

Об измерении существующего и существовании измеримого (в электромагнетизме)

Существует лишь то, что можно измерить.

Макс Планк

Объективны ли измерения?

Тезис Макса Планка о существовании лишь измеримого общеизвестен и является руководящим принципом для большинства ученых естественнонаучной направленности. Однако это высказывание оказывается истинным лишь тогда, когда производимое измерение объективно. Объективностью измерений занимается метрология, поэтому проблема существования или мнимости физических величин [1–3] тоже входит в предмет изучения этой науки.

В своих работах, опирающихся на систему физических величин и закономерностей (ФВиЗ) [4, 5], автором была высказана «крамольная» или «безумная» по современным представлениям мысль о том, что полевые (в системном смысле) электромагнитные величины типа *напряженности электрического поля E , магнитной индукции B или магнитного потока Φ* – реально не существуют, хотя они активно используются в современной тео-

рии и практике электромагнетизма.

Приводимое выше уточнение для полевых электромагнитных величин – *в системном смысле* – делается по причине неразличимости и большой путаницы современной теории электромагнетизма в свойствах и характеристиках таких величин, как *напряженность и индукция электрического поля, напряженность и индукция магнитного поля*. Те физические величины (ФВ), что реально существуют (базовые электромагнитные величины в размерностной системе ФВиЗ) зачастую признаются вспомогательными и не существующими [6], а системно полевые ФВ, наоборот, признаются реально существующими и главными.

Основанием для признания полевых электромагнитных (ЭМ) величин типа *напряженности электрического и индукции магнитного поля, безусловно существующими*, обычно является то, что эти величины по определению силовые, а поскольку *сила* измерима приборами, то в объективности существо-

А. С. Чуев,
кандидат технических наук,
Доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана

вания этих ФВ сомневаться не принято.

Для подробного и наглядного разъяснения противоположной позиции автора рассмотрим несколько частных изображений системы ФВиЗ с иллюстрацией взаимного расположения и системных взаимосвязей электромагнитных величин, содержащих как рассматриваемые полевые, так и базовые электромагнитные и структурно-средовые величины, которые можно назвать «вещественно-материальными» [7] или просто «материальными».

На рис. 1 приведены системные изображения закономерностей, которые стали отправными для автора в подозрении о мнимости полевых ЭМ величин.

В системе ФВиЗ посредством «выделенных линий» [4, 5] энергия заряженной емкости определяется двойкой (на рис. 1 эти линии изображены красными и точечными) через потенциал (напряжение) и электрический заряд, которые располагаются в середине той или другой выделенной линии.

Напомним, общее правило для размерностей ФВ, оказавшихся в середине и на концах выделенной линии, характеризующей определенную природную закономерность, подчиняется следующему правилу. Произведение размерностей ФВ, расположенных на концах выделенной линии, равно второй степени размерности ФВ, расположенной в середине этой линии. В уравнениях связи (математических формулах), выражающих природные физические закономерности, вместо размерностей ФВ используются их специальные обозначения. В формулах возможно также присутствие числовых безразмерных постоянных, которые в данной системе не обнаруживаемы.

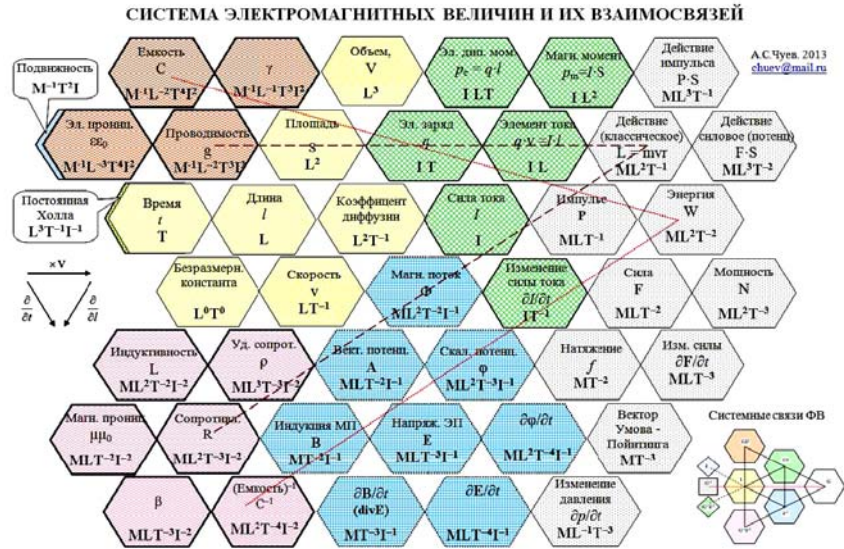


Рис. 1. Изображения системных закономерностей для энергии заряженной емкости и постоянной фон Клитцинга (кванта холловского сопротивления)

Конкретные выделенные линии, изображенные на рис. 1, выражают следующие общеизвестные физико-математические соотношения:

$$W = \frac{CU^2}{2}; W = \frac{q^2}{2C} \text{ - для энергии}$$

заряженной емкости,

$$(R_K)^{-1} = \frac{q_e^2}{h}; R_K = \frac{4\Phi_0^2}{h} \text{ - для по}$$

стоянной фон Клитцинга R_K .

