Проблемы волновой электродинамики

Виктор КУЛИГИН, Галина КУЛИГИНА, Мария КОРНЕВА
Исследовательская группа «Анализ» , http://n-t.org/ac/iga/

Статья носит популярный, обзорный характер и посвящена анализу некоторых застарелых проблем и противоречий в волновой электродинамике. В основе этой статьи лежит обнаруженное авторами нарушение единственности решения задачи Коши для волнового уравнения. Рассматриваются следствия, вытекающие для электродинамики и теории относительности.

Введение

Анализируя проблемы электродинамики и трудности, с которыми сталкивается эта теория, мы уже давно пришли к заключению, что поля зарядов и электромагнитные волны имеют различные свойства и должны описываться различными уравнениями. Более того, мы пришли к заключению, что взаимодействия мгновенного характера, свойственные механике Ньютона и являющиеся решениями уравнения Пуассона, неизбежны в современной физике. Однако, эти выводы, хотя и имели достаточно серьезное обоснование, могли рассматриваться с точки зрения современных представлений (например, с позиции СТО) только в качестве рабочей гипотезы, противоречащей этим представлениям. Слишком много предрассудков и заблуждений укоренилось в современной физике.

Наша точка зрения получила существенную поддержку только тогда, когда обнаружилось, что задача Коши для волнового уравнения не имеет единственного решения [1], [2], [3], [4]. Это позволило понять и объяснить многое в современной механике и электродинамике.

1. Прямое решение волнового уравнения

Сначала мы рассмотрим два варианта решения волнового уравнения для скалярного потенциала поля равномерно движущегося точечного заряда. *Начальные условия* при такой постановке задачи несущественны, поскольку поля, определяемые начальными условиями, удовлетворяют *однородному* волновому уравнению, т.е. они не имеют источников. Это необходимо нам для иллюстрации нарушения единственности решения. Мы сравним особенности *прямого решения* и *параллельного* (второго) *решения*. Термин «параллельное» решение будет определен нами в следующем параграфе. Векторный потенциал мы рассматривать не будем для экономии места. Решения для него можно получить по аналогии с решениями для скалярного потенциала.

Прямое решение. Как известно, скалярный потенциал ϕ поля заряда должен удовлетворять волновому уравнению (калибровка Лоренца).

$$\Delta\phi - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2} = -\frac{q}{\varepsilon}\delta(x; y; z - vt)\,, \qquad (1.1)$$

где: ϕ – скалярный потенциал поля заряда, δ – дельта функция Дирака, v – скорость заряда.

Будем считать, что скорость $\mathbf{v}$ постоянна. Как известно, уравнения Максвелла не описывают рождения отдельного заряда. Мы будем предполагать, что заряд существует сколь угодно долго, а в свободном пространстве нет иных полей, кроме поля заряда. Чтобы не перегружать статью известными формулами, мы не будем выписывать решение в явном виде, а лишь обсудим его. Как видно из рис. 1, эквипотенциальные поверхности поля скалярного потенциала ϕ_1 представляют собой семейство сферических поверхностей, не имеющих общего центра. Эти поверхности изображены для момента времени $t = 0$.

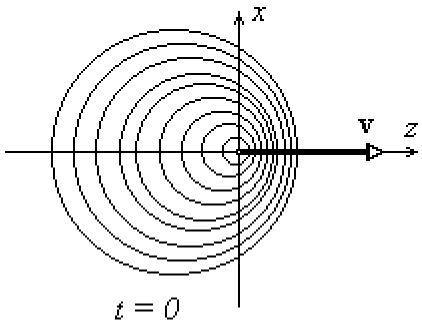

Рис. 1.

Если бы заряд в этот момент времени мгновенно остановился, то при $t > 0$ картина поля изменилась бы так, как показано на рис. 2. Внутри расширяющейся сферы ($R = ct$; $t > 0$) мы обнаружим семейство эквипотенциальных сфер, имеющих общий центр. Вне этой сферы картина поля будет прежней. При $r > ct$ эквипотенциальные поверхности не будут иметь общего центра, как и ранее. Они «запомнили» движение заряда до момента остановки, т.е. поле, сохраняет информацию о предшествующем движении заряда.

