Проблема «4/3»

В. Кулигин и М. Корнева (Воронеж. ГУ, Россия), А. Чубыкало, А. Эспиноза (Unidad Académica de Física, Zacatecas, México).

Аннотация.

В статье рассматривается история решения проблемы электромагнитной массы. Показано, что решение проблемы существует только, если потенциалы полей заряда являются мгновенно действующими. Обсуждается проблема «физического эфира», свойства которого принципиально отличаются от моделей «материальных эфиров». Показано, что явление гравитации можно рассматривать как квадратичный эффект электродинамики.

Оглавление:

1 Введение

В 1881 г. выдающийся британский физик Дж. Дж. Томсон [1] опубликовал статью «Об электрических и магнитных эффектах, произведенных движением наэлектризованных тел», в которой он ввел понятие “электромагнитной массы”. Он рассматривая связь между электрическим и магнитным полем заряда предположил, что хотя бы некоторая часть механической массы имеет электромагнитное происхождение. Интересно, что это предположение он высказал еще до открытия электрона, сделанного им же в 1897 г.

Естественно, что массу открытой им частицы он попытался объяснить именно как “электромагнитную”, т.е. с помощью теории электромагнитного поля Максвелла. Позже в книге «Электричество и материя», вышедшей в 1903 г. [2], он высказал гипотезу, что вся масса электрона имеет электромагнитную природу. Понятно, что, в случае подтверждения его гипотезы, открывалась прямая дорога к объединению электромагнитного и гравитационного полей.

Эта идея опередила развитие физики на столетие. Однако для ее реализации ученым пришлось пройти долгий путь, преодолевая ошибки и заблуждения. Благодаря эффекту самоиндукции электростатическая энергия ведет себя как объект, имеющий электромагнитную массу и некоторый импульс.

Заряженная частица создает электромагнитное поле, согласно теории Максвелла. Это поле обладает энергией. Существует заманчивая идея знаменитой формуле $E = mc^2$ описать массу покоя заряда (См. «*Всех настоящих первых помянуть*» http://antidogma.ru/library/firsts.html). Эта идея разрабатывалась Оливером Хевисайдом (1889) [5], Томсоном (1893), Джорджем Фредериком Чарльзом Сирлом (George Frederick Charles Searle 1897), Максом Абрахамом (1902), Хендриком Лоренцем (1892) и др.

Великие ученые так и не смогли решить главные проблемы. Обычно перечисляют следующие:

1. Так называемая «проблема 4/3», заключающаяся в том, что при расчете импульса электромагнитного поля движущегося электрона, он оказался несоответствующим его электромагнитной массе, вычисленной для неподвижного электрона.

2. "Проблема" невозможности обеспечить стабильность электрона (как и любой другой заряженной частицы), только за счет электромагнитного взаимодействия, сформулированная Анри Пуанкаре.

3. Необходимость объяснения массы нейтральных частиц

Мы видим причину в некорректной постановке задачи и в предрассудках, мешавших решению проблемы. В статье мы рассмотрим причину проявления проблемы «4/3», математически строгое решение этой проблемы (без гипотез), а также многочисленные следствия решения проблемы электромагнитной массы для физики.

2 Как возникла проблема 4/3?

Согласно Дж. Томсону электромагнитная масса поля заряда равна

$$m_e = \frac{1}{c^2}\int w\,dV = \int \frac{\varepsilon E^2}{2c^2}dV \qquad (2.1)$$

где: w – плотность энергии электрического поля заряда.

В 1884 г. Пойнтинг вывел свой закон сохранения для уравнений Максвелла.

$$\operatorname{div}\mathbf{S} + \frac{\partial w}{\partial t} = 0 \qquad (2.2)$$

где $\mathbf{S} = [\mathbf{E}\times\mathbf{H}]$ - плотность потока электромагнитной волны.

Было очевидно, что электромагнитный импульс **P** должен быть связан с плотностью потока классическим соотношением

$$\mathbf{P} = m_e\mathbf{v} = \frac{1}{c^2}\int \mathbf{S}\,dV \qquad (2.3)$$

Однако здесь выяснились следующие обстоятельства:

1 Электромагнитная масса определяется формулой (2.1), которая не зависит от формы и структуры заряда. Электромагнитный импульс **P** зависит от структуры (распределение пространственного заряда и форма) заряда $\mathbf{P} = km_e\boldsymbol{v}$

2 Кинетическая энергия массы $K = km_e\frac{V^2}{2}$ также зависит от этих величин.

Оказалось, что коэффициент k принимает *минимальное* значение k = 4/3, если плотность заряда распределена равномерно тонким слоем на поверхности сферы радиуса a. Любые другие распределения плотности дадут коэффициенты больше, чем 4/3. Поэтому проблема получила название «Проблема 4/3».

Рассмотрим некоторые попытки решения этой проблемы.

Великий Анри Пуанкаре указал на "проблему" нестабильности электрона, как заряженной сферы. Действительно, одноименные заряды отталкиваются, следовательно, электрон должен быть подвержен действию электростатических сил, которые должны бы были его разрывать. В действительности ничего подобного не происходит, электрон – стабильная частица, не подверженная самопроизвольному распаду. Чтобы решить указанную "проблему" и одновременно решить проблему 4/3, Пуанкаре предположил, что электрон стягивают особые силы неэлектромагнитного происхождения, которые получили название "напряжения (натяжения, резинки) Пуанкаре".

Кроме того, он предположил, что масса электрона складывается из энергии электромагнитного и неэлектромагнитного происхождения, причем ее неэлектромагнитная составляющая отрицательна! ***Кажется, что эта идея Пуанкаре находится согласии с ошибкой, легшей в основу проблемы 4/3: раз энергия электромагнитного поля отлична от массы частицы, значит, должна существовать энергия неэлектромагнитного происхождения, которая, заодно, и будет компенсировать силы отталкивания частей электрона***!

Но эта идея оказалась принципиально не реализуемой. Действительно, идея состоит в том, чтобы «плохую» положительную электромагнитную массу дополнить отрицательной «антиплохой» массой неэлектромагнитного происхождения так, чтобы гарантировать устойчивость электрона и одновременно получить «правильную» инерциальную массу.

Более того, здесь вновь возникают трудности. Почему мы должны считать, что электрон есть идеальный шар, а не, например, эллипсоид? Если электрон имеет форму эллипсоида или просто несимметричную форму, то «скалярная» по определению инерциальная масса приобретает «тензорные» свойства: $P_i = m_{ik} v_k$. Аналогичная ситуация возникает, если мы рассматриваем систему взаимодействующих зарядов.