В последних соотношениях обозначено: Φ_0 – квант магнитного потока; q_e – элементарный электрический заряд; h – постоянная Планка (квант ФВ действие).

К удивительным свойствам системы ФВиЗ относится наличие в ней двух подгрупп структурно-средовых ЭМ величин, которые характерны обратными друг другу размерностями. В одной группе есть емкость, проводимость и обратная индуктивность, а в другой группе присут-

ствуют обратная емкость, сопротивление и индуктивность. Возникает вопрос, неужели Природа так щедра на существование в ней ФВ, что допускает наличие одних величин и других, прямо противоположных первым по размерности? Принцип бритвы Оккама вроде бы не должен этого допускать.

Рассмотрим по рис. 1 самый простой пример с энергией заряженной емкости. Двойное определение этой энергии через потенциал (напряжение) и через заряд порождает предположение о том, что одно из них лишнее или мнимое. Выбирая сравнением, что важнее: электрический заряд или потенциал, вполне естественно отдать предпочтение заряду. Из этого можно сделать вывод о сомнительности электрического потенциала и остальных ФВ этой системной группы, именуемой полевыми величинами, в их объективном существовании.

ОБ ИЗМЕРЕНИИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО И СУЩЕСТВОВАНИИ ИЗМЕРИМОГО (В ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМЕ)

В поиске альтернатив

Поиск возможных альтернатив для выражения известных законов электромагнетизма без использования полевых ЭМ величин рассмотрен автором в ряде работ [3, 8, 9]. Результаты этого поиска с использованием системы ФВиЗ для двух ЭМ величин, относимых к силовым, наглядно представлены на рис. 2. Системные закономерности, иллюстрируемые «выделенным параллелограммом», характерны равенством размерностных отношений (произведений) ФВ, расположенных на смежных (противоположных) вершинах этого параллелограмма.

На рис. 2 показаны закономерные связи напряженности электрического поля E и магнитной индукции B с «материальными» ЭМ величинами. Эти связи выражаются следующими физико-математическими соотношениями (без

учета вещественных сред): $E = \frac{D}{\epsilon_0}$; и $B = \mu_0 H$.

Существуют разные точки зрения на объективность существования и первичность тех или других величин, но автор исходит из объективности существования и первичности «материальных» ЭМ величин. Такой взгляд опирается на реальное воплощение и модельную представимость «материальных» ЭМ величин при одновременной невозможности (возможно, неизвестности) модельного представления для полевых ФВ.

Исходя из последних соотношений, можно сделать вывод, что силовые ЭМ величины, относящиеся к полевым величинам и определяемые

$$\text{как } E = \frac{F}{q} = \frac{M_{кр}}{(P_3)} \text{ и } B = \frac{F}{(I)} = \frac{M_{кр}}{(P_m)}$$

(здесь: F – сила; $M_{кр}$ – момент силы;

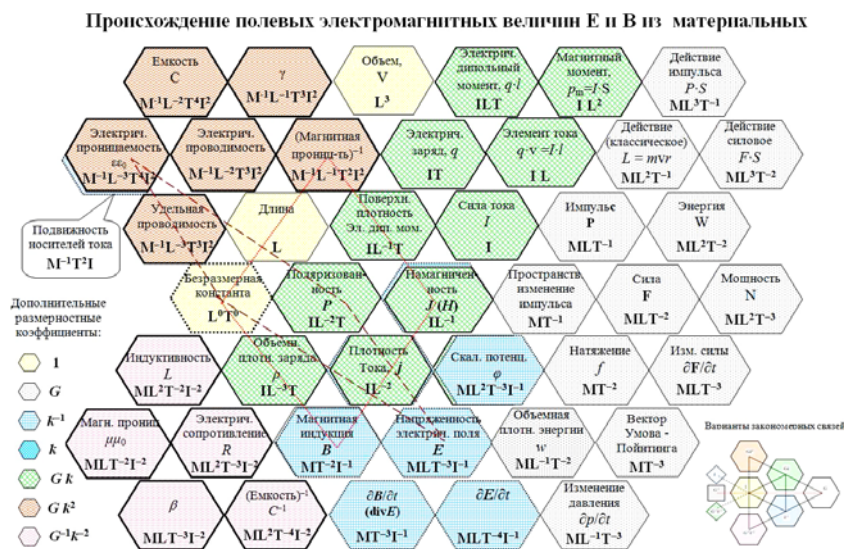


Рис. 2. Происхождение полевых силовых величин из «материальных»