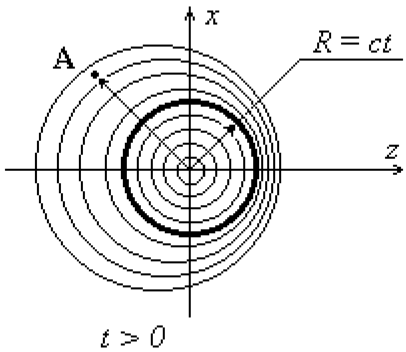

Рис. 2.

Потенциал ϕ_1 есть *прямое решение* волнового уравнения, т.е. «запаздывающий» потенциал. Его отличительные признаки следующие. Во-первых, потенциал ϕ_1 запаздывает относительно своего источника на время $\tau = r/c$, где r – расстояние от источника поля до точки наблюдения А (рис. 2). В силу этого, между движением источника поля и эквипотенциальными поверхностями нет мгновенной синхронности. Во вторых, эквипотенциальные поверхности (поле) сохраняют всю информацию о движении заряда от момента его «рождения» ($t \to -\infty$) до момента наблюдения t. Запаздывающий потенциал частицы сохраняет в «своей памяти» все ее перемещения в прошлом и будет продолжать «сохранять» все то, что произойдет с частицей в дальнейшем. Запаздывающим потенциалам отвечают потенциалы Льенара-Виехерта, широко используемые в теоретической физике.

Обратимся теперь к описанию потенциала в кулоновской калибровке.

$$\Delta\mathbf{A} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\mathbf{A}}{\partial t^2} = -\mu\mathbf{j} + \frac{1}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}\mathrm{grad}\phi; \quad \mathrm{div}\mathbf{A} = 0; \quad \Delta\phi = -\frac{\rho}{\varepsilon} \qquad (1.2)$$

Из приведенных уравнений видно, что скалярный потенциал является мгновенно действующим вопреки Специальной теории относительности. Он удовлетворяет уравнению Пуассона. Чтобы разрешить это противоречие, авторы некоторых учебников утверждают, что кулоновская калибровка рассматривает-де *покоящиеся* заряды. А неподвижные заряды как раз и должны описываться кулоновским потенциалом!

Будем рассуждать логически последовательно. Если заряды действительно *неподвижны*, тогда как может существовать ток, плотность которого равна $\mathbf{j} = \rho\mathbf{v}$ (уравнение (1.2))? Если заряды неподвижны (потенциал ϕ не зависит от времени), тогда по какой причине может меняться во времени электрическое поле неподвижных зарядов $\mathbf{E} = -\,\mathrm{grad}\phi$ в уравнении (1.2)?

Приведенное «объяснение» превратилось в застарелый предрассудок. Учителя навязывают такое объяснение своим ученикам, а те – своим, и это повторяется в каждом поколении!

Мы видим, что, вообще говоря, свойства скалярного потенциала в кулоновской калибровке и в калибровке Лоренца различны (описываются разными уравнениями). Однако в современной электродинамике бытует мнение, опирающееся на теорему о *существовании и единственности решения* волнового уравнения, что кулоновская калибровка и калибровка Лоренца эквивалентны, поскольку-де они дают одинаковые значения электрического и магнитного поля при решении задач электродинамики. Эта эквивалентность закреплена так называемой *градиентной* (калибровочной) *инвариантностью*. Следовательно, мы наталкиваемся на противоречие: *каким (запаздывающим или мгновенно действующим) должен быть скалярный потенциал*?

Мы вернемся к этой проблеме. Сейчас мы приведем таблицу, в которой приведены сравнительные признаки, отличающие мгновенно действующие и запаздывающие потенциалы.

Таблица 1

Сравнительные характеристики запаздывающих и мгновенно действующих потенциалов

Запаздывающие потенциалы	**Мгновенно действующие потенциалы**
1. Потенциал в точке наблюдения при движении источника запаздывает. Запаздывание зависит от расстояния до источника потенциала.	1. Потенциал движется синхронно со своим источником (без запаздывания).
2. Поле сохраняет информацию о предшествующем движении источника потенциала.	2. Поле не сохраняет информации о предшествующем движении источника поля.
3. Потенциал описывается уравнением гиперболического типа, например, волновым уравнением (прямое решение).	3. Потенциал описывается уравнением эллиптического типа, например, уравнением Пуассона (прямое решение).

2. Параллельное решение

Мы начнем с вопроса терминологии. В работах [1], [2], [3], [4] было показано, что помимо *прямого решения* волнового уравнения существует *второе решение*, определяемое выбором калибровки волнового уравнения. Подобных «вторых» решений существует счетное множество. По этой причине все «вторые» решения мы будем называть *параллельными решениями*, т.е. решениями, которые существуют параллельно *прямому решению*.