Проблема 4/3 долгое время оставалась без решения даже в рамках классического приближения.

3 Решение проблемы электромагнитной массы в классическом приближении.

Решение проблемы электромагнитной массы было найдено и позже опубликовано только в 1996 г. [6], т.е. через 100 лет. Рассмотри подход к решению проблемы. Авторы записывают интеграл

$$I = \frac{1}{2}\int \rho \frac{\partial \varphi}{\partial t} dV = -\frac{\varepsilon}{2}\int \Delta\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial t} dV \qquad (3.1)$$

Используя формулу Гаусса, выражение (3.1) можно привести к виду:

$$I = -\frac{\varepsilon}{2}\oint \frac{\partial \varphi}{\partial t} \mathrm{grad}\varphi \mathbf{n}^0 d\sigma + \frac{\varepsilon}{4}\int \frac{\partial (\mathrm{grad}\varphi)^2}{\partial t} dV \qquad (3.2)$$

где $d\sigma$ - элемент поверхности объема, $\mathbf{n}^0$ - единичная нормаль к поверхности.

С другой стороны, используя уравнение непрерывности для скалярного потенциала и для плотности заряда, выражение (3.1) мы можем записать в другой форме [6]:

$$I = -\frac{\varepsilon}{4}\int \frac{\partial (\mathrm{grad}\varphi)^2}{\partial t} dV - \frac{\varepsilon}{2}\oint \big[\mathrm{grad}\varphi \times [\mathbf{v} \times \mathrm{grad}\varphi]\big]\mathbf{n}^0 d\sigma \qquad (3.3)$$

Сравнивая выражения (3.2) и (3.3), получаем закон сохранения Умова в интегральной форме:

$$\oint (\mathbf{S}_u \cdot \mathbf{n}^0) d\,\sigma + \frac{\varepsilon}{2}\int \frac{\partial (\mathrm{grad}\varphi)^2}{\partial t} dV = \oint (\mathbf{S}_u \cdot \mathbf{n}^0) d\,\sigma + \int \frac{\partial}{\partial t} w_e dV = 0 \qquad (3.4)$$

где: $\mathbf{S}_u = \frac{\varepsilon}{2}\Big\{-\frac{\partial \varphi}{\partial t}\mathrm{grad}\varphi + \big[\mathrm{grad}\varphi \times [\mathbf{v} \times \mathrm{grad}\varphi]\big]\Big\} = w_e \mathbf{v}$, $w_e = \frac{\varepsilon}{2}(\mathrm{grad}\varphi)^2$

В дифференциальной форме закон Умова имеет вид [7]:

$\mathrm{div}\,\mathbf{S}_u + \frac{\partial w}{\partial t} = 0$, т.е. $\mathbf{S}_u = w\mathbf{v}$.

Отсюда следует, что

$$m_e = \int \frac{1}{c^2} w_e dV, \quad \mathbf{P}_e = \frac{1}{c^2}\int \mathbf{S}_u\, dV = m_e \mathbf{v}\,, \qquad (3.5)$$

Выражения (3.5) есть стандартные соотношения, справедливые для классической механики. Обратите внимание на то, что мы пользовались математикой ***без гипотез и не использовали теорему Пойнтинга.***

Нам осталось показать, что кинетическая энергия K_e для электромагнитной массы также равна $K_e = m_e v^2/2$.

Закон Ленца. Мы без доказательства приведем закон Ленца для поля заряда [6] **.**

Напомним, что $\mathbf{A} = \varphi\mathbf{v}/c^2$. Итак,

$$\mathrm{div}\mathbf{S}_k + \frac{\partial w_k}{\partial t} + p_k = 0 \qquad (3.6)$$

где: $w_k = \frac{1}{4\mu}[(\mathrm{div}\mathbf{A})^2 + (\mathrm{rot}\mathbf{A})^2] = \frac{w_e v^2}{2c^2}$ - плотность кинетической энергии (3.7),

$\mathbf{S}_k = -\frac{1}{2\mu}\{\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}\mathrm{div}\mathbf{A} + \left[\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \times \mathrm{rot}\mathbf{A}\right]\}$ - плотность потока Ленца (3.8),

$p_k = -\frac{(\mathbf{j}\cdot\mathbf{A})}{4}$ плотность работы тока в поле потенциала $\mathbf{A}$ (3.9)

Очень интересна интерпретация закона Ленца для нейтрального элементарного проводника с током. В этом примере скалярный потенциал отсутствует (скомпенсирован разноименными зарядами), а ток существует и есть векторный потенциал, создаваемый этим элементарным током.

$d\mathbf{A} = \mu \frac{I(t)d\mathbf{l}}{4\pi r}$ (3.10)

Нас будет интересовать поток кинетической энергии $\mathbf{S}_k$. В законе Умова поток $\mathbf{S}_u$ был связан с конвективным переносом энергии или массы при движении заряда. Поток Ленца (поток кинетической энергии) имеет существенное отличие от потока Умова и потока Ленца. Покажем это на примере элементарного тока [6]. Плотность потока кинетической энергии равна:

$d^2\mathbf{S}_k = \mathbf{r}\frac{\partial}{\partial t} d^2 w_k$ (3.11)

где: $d^2 w_k = \frac{\mu}{2}\left(\frac{I(t)d\mathbf{l}}{4\pi r}\right)^2$

Если ток $I(t)$ увеличивается, он создает поток кинетической энергии, направленный от тока в радиальном направлении ($d^2\mathbf{S}_k > 0$). Кинетическая энергия векторного потенциала **A** вокруг тока возрастает. Если же ток $I(t)$ уменьшается, тогда плотность потока Ленца меняет знак ($d^2\mathbf{S}_k < 0$) и поток энергии устремляется назад к элементарному току, стремясь поддержать его. Интересно отметить, что поток Ленца убывает как $1/r^3$. В отличие от потока Ленца поток Пойнтинга никогда сам *не возвращается* к источнику после излучения.

В *рамках классических представлений* проблема электромагнитной массы имеет строгое решение. Электромагнитная масса обладает всеми признаками обычной инерциальной массы.

4 Причины, помешавшие найти решение проблемы

Удивительно, но для одних и тех же уравнений Максвелла доказаны уже **три** разных закона сохранения энергии. Эти законы отражают разные стороны переноса энергии. Оставим закон сохранения Пойнтинга для будущих обсуждений. Главное для нас есть установление факта электромагнитной природы материи хотя бы для малых скоростей движения зарядов. Почему ученым долгое время не удавалось найти решение проблемы электромагнитной массы?

