^0 T^0] = const$ . Не используется в СЕ в записи закона тяготения.

Инерционная масса заряженной частицы  $[m] = \left[ \frac{Q^2}{r} \right] = [L^3 T^{-2}]$ . Совпадает с размерностью механической массы, гравитационной массы.

Гравитационная масса заряженной частицы  $[m] = [L^3 T^{-2}]$ . Совпадает с размерностью механической массы, инерционной электромагнитной массы.

Как видим, все механические величины, такие как сила, энергия, работа, давление, масса и т.п., выводимые в рамках электродинамики оказываются ровно **той же размерности**, что и в механике. Это показывает, что мы умудрились не наделать (по крайней мере, грубых) ошибок при построении системы электрических величин. Желающие могут повертеть так и сяк различные величины, пытаюсь что-то таким способом угадать, и иногда это даёт плоды. Например, можно углядеть, что масса частицы по размерности равна произведению поляризуемости вакуума на мощность  $[m] = [\eta] \cdot [P] = [L^{-2} T^3] \cdot [L^5 T^{-5}] = [L^3 T^{-2}]$ . Что за мощность такая? Имеет ли это соотношение физический смысл? Не советуем слишком увлекаться этой игрой, но она иной раз и вправду даёт забавные находки.

## Молекулярная физика и термодинамика

Молекулярная физика не использует электродинамических величин, опираясь только на механические величины и понятие температуры. А

температура, как давно выяснено в физике, есть лишь *мера внутренней энергии вещества*. Поэтому размерности ФВ вводимых в рамках этого раздела физики, вряд ли будут отличаться от определённых в работах других авторов.

Число молекул  $[L^0T^0]$  просто число.

Масса вещества  $[L^3T^{-2}]$  просто масса

Молярная масса  $[L^3T^{-2}]$  масса одного моля

Количество вещества  $[L^{-3}T^2]$  моль, количество вещества содержащее столько структурных элементов, сколько структурных элементов вещества (атомов, молекул) содержится в определённом объёме газа при конкретных условиях, либо какой-либо массе определённого эталонного вещества. В настоящее время это число атомов ровно в 12 граммах углерода  $^{12}\text{C}$ . Соответственно ныне принятый моль на самом деле просто обратен массе.

Давление  $[L^2T^{-4}]$  не отличается от механики и электродинамики

Концентрация молекул  $[L^{-3}T^0]$  штуки на объём, т.е. просто обратный объём.

Средняя скорость молекул  $[L^1T^{-1}]$  - просто скорость.

Средняя кинетическая энергия молекул  $[L^5T^{-4}]$  просто энергия одной молекулы.

Температура  $[L^5T^{-4}]$  средняя кинетическая энергия молекул (в СИ она выражена в постоянных Больцмана).

Объём вещества  $[L^3T^0]$  просто объём.

Внутренняя энергия  $[L^5T^{-4}]$  просто энергия.

Работа  $[L^5T^{-4}]$ . Просто работа, она же энергия.

Количество теплоты  $[L^5T^{-4}]$  по определению, это энергия, которую получает или теряет тело при теплопередаче. Количество теплоты является одной из основных термодинамических величин, но по сути это просто другое название для работы.

Постоянная Авогадро  $[L^{-3}T^0]$ . Число молекул в единице объёма идеального газа при нормальных условиях. По сути, при таком определении это обратный объём. Но при современном определении через 12 грамм углерода - это обратный килограмм  $[L^{-3}T^2]$ . Чтобы не путать с молем мы предлагаем считать эту величину просто константой, безразмерным числом  $[L^0T^0]$ .

Постоянная Больцмана [ $k$ ]. Связывает в СИ джоули и градусы Кельвина, в СЕ не используется.

Вот, собственно, и всё основное, что необходимо для формулирования нашей «СЕ» системы физических величин и единиц. Полезной ли, удобной ли окажется предлагаемая система, приживётся ли она – зависит уже не от нас. Скорее от Вас. В заключение хотелось бы отметить, что человек, известный на физических форумах под ником «*дідусь*» независимо от нас вывел и изложил практически идентичную систему физических величин, отказываясь, однако от её официальной публикации. Выражаем этому человеку искреннюю благодарность за содержательные беседы и восхищение его полнейшей бескорыстностью.

## Литература

1. Роберт Орос ди Бартини. Соотношение между физическими величинами. // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат. 1966. Вып.1.
2. Бартини Р Л. ди, Кузнецов П. Г. Множественность геометрий и множественность физик / Моделирование динамических систем. — Брянск, 1974. — С. 18—29.
3. Бражников А.В., Белозеров И.Р. Системы единиц физических величин СБК-1Т и СБК-1L // Современные проблемы науки и образования. – № 6 (приложение «Физико-математические науки»), 2010. – С. 7.
4. И. Мисюченко. Последняя тайна Бога. СПб. 2009. Глава 5. «Инерция как проявление электромагнитной индукции» с. 120.  
<http://314159.ru/misuchenko/misuchenko.pdf>
5. Чуев А.С. СИСТЕМА ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В РАЗМЕРНОСТИ MLT (СИ)  
<http://www.nihononline.ru/index-35.htm>
6. Коган И.Ш. Угол поворота – основная физическая величина.  
<http://physicalsystems.narod.ru/index07.02.3.html>
7. В. Б. Брагинский, В.И.Панов, Проверка эквивалентности инертной и гравитационной масс., Журнал экспериментальной и теоретической физики, 61, 873-880 (1971)
8. Электричество и магнетизм. Берклевский курс физики. Парселл Э. 2005 ISBN: 5-8114-0645-2. С.142
9. Масса (физ. величина). Значение слова "Масса (физ. величина)" в Большой Советской Энциклопедии. <http://bse.sci-lib.com/article074184.html>

10. Мигдал А Б "Поляризация вакуума в сильных полях и пионная конденсация" УФН 123 369–403 (1977).
11. Абсолютная система физических единиц. Ерохин Владимир Викторович. УДК 006.915 . [www.vev50.narod.ru/LT.doc](http://www.vev50.narod.ru/LT.doc)
12. Викулин В., 2011, Система физических величин в размерности LT без подгоночных коэффициентов. [www.electricalleather.com/d/358095/d/lt5\\_norm1.pdf](http://www.electricalleather.com/d/358095/d/lt5_norm1.pdf)
13. Гравитационный аспект элементарной эфирной длины и массы .Игорь Мисюченко, Владимир Викулин 23.06.2011 г. [http://nfp-team.narod.ru/Gravitacionnyj\\_aspekt.pdf](http://nfp-team.narod.ru/Gravitacionnyj_aspekt.pdf)
14. О поляризуемости вакуума и минимально возможном размере заряженной частицы. Игорь Мисюченко, Владимир Викулин 18.06.2011 г. [http://nfp-team.narod.ru/O\\_polyarizuemosti\\_vakuuma.pdf](http://nfp-team.narod.ru/O_polyarizuemosti_vakuuma.pdf)
15. Игорь Мисюченко, Владимир Викулин. ТЕОРИЯ ГРАВИТАЦИИ. Объяснение механизма гравитационного взаимодействия посредством явления поляризации физического вакуума. [http://nfp-team.narod.ru/GT\\_1\\_3.pdf](http://nfp-team.narod.ru/GT_1_3.pdf)
16. А. С .Чуев. О векторном потенциале одиночно движущегося электрического заряда. с.7. ф-ла (9) <http://www.sciteclibrary.ru/textsts/rus/stat/st3067.pdf>