Параллельное решение. Покажем теперь, что параллельное решение уравнения (1.1) может содержать как запаздывающие потенциалы, так и мгновенно действующие. Для этой цели мы будем искать решение уравнения (1.1) в виде суммы $\phi_2 = u + w$; где: u – мгновенно действующий потенциал, а w есть прямое решение некоторого волнового уравнения.

Уравнений, которым может удовлетворять потенциал u, можно выбрать сколь угодно много. Мы выберем следующее.

$$\Delta u - \frac{v^2}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = -\frac{q}{\varepsilon}\delta(x; y; z - vt) \tag{2.2}$$

Такое уравнение выбрано для удобства последующего анализа.

Упражнение 1

Желающие могут выбрать любое другое уравнение эллиптического типа. Они получат другое решение, отличающееся от нашего решения. Мы можем рекомендовать для начала уравнение

$$\Delta u-\frac{v^2}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\pm\frac{1}{c^2}\frac{\partial v}{\partial t}\frac{\partial u}{\partial z}=-\frac{q}{\varepsilon}\delta(x;y;z-vt)$$

Используя выражение (2.2) для потенциала u, мы получим следующее уравнение для потенциала w.

$$\Delta w-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}=\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-\frac{v^2}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \tag{2.3}$$

Заметим только, что в соответствии с [1], [2], [3], [4], мы всегда можем подобрать для w такие начальные условия, чтобы параллельное решение ϕ_2 удовлетворяло задаче Коши.

Рассмотрим теперь, что следует из уравнения для w. Конечно, нам следовало бы прежде найти решение уравнения для u, затем подставить результат в уравнение для w и только затем анализировать уравнение (2.3). Но мы выбрали уравнение для u таким, чтобы обойти эту последовательность операций.

Преобразуем правую часть уравнения (2.3), используя уравнение непрерывности для потенциала u

$$\frac{\partial u}{\partial t}=-\mathrm{div}\mathbf{v}u=-v\frac{\partial u}{\partial z} \tag{2.4}$$

Применяя дважды этот результат ко второй производной по времени в правой части, получим:

$$\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=-\frac{1}{c^2}\frac{\partial}{\partial t}(v\frac{\partial u}{\partial z})=-\frac{1}{c^2}\frac{\partial v}{\partial t}\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{v^2}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \tag{2.5}$$

Итак, принимая во внимание результат (2.5), мы можем записать окончательное выражение для определения потенциала w

$$\Delta w-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}=-\frac{1}{c^2}\frac{\partial v}{\partial t}\frac{\partial u}{\partial z} \tag{2.6}$$

Из полученного выражения следуют интересные результаты. Во-первых, заряд, движущийся с постоянной скоростью, не создает полей запаздывающих потенциалов. Во вторых, заряд может их создавать тогда и только тогда, когда он движется ускоренно, т.е. движется с переменной скоростью.

Те же выкладки мы могли бы проделать и для векторного потенциала в калибровке Лоренца. Полученные выводы вполне согласуются с выводами современной электродинамики: только ускоренно движущийся заряд излучает электромагнитную волну. Что касается *продольных волн*, излучаемых зарядом и переносимых запаздывающим скалярным потенциалом, они будут рассмотрены позже.

Упражнение 2

Пусть заряд равномерно движется по окружности. Используя уравнения Максвелла в калибровке Лоренца, найти такое *параллельное решение*, в котором заряд не излучает электромагнитную энергию.

Итак, при v = const запаздывающие потенциалы отсутствуют и потенциал $\phi_2 = u$ содержит только мгновенно действующий компонент.

Рассмотрим теперь уравнение для потенциала *u*. Преобразуем уравнение (2.2), используя замену $Z = (z - vt)/(1 - v^2/c^2)^{1/2}$

$$\Delta u - \frac{v^2}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial Z^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon}\delta[x, y, Z\sqrt{1 - v^2/c^2}\,] \tag{2.7}$$

Уравнение (2.7) есть уравнение Пуассона для мгновенно действующего потенциала *u*. Отсюда всего один шаг до вывода преобразования Лоренца. Запишем теперь выражение для потенциала ϕ_2.

$$\phi_2 = \frac{q}{4\pi\varepsilon\sqrt{(1 - v^2/c^2)(x^2 + y^2) + (z - vt)^2}} \tag{2.8}$$

Это решение хорошо известно в релятивистской электродинамике. Но по известным причинам его традиционно считают «запаздывающим»(!), хотя оно отвечает всем признакам мгновенно действующего решения (см. табл. 1). «Деформация» поверхностей равного потенциала не играет здесь ровно никакой роли.