Обратимся к работам Фейнмана. Фейнман не является первооткрывателем “проблемы 4/3”. Просто в своем учебнике он ***честно*** воспроизвел для студентов результат, полученный еще Дж. Дж. Томсоном. Полученный результат смутил самого Фейнмана. Вот что он пишет по этому поводу:

> “*Разница между двумя формулами электромагнитной массы особенно обидна, потому что совсем недавно мы доказали согласованность электродинамики с принципом относительности. Кроме того, теория относительности неявно и неизбежно предполагает, что импульс должен быть равен произведению энергии на v/c^2 . Неприятная история! По-видимому, мы где-то допустили ошибку. Конечно, не алгебраическую ошибку в расчетах, а где-то* ***проглядели что-то существенное***.”
> [[8], §4, стр.308]

Почему теорема Пойнтинга не дает правильный результат? Р. Фейнман призывает нас подумать над этим. Чтобы понять причины, мы должны рассмотреть историю развития науки.

Начиная с середины 19 века, наука и техника получили быстрое развитие. Работы Фарадея, Максвелла и других ученых позволили сделать гигантский шаг вперед в области эксперимента. Открытия «посыпались», как из рога изобилия. Вот некоторые из открытий:

1855 г. Английский физик Джеймс Максвелл дал первую математически обоснованную формулировку теории электромагнетизма без учета токов смещения.

1861—1862 г. Джеймс Максвелл опубликовал несколько статей «О физических силовых линиях» (впервые ввел ток смещения).

1873 г. Вышел капитальный двухтомный труд Максвелла «Трактат об электричестве и магнетизме».

1874 г. Н.А. Умов. Закон сохранения энергии для движущихся сред.

1880 г. О. Хевисайд свел систему из 20 уравнений с 12 переменными к 4 дифференциальным уравнениям, известным как уравнения Максвелла.

1881 г. Эксперименты Майкельсона по обнаружению эфира. Д.Д. Томсон ввел в физику понятие «электромагнитная масса».

1884 г. Пойнтинг вывел свой закон сохранения для электромагнитных волн.

1888 г. Г. Герц. Экспериментальное доказательство существования электромагнитных волн.

1892 г. Х.Лоренц вывел выражение для силы, действующей на заряд со стороны полей **E** и **H.**

1895 г. Классическая электродинамика в окончательном виде (Х. Лоренц)

1897 г. Открытие Дж. Дж. Томсоном электрона.

1899 г. П.Н. Лебедев экспериментально открыл давление светового потока и другие открытия.

В физике противоборствовали две концепции: концепция дальнодействия и концепция близкодействия. Классическая механика Ньютона и теория тяготения опирались на мгновенное действие на расстоянии. Уравнения Максвелла, эксперименты Герца поддерживали концепцию близкодействия. Это была бескомпромиссная борьба.

Отсутствие большого опыта у молодых ученых и юношеский максимализм подтолкнули молодых ученых к заключению, что классическая физика «*устарела*» и ее необходимо заменить новой физикой, которая смогла бы дать объяснение открытым в физике явлениям. Главная причина «отсталости» классических теорий была названа. Эта причина есть мгновенное действие на расстоянии, которое должно быть удалено из физики. Это было ошибочное заключение, которое стало одной из причин кризиса физики.

Отказу от классических теорий также способствовала СТО А.Эйнштейна, которая «запрещала» любые перемещения со скоростями выше скорости света. К сожалению, Эйнштейн допустил серьезную ошибку при интерпретации преобразования Лоренца [9]. В тот период возникла уверенность, что проблема 4/3 будет обязательно решена квантовыми теориями. Эта надежда оказалась иллюзией. Квантовые теории сами столкнулись с проблемами, имеющими ***классические корни***.

Анализ уравнений Максвелла показал, что электродинамика имеет две ветви [10]. Первая ветвь есть квазистатическая электродинамика с мгновенным действием. Она описывает поля зарядов. Закон Умова и закон Ленца отписывают энергетические соотношения для этих полей.

Вторая ветвь описывает электромагнитные волны запаздывающего потенциала. Теорема Пойнтинга справедлива только для волновых полей. Поля электромагнитных волн и поля зарядов это имеют различные свойства. Отождествление полей зарядов и полей электромагнитных волн есть главная причина трудностей, не позволивших решить проблему электромагитной массы. Мы отмечаем, что «магнитные парадоксы» в квазистатической электродинамике также обусловлены неправомерным применением вектора Пойнтинга к полям зарядов.

Итак, в начале XX века физиками были допущены серьезные ошибки. Теперь через 100 лет мы должны анализировать физику и исправлять эти ошибки.

5 Релятивистский закон Умова

Теперь мы покажем решение проблемы электромагнитной массы. Запишем уравнения Максвелла, используя 4-потенциалы:

$$\frac{\partial^2 A_i}{\partial x_k^2} = -\mu j_i \ (5.1), \qquad \frac{\partial A_i}{\partial x_i} = 0 \ , \quad (5.2) \qquad \frac{\partial j_i}{\partial x_i} = 0 \quad (5.3)$$

где: $j_i = c\rho u_i,\ A_i = \frac{\varphi u_i}{c},\ \ u_i = dx_i/ds$

Уравнения Максвелла описываются выражением (5.1); условие калибровки Лоренца – выражение (5.2); уравнение непрерывности для 4-вектора тока – (5.3). Это стандартная релятивистская запись уравнений Максвелла употребляется во многих учебниках. Скорость заряда постоянна.

Нас будут интересовать два выражения: условие (5.2) и 4-вектор $A_{i.}$. Классические аналоги этих выражений имеют вид:

$$\mathrm{div}\mathbf{A}_0 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial \varphi_0}{\partial t} = 0 \ \ (5.4), \qquad \mathbf{A}_0 = \varphi_0/c^2 \quad (5.5)$$

Чтобы избежать путаницы, мы будем присваивать мгновенным потенциалам индекс «0». Выражение (6.5) закрепляет «жесткую связь» между скалярным и векторным потенциалами. Напомним, что мгновенный скалярный потенциал способен совершать только поступательное (прямолинейное или криволинейное) движение в пространстве.

Мы умножим выражение (5.1) на $-\frac{c}{2\mu}\frac{\partial A_k}{\partial x_i}$ и преобразуем полученный результат.