(P_3) и (P_m) – электрический и магнитный дипольные моменты), ущербны тем, что они не содержат параметров среды. В данном случае это вакуумные параметры ϵ_0 и μ_0 . Первый параметр (ϵ_0) системно можно понимать как распределенную емкость, а второй (μ_0) как распределенную индуктивность пространства. Судя по всему, благодаря именно этим свойствам, пространство (как своеобразная среда) и обладает способностью к распространению электромагнитных волн.

Данное положение (с ущербностью определения полевых ЭМ величин E и B , без учета параметров среды) можно пояснить на примере механической аналогии. Если с поверхности Земли запускать разные по объему воздушные шары, наполненные водородом, то легко обнаружить такую закономерность: отношение подъемной силы к объему шара есть некая вполне измеримая величина, которую можно назвать напряженностью силового поля.

Однако в этом определении новой напряженности будет упущена и не учтена плотность атмосферы, а ее влияние на результат измерения, безусловно, есть.

Из этой аналогии следует вывод, что при определении полевых ЭМ параметров E и B (со стороны пробных элементов) нет учета параметров вакуумной среды, представленной электрической постоянной ϵ_0 и магнитной постоянной μ_0 . Таким образом оказывается, что указанные силовые полевые параметры E и B не вполне объективны, хотя и вполне измеримы. Сомнение в объективности силовых измерений этих параметров служит основанием для появления сомнений и в объективности (реальности) их существования.

Возражения оппонентам

Со стороны оппонентов возможны возражения с примерами реальности существования ФВ маг-

нитный поток, который квантуем и реально существует в действительности, хотя по системе ФВиЗ эта величина относится к полевым величинам.

В порядке контрвоображений оценим возможности построения уравнений связи (системных закономерностей) без участия ФВ магнитный поток. Для этого рассмотрим системные закономерности с участие этой ФВ. Рассматриваемые закономерности изображены на рис. 3.

Выделенные параллелограммы рис. 3 (один из них смотрится как бы с ребра), иллюстрируют следующие закономерные соотношения:

$$\Phi = IL - \text{синие точечные линии};$$

$$\Phi = \frac{\mu_0(Il)}{4\pi r^2} - \text{коричневые пунктирные линии};$$

$$\Phi_0 = \frac{\mu_0 q_e}{c} - \text{красные точечные линии};$$

$\Phi = \mu_0 JS$ – две параллельные линии (красная точечная и пунктирная), на концах одной из которых расположены ФВ магнитная проницаемость μ_0 ($\mu = 1$) и магнитный поток Φ . На концах другой линии, под указанными ФВ, расположены две другие, не показанные на рис. 4 величины, обратная площадь S^{-1} и намагниченность J .

В приводимых формулах также обозначено: Φ_0 – квант магнитного потока; I – сила тока; l – длина; L – индуктивность; q_e – элементарный электрический заряд.

Как видно из приводимых формул, без ФВ магнитный поток вполне можно обойтись, если в используемых формулах, где встречается обозначение Φ , вместо него применять подходящее для этого случая выражение. Приводимые для магнитного потока выражения других полевых ЭМ величин не содержат.



Рис. 3. Примеры системных закономерностей с участием ФВ магнитный поток

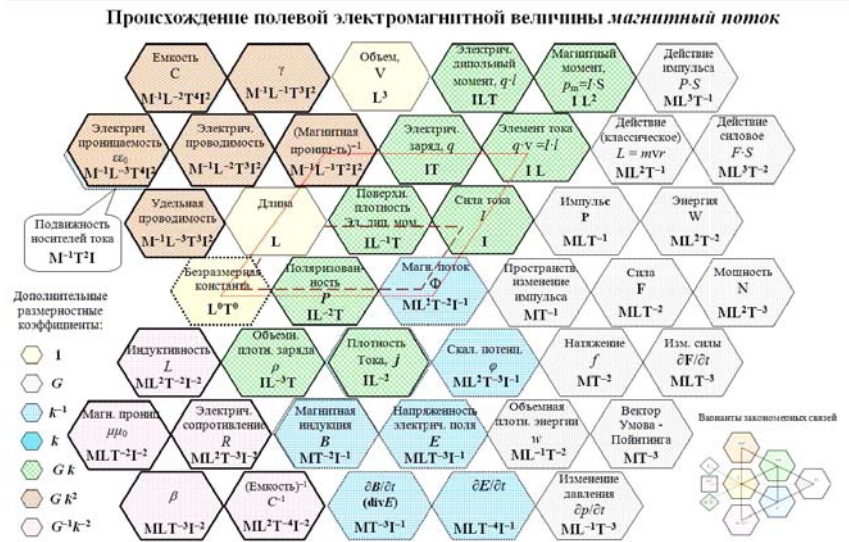


Рис. 4. Системные закономерности с использованием структуро-средовых ЭМ величин другой подгруппы