Правая часть.

$$\frac{c}{2}\frac{\partial A_k}{\partial x_i}j_i = \frac{1}{2}c^2\rho u_i\frac{\partial A_k}{\partial x_i} = \frac{1}{2}c^2\rho u_i\frac{\partial \varphi u_k}{\partial x_i} = \frac{1}{2}c^2\rho\varphi\frac{\partial u_k}{\partial s} = 0 \qquad (5.6)$$

Правая часть обращается в нуль, поскольку потенциал φ берется в собственной системе отсчета, где он не зависит от времени, на заряд не действуют внешние силы, и он не испытывает ускорения $\frac{\partial u_k}{\partial s} = 0$.

Левая часть

$$\frac{c}{2}\frac{\partial A_k}{\partial x_i}\cdot\frac{\partial^2 A_i}{\partial x_k^2} = \frac{c}{2}\frac{\partial}{\partial x_i}\left(A_k\frac{\partial^2 A_i}{\partial x_k^2}\right) = \frac{c}{2}\frac{\partial}{\partial x_i}(\mu A_k j_i) = c\frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{\rho\varphi}{2}u_i u_k\right) = 0 \qquad (5.7)$$

Здесь в левой части мы получили выражение для дивергенции **тензора плотности энергии-потока** для поля заряда. Если компоненты этого тензора разделить на квадрат скорости света и проинтегрировать по пространственному объему, то получим выражение для тензора **энергии-импульса** T_{ik} для релятивистской частицы с электромагнитной массой m_e..

4-дивергенция тензора T_{ik} определяется выражением:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(T_{ki}) = \frac{\partial}{\partial x_i}(m_e c u_i u_k) = 0 \qquad (5.8)$$

Из выражения (5.8) следует, что *релятивистский импульс электромагнитной массы* $\mathbf{P}_e$ *постоянен* ($\frac{\partial \mathbf{P}_e}{\partial t} = 0$). Это очевидно, поскольку силы на заряд не действуют, и заряд перемещается с постоянной скоростью.

Из (5.8) также вытекает релятивистский закон сохранения энергии **Умова** , имеющий стандартную форму.

$$\mathrm{div}\mathbf{S_u} + \frac{\partial w_0}{\partial t} = 0 \qquad (5.9)$$

где: $\mathbf{S}_u = \frac{w\mathbf{v}}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$, $w_0 = \frac{\rho\varphi_0}{2\sqrt{1-(v/c)^2}}$ - плотность потока Умова и плотность энергии поля заряда.

Закон в нерелятивистской форме был установлен проф. Умовым в 1874 г. для сплошных сред [7]. Запишем выражение для релятивистского импульса электромагнитной массы

$$\mathbf{P}_e = \int\frac{\mathbf{S}_u}{c^2}dV = \int\frac{\rho_0\varphi_0}{2c^2\sqrt{1-(v/c)^2}}dV = \frac{m_e\mathbf{v}}{\sqrt{1-(v/c)^2}} \qquad (5.10)$$

Нетрудно видеть, что полученное выражение (5.9) соответствует классическому выражению с точностью до релятивистского множителя. Проблема электромагнитной массы получила строгое решение.

Теперь мы можем сделать **<u>важный вывод для физики</u>**. Электродинамика Максвелла имеет две ветви. Первая ветвь (запаздывающие потенциалы) описывает волновые процессы. Вторая ветвь (мгновенное действие на расстоянии) описывает квазистатические явления электродинамики. Поля зарядов **E** и **H** есть мгновенные поля. Магнитное поле **H** есть результат движения заряда. Поля **E** и **H** электромагнитной волны взаимосвязаны и не могут существовать отдельно. Эти поля распространяются со скоростью света.

6 Физический эфир против материального эфира

Теперь нам необходимо описать предполагаемую природу мгновенного действия на расстоянии и причину постоянства скорости света в любой инерциальной системе отсчета. Этот вопрос требует введения гипотезы. В материалистической философии нет такого термина как «абсолютно пустое пространство». Такое представление о «пустоте» есть ***математическая абстракция***. Все пространство заполнено «физическим эфиром». Это новая гипотеза, которой нет в современной физике. Мы должны описать свойства ***физического эфира*** и показать его принципиальное отличие от других моделей «эфиров», предлагаемых физиками.

Начнем с законов механики для консервативных систем.

1 Уравнение движения тела ***инвариантно*** относительно преобразования Галилея. Это означает, что сила, действующая на тело, и ускорение, приобретаемое телом также инвариантны относительно преобразования Галилея.

2 Закон сохранения импульса ***инвариантен*** относительно преобразования Галилея.

3 Закон сохранения момента импульса ***инвариантен*** относительно преобразования Галилея.

4 Закон сохранения энергии ***инвариантен*** относительно преобразования Галилея

5 Следует добавить ***инвариантность скорости света*** в различных инерциальных системах отсчета. Этот факт мы обсудим специально позже.

Если принять во внимание, что эфир является *неким* ***посредником*** при взаимодействии зарядов, токов, гравитационных масс, то выявляются следующие свойства эфира, который мы назовем ***физическим эфиром***:

1 Свойства физического эфира ***одинаковы*** во всех инерциальных системах отсчета, т.е. ***инвариантны***. В любой инерциальной системе отсчета физический эфир имеет ***одинаковые свойства***! Этот факт есть главное отличие модели физического эфира от всех иных моделей эфира, подобных ***материальным*** средам.

2 Главное свойство ***физического эфира*** это отсутствие у него ***абсолютной системы отсчета***. Материальные модели "эфиров" обязательно имеют ***абсолютную систему отсчета,*** в которой эфир *неподвижен*. Это есть их принципиальное отличие от физического эфира.

3 Физический эфир имеет ***линейные свойства***. Эфир не влияет на поля, волны и их взаимодействие между собой. Однако он может играть роль *посредника* при взаимодействии материальных объектов и при распространении колебаний. Взаимодействия типа "фотон-фотон" в физическом эфире невозможны.

4 Физический эфир не ***имеет инерции.*** Он не имеет ни плотности массы, ни плотности импульса, ни плотности любой энергии.

5 Физический эфир ***не оказывает сопротивления перемещению*** нейтральных материальных тел и не обладает вязкостью.

6 Физический эфир является ***посредником при мгновенном*** действии на расстоянии (при взаимодействии инерциальных зарядов). Эфир передает воздействие объектов друг на друга, хотя сам не участвует в процессе энергетического обмена и обмена импульсами.

7 Электромагнитные волны это волны ***колебаний эфира*** *в физическом пространстве*. Поскольку свойства физического эфира не зависят от выбора инерциальной системы отсчета, ***скорость распространения этих колебаний неизменна***. Она одинакова в любой инерциальной системе отсчета.

Мы описали некоторые свойства физического эфира, которые помогают нам понять причину мгновенного действия на расстоянии и причину постоянства скорости света. Существуют модели ***материального эфира*** (аналог *материальных* сред). Их главный недостаток в том, что материальные модели имеют ***абсолютную систему отсчета***, т.е. они противоречат принципу эквивалентности инерциальных систем Галилея-Пуанкаре.

7 Поле заряда и мгновенное действие на расстоянии

Обратимся к квазистатической ветви классической электродинамики. Покоящееся заряженное тело создает вокруг себя электростатическое поле. Поле есть образная физическая *модель* (отражение фрагмента реальности), позволяющая нам дать умозрительное представление и на основе *аналогии* представить картину физических явлений и процессов. Согласно современным представлениям квазистатической электродинамике электрический заряд окружен *вакуумом* (пустотой). Невозможно себе представить носитель, который создавал бы в окружающем заряд ***абсолютно пустом*** пространстве нечто ***материальное***, например, поле.

Физический эфир спасает положение. С изложенной выше точки зрения заряд формирует (условно говоря) вокруг себя из эфира нечто подобное ***бесконечной сплошной среде***

Это состояние эфира мы называем электрическим полем неподвижного заряда. Поле заряда это возбужденное состояние физического эфира, порожденное зарядом. Поле заряда обладает *энергетическими* и *силовыми* свойствами. Оно способно воздействовать на другие заряды с некоторой силой и вызывать их ускорение. Эфир здесь является только *посредником*.

Рассмотрим поле заряда и дадим некоторые определения.

<u>Определение 1.</u> Потенциал электрического поля в *данной точке пространства,* создаваемый покоящимся в этой инерциальной системе отсчета электрическим зарядом, это **энергетическая** характеристика поля покоящегося в заряда. Потенциал численно равен работе, которую мы должны совершить, чтобы переместить пробный (единичный, положительный, точечный) заряд из бесконечности в данную точку пространства.

<u>Определение 2.</u> Напряженность электрического поля *неподвижного* заряда в некоторой точке пространства есть **силовая** характеристика поля. Она численно равна силе, которая будет действовать на пробный (единичный, положительный, точечный) заряд, ***покоящийся*** в данной точке пространства.

Поле заряда (потенциал и напряженность) мы можем **условно** рассматривать, как некоторую *бесконечную среду*, окружающую заряд (возбужденное состояние эфира).

Теория потенциала часто использует понятие *точечного* заряда. Это заряженное тело, которое в условиях рассматриваемой физической задачи имеет *пренебрежимо малый размер*. Отметим, что заряженное тело «точечного размера» имеет конечную инерциальную массу покоя и величину электрического заряда.

В физике и в теории потенциала имеет место *закон сохранения заряда*. Точечный заряд не исчезает и не возникает. Заряд устойчив и не распадается на части. Если заряд движется со скоростью $\mathbf{v}$, то $\mathrm{div}\mathbf{v} = 0$. Помимо этого, если *точечное* заряженное тело *вращается вокруг своей оси*, вокруг ***него не возникает вращения*** скалярного потенциала ($\mathrm{rot}\mathbf{v} = 0$) и, соответственно, не возникает магнитного поля.

Это свидетельство важного факта. При движении заряда его поле движется только ***поступательно*** независимо от характера и кривизны траектории. Поле движется параллельно самому себе. Это необычное свойство движения поля точечного заряда как раз и обусловлено свойствами физического эфира, окружающего заряд. Все точки потенциала одновременно имеют *один и тот же вектор скорости* независимо от траектории движения заряда. Потенциал заряда (физический эфир) не совершает *вращательного* движения относительно своего центра масс. Напомним, что скалярный потенциал заряженного тела удовлетворяет уравнению Пуассона:

$$\Delta\varphi = -\rho/\varepsilon$$

<u>Уравнение непрерывности для скалярного потенциала.</u> Рассматривая условно скалярный потенциал заряда, как некоторую непрерывную *сплошную среду* (состояние физическогоэфира), мы можем использовать для поля заряда соотношения, полученные в механике сплошных сред. Например, уравнение непрерывности скалярного потенциала имеет стандартный вид:

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \mathrm{div}\mathbf{v}\varphi = 0 \qquad (7.1)$$

Это известное уравнение механики сплошных сред. Мы теперь можем ввести векторный потенциал $\mathbf{A}$. Пусть $\mathbf{A} = \varphi\mathbf{v}/c^2$, тогда мы получаем новую форму уравнения непрерывности:

$$\frac{1}{c^2}\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \mathrm{div}\mathbf{A} = 0 \qquad (7.2)$$

В электродинамике это условие обычно называют условием калибровки Лоренца. Мы напоминаем, что потенциал поля точечного заряда движется всегда поступательно, т.е. все точки потенциала φ имеют *одну и ту же скорость*.

Вновь мы возвращаемся к возбужденному зарядом физическому эфиру, как условной «среде», и законам механики сплошных сред.

<u>Уравнение сохраняемости векторных трубок</u>. В механике сплошных сред имеется уравнение непрерывности для некоторого произвольного вектора **a.** Вектор **a** описывает бесконечное векторное поле, создаваемое источником поля. Это поле имеет мгновенный характер, подобно скалярному потенциалу.

Уравнение сохраняемости векторных трубок имеет вид:

$$\frac{\partial \mathbf{a}}{\partial t} + \mathbf{v}\mathrm{div}\mathbf{a} + \mathrm{rot}[\mathbf{a} \times \mathbf{v}] = 0 \qquad (7.3)$$

Если мы заменим вектор $\mathbf{a}$ векторным кулоновским полем $\mathbf{E}_q = -\mathrm{grad}\varphi$, то можем записать:

$$\frac{\partial \mathrm{grad}\varphi}{\partial t} + \mathbf{v}\mathrm{divgrad}\varphi + \mathrm{rot}[\mathrm{grad}\varphi \times \mathbf{v}] = \frac{\partial \mathrm{grad}\varphi}{\partial t} + \mathbf{v}\Delta\varphi + \mathrm{rot}(\varphi\mathbf{v}) = 0 \qquad (7.4)$$

Стороннее электрическое поле (фарадеевское поле). При движении скалярного потенциала относительно неподвижного наблюдателя наблюдатель обнаружит «добавку» к напряженности поля. Эта добавка есть ***стороннее электрическое поле*** Фарадея. Напряженность стороннего поля равна:

$$\mathbf{E}_f = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \qquad (7.5)$$

Сторонним это поле является потому, что оно не может быть выражено в форме градиента потенциала электростатического поля $\mathbf{E}_q$, т.е. поле $\mathbf{E}_f$ *не имеет электростатического происхождения*. Сторонняя ЭДС есть результат движения поля скалярного потенциала относительно покоящегося пробного заряда в системе отсчета наблюдателя. Нетрудно показать, что имеет место тождество:

$$\mathrm{rot}\mathbf{E}_f = -\mu\mathrm{rot}\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = -\mu\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \qquad (7.6)$$

Это тождество получило название «закон Фарадея».