На рис. 4 приведены системные закономерности, иллюстрирующие те же зависимости (для упрощения показаны две из них), но без использования структуро-средовых величин нижней подгруппы. Напомним, что согласно рис. 1 использо-

вание в системных закономерностях (типа выделенной линии) ФВ именно этой подгруппы влекло за собой применение полевых ЭМ величин, объективность существования которых здесь ставится под сомнение. Системная структура

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ЭЛЕМЕНТОВ АЭРОДРОМОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ



ция физических величин в системах единиц СИ и СГС приводится в работах автора [7, 10].

Выделенный параллелограмм, обозначенный на рис. 4 пунктирной линией, содержит еще одну ФВ – обратную индуктивность (L^{-1}), которая скрытно расположена за ФВ длина.

Подведем итоги нашего рассмотрения. Приводимый материал, в том числе наглядные системные изображения физических величин и закономерностей, показывают органичную включенность полевых ЭМ величин в общую систему ФВиЗ. Вполне естественно и целесообразно использование этой системной группы ФВ как в теории, так и в практической деятельности. Однако следует понимать, что в отличие от ЭМ физических величин, входящих в другие системные

группы, полевые величины представляют собой идеальные (мысленные или фантомные) образования, которые материальным физическим существованием не обладают. Полевые электромагнитные величины не имеют физических модельных представлений и появления таких моделей вряд ли следует ожидать в будущем.

Выводы

1. Используемые в теории электромагнитного поля представления силовых параметров (E и B) как отношения силы к пробному элементу (заряду и элементу тока) не учитывают факта наличия среды (фи-

зического вакуума). Вследствие этого есть сомнение в объективности существования этих и им подобных в системном отношении параметров. Указанное сомнение подкрепляется отсутствием модельных представлений для полевых электромагнитных величин.

2. С использованием авторской системы физических величин и закономерностей показано, что в расчетных формулах и физических представлениях главные полевые электромагнитные величины (E , B и Φ) успешно заменимы «материальными» физическими величинами из системной группы базовых электромагнитных величин с учетом структуро-средовых величин.

Литература.

1. Чуев А. С. Полевые электромагнитные величины – фантом или реальность? // Законодательная и прикладная метрология. – 2012. – № 3. – С. 71–75.
2. Коган И. Ш. Физические величины реальны по определению. // Законодательная и прикладная метрология. – 2012. – № 4. – С. 42–47.
3. Чуев А. С. О реальности и фантомности физических величин. // Законодательная и прикладная метрология. – 2013. – № 4. – С. 34–35.
4. Чуев А. С. Система физических величин и закономерных размерностных взаимосвязей между ними. // Законодательная и прикладная метрология. – 2007. – № 3. – С. 30–33.
5. Чуев А. С., Задорожный Н. А. Компьютерный практикум по изучению системы электромагнитных величин и их закономерностей. Журн. «Физическое образование в вузах». – Т. 19. – № 1. – 2013. – С. 98–104.
6. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы. Изд. 4-е испр. – М.: БИНОМ. – Лаборатория знаний. – 2003. – 320 с.
7. Чуев А. С. О системном и физическом делении электромагнитных величин, относимых традиционно к группе полевых. // Инженерный журнал: наука и инновации – 2014. – Вып. 7. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/fundamentals/physics/1295.html> (дата обращения: 16.08.2015).
8. Чуев А. С. Магнитное поле – какие векторы первичны и что мы измеряем? // Законодательная и прикладная метрология. – 2012. – № 6. – С. 45–48.
9. Чуев А. С. Описание электромагнитных волн в вакууме с использованием физических величин поляризованность и намагиченность. // Наука и образование. Электрон. Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2012. – № 6. – URL: <http://technomag.edu.ru/doc/425164.html> (дата обращения: 16.08.2015).
10. Чуев А. С. Архитектурные модели систем физических величин и закономерностей на базе систем единиц СИ и СГС. // Мир измерений. – 2014. – № 5. – С. 29–36.