Если бы Максвелл следовал законам теории потенциала и механики сплошных сред, он записал бы следующую систему уравнений:

$$\mathrm{rot}\mathbf{H} = \varepsilon\frac{\partial \mathbf{E}_q}{\partial t} + \mathbf{j}, \ \mathrm{rot}\mathbf{E}_f = -\mu\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}, \ \mathrm{div}\mathbf{E}_q = -\frac{1}{\varepsilon}\Delta\varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon}, \ \mathrm{div}\mathbf{H} = 0 \qquad (7.7)$$

где: $\mathbf{H} = \frac{1}{\mu}\mathrm{rot}\mathbf{A}$, $\mathbf{E}_q = -\mathrm{grad}\varphi$, $\mathbf{E}_f = -\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}$, $\mathbf{j} = \rho\mathbf{v}$

Система уравнений (7.7) превосходно описывает квазистатические явления. Все поля и потенциалы имеют мгновенно действующий характер. Итак, мы рассматриваем мгновенное поле заряда как непрерывную среду (возмущение физического эфира), которая хорошо описывается в рамки механики сплошных сред.

Интересно отметить следующее обстоятельство. Максвелл считал, что электрическое поле одно. Он не различал кулоновское и фарадеевское электрические поля. Если мы удалим индексы при электрических полях и объединим электрические поля, тогда система уравнений (7.7) принимает стандартную форму записи уравнений Максвелла:

$$\mathrm{rot}\mathbf{H} = \varepsilon\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \mathbf{j}, \ \mathrm{rot}\mathbf{E} = -\mu\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}, \ \mathrm{div}\mathbf{E} = -\frac{1}{\varepsilon}\Delta\varphi = -\frac{\rho}{\varepsilon}, \ \mathrm{div}\mathbf{H} = 0 \qquad (7.8)$$

где: $\mathbf{H} = \frac{1}{\mu}\mathrm{rot}\mathbf{A}$, $\mathbf{E} = -\mathrm{grad}\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}$, $\mathbf{j} = \rho\mathbf{v}$

Мы не будем анализировать связь уравнений (7.7) и (7.8). Это специальная тема, затрагивающая волновую ветвь электродинамики. Мы дадим лишь краткое пояснение, касающееся кулоновского взаимодействия зарядов.

8 Поле заряда и преобразование Лоренца

В Части 5 мы доказали закон сохранения Умова для полей зарядов и решили релятивистскую проблему электромагнитной массы. Мы установили, что в решениях уравнений Максвелла могут присутствовать мгновенные потенциалы. Другими словами, можно задать такие условия, при которых решение системы уравнений Максвелла будет содержать мгновенные потенциалы. Это удобно показать, если записать потенциалы уравнения Максвелла в форме 4-потенциалов .

$$\frac{\partial^2 A_i}{\partial x_k^2} = -\mu j_i \ (5.1), \qquad \frac{\partial A_i}{\partial x_i} = 0, \quad (5.2) \qquad \frac{\partial j_i}{\partial x_i} = 0 \qquad (5.3)$$

где: $j_i = c\rho u_i$, $A_i = \frac{\varphi u_i}{c}$, $u_i = dx_i/ds$

Уравнения Максвелла описываются выражением (5.1); условие калибровки Лоренца – выражение (5.2); уравнение непрерывности для 4-вектора тока – (5.3). Это стандартная релятивистская запись уравнений Максвелла употребляется во многих учебниках.

Нас будут интересовать два выражения: условие (5.2) и 4-вектор A_i. . Классические аналоги этих выражений имеют вид:

$$\mathrm{div}\mathbf{A}_0 + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\varphi_0}{\partial t} = 0 \qquad (8.1), \qquad \mathbf{A}_0 = \varphi_0/c^2 \qquad (8.2)$$

Мы будем присваивать мгновенным потенциалам индекс «0». Выражение (8.2) закрепляет «жесткую связь» между скалярным и векторным потенциалами. Напомним, что мгновенный скалярный потенциал способен совершать только поступательное (прямолинейное или криволинейное) движение в пространстве.

Легко убедиться, что при подстановке выражения (8.2) в условие калибровки Лоренца (8.1) мы получим уравнение непрерывности для скалярного потенциала φ_0.

$$\mathrm{c}^2\mathrm{div}\mathbf{A}_0 + \frac{\partial\varphi_0}{\partial t} = \mathrm{div}\mathbf{v}_0 + \frac{\partial\varphi_0}{\partial t} = 0 \quad \text{или} \quad \frac{\partial\varphi_0}{\partial t} = -\mathrm{div}\mathbf{v}\varphi_0 \qquad (8.3)$$

Теперь мы можем исключить частные производные из уравнений Максвелла. Для иллюстрации рассмотрим скалярный потенциал точечного инерционного заряда, который перемещается вдоль оси x со скоростью $\mathbf{v}$. Используя (8.3), можно найти следующие выражения при движении вдоль оси x:

$$\frac{\partial\varphi_0}{\partial e} = -\mathrm{div}\mathbf{v}\varphi_0 = -v\frac{\partial\varphi_0}{\partial x},$$

$$\frac{\partial^2\varphi_0}{\partial t^2} = -\frac{\partial}{\partial t}\left(v\frac{\partial\varphi_0}{\partial x}\right) = -v\frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial\varphi_0}{\partial t} - \frac{\partial\varphi_0}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial t} = v^2\frac{\partial^2\varphi_0}{\partial x^2} - \frac{\partial\varphi_0}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial t} \qquad (8.4)$$

Если заряд движется с постоянной скоростью $\mathbf{v}$, тогда выражение (8.4) можно упростить

$$\frac{\partial^2\varphi_0}{\partial t^2} = v^2\frac{\partial^2\varphi_0}{\partial x^2} \qquad (8.5)$$

Используя (8.5), приведем *волновое уравнение* для скалярного потенциала к уравнению пуассоновского (*эллиптического*) типа

$$\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\frac{\partial^2\varphi_0}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi_0}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi_0}{\partial z^2} = \frac{q}{4\pi\varepsilon a^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\delta(x-vt,y,z) \qquad (8.6)$$

где а – радиус сферы, по поверхности которой распределен заряд.

Решением уравнения (8.6) является скалярный потенциал φ_0:

$$\varphi_0 = \frac{q}{4\pi\varepsilon\sqrt{(x-vt)^2+\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)(y^2+z^2)}} \qquad (8.7)$$

Этот потенциал φ_0 является мгновенным. Мы обращаем внимание на то, что выражение (8.7) мы можем получить другим путем. Мы можем, например, применить преобразование Лоренца к потенциалу покоящегося заряда. Аналогичные выражения можно получить для векторного потенциала $\mathbf{A}_0$.

Итак, мгновенные потенциалы можно преобразовывать, используя преобразование Лоренца. Мгновенное действие на расстоянии не противоречит этому преобразованию.

Скорость распространения взаимодействий. Это понятие было введено Эйнштейном. Он опирался на преобразование Лоренца, в которое входил множитель $1/\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$. Эйнштейновский «постулат» не корректен по следующим причинам. Атрибутом парного взаимодействия является непосредственный или опосредованный (через поля) контакт взаимодействующих объектов.

1 Если нет контакта, нет и взаимодействия.

2 Область контакта принадлежит обоим взаимодействующим объектам *одновременно.*

3 Следовательно, термин «скорость распространения взаимодействий» принадлежит не одному из взаимодействующих объектов, а именно этой области. Если контакта нет, тогда нет взаимодействия и бессмысленно говорить о скорости его распространения.

Термин «скорость распространения взаимодействий» есть *эмоциональное*, но не научное понятие. Поэтому в учебниках вы обнаружите массу попыток иллюстрировать постулат, но не найдете ни одного строгого определения этого понятия.

Мы дадим новое определение идеи Эйнштейна:

В рамках преобразования Лоренца скорости перемещения инерциальных систем, физических объектов, материальных сред и мгновенных потенциалов не могут превышать скорость света.

Итак, мгновенный потенциал и преобразование Лоренца не имеют противоречий.

9 Лагранжиан взаимодействия электрических зарядов

Состояние физического эфира, возбужденного зарядом, является посредником, как мы говорили, при мгновенном действии на расстоянии. Физический эфир не обладает инерцией, все изменения в свободном пространстве происходят мгновенно. Любой новый заряд, попадая в электрическое поле первого, мгновенно испытывает действие силы. Одновременно первый заряд испытывает такое же воздействие со стороны второго. Посредником взаимодействия является не "***пустота***", как пишется в современной физике, а возбужденное зарядами состояние эфира. Благодаря симметрии взаимодействия эфир не меняет своей энергии. Он проводит взаимодействие между зарядами одновременно в обе стороны.

Как известно, взаимодействие двух зарядов можно описать с помощью следующей функции Лагранжа

$$L_{int} = e_1 c u_i^{(1)} A_i^{(2)} = e_1 u_i^{(1)} \varphi_2 u_i^{(2)} \approx \frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon R_{12}} u_i^{(1)} u_i^{(2)} \qquad (9.1)$$

Выражение $u_i^{(1)} u_i^{(2)}$ есть истинный скаляр.

$$u_i^{(1)} u_i^{(2)} c^2 = \frac{(ic, \mathbf{v}_1)}{\sqrt{1-\frac{v_1^2}{c^2}}} \cdot \frac{(ic,\ \mathbf{v}_2)}{\sqrt{1-\frac{v_2^2}{c^2}}}$$

Итак, в нерелятивистском приближении ($v \ll c$) мы имеем

$$L_{int} = \frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon R_{12}} u_i^{(1)} u_i^{(2)} \approx -\frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon R_{12}} \left(1 + \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2}{2c^2}\right) \qquad (9.2)$$

Обратите внимание, что выражение (9.2) получено нами без гипотез. Оно инвариантно относительно преобразования Галилея и позволяет дать простое объяснение существующим магнитным парадоксам. Некоторые из парадоксов рассмотрены в [10].

Используя (9.2) легко записать функцию Гамильтона для двух зарядов. Она равна

$$H = \frac{m_1 \mathbf{v}_1^2}{2} + \frac{m_2 \mathbf{v}_2^2}{2} + \frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon R_{12}} \left(1 - \frac{(\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2)^2}{2c^2}\right) \qquad (9.3)$$

В современной электродинамике, отвергающей мгновенное действие на расстоянии, возникают большие трудности не только в написании нерелятивистской функции Гамильтона, но в объяснении «предсказываемых явлений» (магнитные парадоксы). Например, в [11] авторы вводят следующую нерелятивистскую функцию Гамильтона

$$H = \frac{(\mathbf{P} - e\mathbf{A})}{2m} + e\varphi \qquad (9.4)$$

где $\mathbf{P} = m\mathbf{v} + e\mathbf{A}$ - фиктивный импульс (9.5)

Если мы подставим (9.5) в (9.4), то получим:

$$H = \frac{m\mathbf{v}^2}{\mathbf{2}} + e\varphi \qquad (9.6)$$

Векторный потенциал в выражении (9.4) фактически отсутствует. Он исчез! Это означает, что функция Гамильтона (9.4) не способна описывать магнитные взаимодействия зарядов. Функция Гамильтона (9.4) это математический подлог, фальсификация. Она сделана, чтобы спрятать проблемы и уйти от необходимости их решения. Подобный шаг создает иллюзию правильного решения. Фальсификация порождает новые парадоксы и проблемы.

10 Гравитация как квадратичный эффект квази-статики

Во Введении мы упомянули об интересной гипотезе Дж.Дж.Томсона об электромагнитной природе тяготения. В настоящее время физики работают над ОТО А.Эйнштейна. Фантастические следствия этой теории («Теория Большого взрыва», «Черные дыры», «Темная материя» и др.) вызывают непонимание и сомнение у многих исследователей.

Мы провели анализ математических основ ОТО и выяснили интересный факт. Оказывается, 200 лет назад геометры допустили ошибку. Они решили, что криволинейное пространство может существовать самостоятельно. Как показано в работе [12] Криволинейное пространство не может существовать самостоятельно! Это пространство можно задать только в Евклидовом пространстве. Если Евклидово пространство «исчезнет», тогда автоматически исчезнет криволинейное пространство. По этой причине нельзя рассматривать ОТО как научную теорию. Физическая интерпретация гравитационных явлений в ОТО некорректна.

Анализ показал, что идея Дж.Дж. Томсона об электромагнитной природе гравитации легко реализуется в рамках квазистатической ветви классической электродинамики [13]. Идея решения есть следующая. В нерелятивистской механике существует два понятия массы: первое относится ко второму закону Ньютона, а второе — к закону всемирного тяготения.

Первая масса — ***инертная*** *(или инерционная) — есть отношение негравитационной силы, действующей на тело, к его ускорению.*

Вторая масса — ***гравитационная*** *— определяет силу притяжения тела другими телами и его собственную силу притяжения.*

Эти две массы измеряются в различных экспериментах, поэтому совершенно не обязаны быть связанными, а тем более — эквивалентными друг другу.

Более того, признание *количественного* равенства (или пропорциональности) влечет неизбежную *качественную* эквивалентность, т.е. тождественность масс. С физической точки зрения это недопустимо.

Теперь мы покажем новый путь. Если мы запишем функцию Лагранжа для взаимодействия двух протонов (3.3), добавив в нее квадратичные члены, тогда мы получим:

$$L_q = -\frac{1}{4\pi\varepsilon R_{12}} q_1 q_2 + \frac{1}{R_{12}} k(q_1 q_2)^2 + \cdots \qquad (10.1)$$

где: q_1, q_2- величины взаимодействующих зарядов, R_{12} - относительное расстояние между зарядами, v_{12} - относительная скорость движения зарядов, k – коэффициент пропорциональности.

Второй член суммы в скобках в выражении (10.1) очень похож на функцию Лагранжа для закона всемирного тяготения: $L_g = G\frac{m_1 m_2}{R_{12}}$. Если мы будем считать, что гравитационный заряд (*гравитационная* масса m) пропорционален квадрату электрического заряда $m_i = \sqrt{\frac{k}{G}} q_i^2$, то получим функцию Лагранжа для Закона Всемирного тяготения $L_g = G\frac{m_1 m_2}{R_{12}}$

Мы не будем здесь рассматривать интересные следствия нового подхода. Они изложены в [13]. Решение проблемы «4/3» открывает пути для новых направления исследований. Во-первых, существующие представления о тензорных гравитационных волнах ошибочны. Гравитационные волны могут оказаться продольными, поперечными и т.д. Во-вторых, возникает интересная проблема обнаружения анти гравитации и т.д.

11 Заключение

Ошибки, которые ученые не исправляют вовремя, превращаются в предрассудки тормозящие развитие науки. Одним из таких предрассудков стала «проблема 4/3» или проблема электромагнитной массы. Итак, мы показали следующее.

1 Проблема электромагнитной массы имеет строгое решение только в том случае, если поля являются мгновенно действующими. Этот результат справедлив как в классическом, так и в релятивистском вариантах.

2. Мы ввели гипотезу о существовании физического эфира. Свойства физического эфира не зависят от выбора инерциальной системы отсчета. Физический эфир позволяет объяснить

постоянство скорости света в инерциальных системах отсчета и особенности мгновенного действия на расстоянии.

3 Были вскрыты ошибки в нерелятивистской функции Лагранжа. Исправленный вариант функции Лагранжа для взаимодействующих зарядов инвариантен относительно преобразования Галилея и позволяет разрешить магнитные парадоксы, возникшие в физике ранее.

4 Мы показали, что явления гравитации могут рассматриваться как квадратичные эффекты квазистатической электродинамики.

Полученные результаты не ограничиваются электродинамикой. Они позволяют, например, дать правильное объяснение «квантовой запутанности» (*Quantum entanglement*) и т.д. Однако обсуждение таких проблем выходят за рамки данной статьи.

Сссылки:

1 On the Electric and Magnetic Effects produced by the Motion of Electrified Bodies. (1881) *by Joseph John Thomson* **Philosophical Magazine**, 1881, 5 11 (68): 229-249,

2 Electricity and Matter. Andesite Press (August 8, 2015) by Joseph John Thomson (Author) ISBN-10: 1297560957 **(**Дж. Дж. Томсон “Электричество и материя” Изд. РХД, Москва-Ижевск, 2004).

3 "Die allgemeine Bewegung der Materie als Grundursache aller Naturerscheinungen", Heinrich Schramm, 1872, Wilhelm Braumüller, k.k.Hof- und Universitäts-Buchhändler.

4 Zur Theorie der Strahlung in bewegten Korpern F. Hasenohrl, Ann. Phys., Band 15, Seite 344-370, (1904); 16, 589 (1905).

5 Оливер Хевисайд. 1889. From the book "Causality, Electromagnetic Induction, and Gravitation" by Oleg D. Jefimenko (pp. 189-202) A GRAVITATIONAL AND ELECTROMAGNETIC ANALOGY BY OLIVER HEAVISIDE. [Part I, The Electrician, 31, 281-282 (1893)].

6 The Electromagnetic Mass of a Charged Particle V.A. Kuligin, G.A. Kuligina, M.V. Korneva redshift.vif.com/JournalFiles/Pre2001/V03NO1PDF/V03N1KUL. PDF APEIRON Vol. 3 Nr. 1 January 1996

7 Umov (Umoff), N.A., 1874. Beweg-Gleich. d. Energie in contin. Korpern, Zeitschriff d. Math. and Phys. V. XIX, Schlomilch.

8 Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс Фейнмановские лекции по физике. Том 6: Электродинамика. Перевод с английского (издание 3). - Эдиториал УРСС. - ISBN 5-354-00704-6

9 A. Chubycalo, A. Espinosa , V. Kuligin and M. Korneva. Why does struggle around SRT continue to this day? **International Journal of Research-Granthaalayah**, 7(1), 2018.

10 A. Chubycalo, V. Kuligin Unknown classical electrodynamics, **Boston Journal Of Modern Physics,** Vol.4, Iss. 2, 2018.

11 Л. Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Теория поля, Физматгтз, М.: 1963.

12 Spatial curvature as a distorted napping of Euclidean space **Boston Journal Of Modern Physics,** Vol. 3 Iss. 2, Octoder 13, 2018

13 A. Chubycalo, A. Espinosa, V. Kuligin THE POSTULATE OF EQUVALENCE OF MASSES OR THE LOW OF THEIR PROPORTIONALITY, **International Journal of Engineering Technologies and Management Research** IC^{TM} Value 3.00 February 2019

ПРИМЕЧАНИЕ

Эта статья (Проблема «4/3») под названием **«ONCE AGAIN ABOUT YHE PROBLEM “4/3”»** *by A. Chubycalo, A. Espinosa , V. Kuligin* опубликована в журнале **International Journal of Engineering Technologies and Management Research.** *Vol* 6 (*Iss* 6), *June 2019*