Отсюда следует весьма важный вывод. Вопреки постулату о существовании *предельной скорости распространения взаимодействий* электродинамика (опирающаяся на лоренц-ковариантную форму уравнений Максвелла) широко использует *мгновенно действующие* потенциалы. Преобразование Лоренца, как и преобразование Галилея, не может «преобразовывать» мгновенно действующий потенциал в запаздывающий и обратно. Свойства *запаздывания* или *мгновенного воздействия* сохраняются полем в любой инерциальной (и неинерциальной) системе отсчета. Они не зависят от того, какое *линейное алгебраическое* преобразование координат и времени мы используем.

В следующей работе о проблемах квазистатической электродинамики мы покажем, что мгновенное взаимодействие *принципиально необходимо* современной физике.

3. Скорость распространения взаимодействий

Специальная теория относительности уже давно завела физику в тупик. Не случайно, что эта теория с ее положениями подвергались и подвергаются сейчас жесткой критике со стороны здравомыслящих ученых. Мы тоже постарались внести свой вклад в это дело [5], [6], [7], [8]. Один из сомнительных постулатов СТО – постулат о существовании *предельной скорости распространения взаимодействий*.

Постулат, *как бы*, ***логически*** вытекал из «релятивистского множителя» $(1 - v^2/c^2)^{-1/2}$, входящего в знаменатель компонент матрицы Лоренца. Рассмотрим содержание постулата о конечной скорости распространения взаимодействий. Чтобы понять содержание этого постулата, мы должны ответить на некоторые вопросы. Что такое *«взаимодействие»*? Как и почему оно *«распространяется»*?

По нашему мнению, взаимодействие есть ***процесс*** (но не материальный объект!), который может занимать определенную область пространства (простираться) и длиться какой-то промежуток времени. А может ли быть *процесс*, например, взаимодействия двух зарядов *материальным объектом*? Но ведь в постулате А. Эйнштейна речь идет не об изменении области, где проявляется взаимодействие, не об интенсивности этого процесса и не о времени его существования!

С эйнштейновской точки зрения взаимодействие это *«волейбольный мяч»*, летающий от одной команды к другой через сетку. Если это так, тогда следовало бы однозначно связать или отождествить взаимодействие с *неким материальным объектом* и рассматривать именно *его скорость*.

Пусть взаимодействие есть материальный объект (например, электромагнитная волна), тогда нарушается *симметрия* при взаимодействии тел и нарушается принцип *взаимности действия* (симметрия, *принцип равенства действия противодействию* и т.д.). Какое-то тело должно начать взаимодействие *первым* (как у малышей: *кто первый начал драку?*)? Более того, электромагнитная волна как материальный объект может сама взаимодействовать, например, с зарядом. Какими в этом случае *«камешками взаимодействия»* заряд обменивается с волной? Какую *скорость* имеют эти «камешки»? Проверенная 200 летним опытом вся классическая физика *противоречит* подобным представлениям о взаимодействии.

Некоторые ученые, понимая некорректность этого постулата, пытались «выправить» положение путем изменения терминологии. Они предлагали новую формулировку этого постулата: постулат о существовании предельной скорости *распространения информации*. Но ведь информация есть содержание, выражаемое с помощью символов [звуковых, графических и т.п.]. Более того, передача информации всегда идет от генератора к приемнику, т.е. имеет все ту же асимметрию. По этой причине «изменение номенклатуры» не достигает своей цели. Без определения содержания понятия ***«взаимодействие»*** постулат о существовании предельной скорости распространения взаимодействий превращается в бессодержательную догму (постулат, не отвечающий сущности физических явлений и здравому смыслу). Но релятивисты упорно избегают дать строгое *философское* определение этого понятия.

В соответствии со сказанным выше, настоятельной задачей стал детальный анализ содержания *причинно-следственных отношений* и ревизия содержания причинно-следственных связей. Детальный анализ отношений изложен в [9] (см. также [10]).

4. Продольные волны в электродинамике

Итак, мы постепенно начинаем приходить к выводу, что поля зарядов и электромагнитные волны не одно и то же. Электромагнитные волны распространяются в пространстве, «забыв» о своем источнике. Поля зарядов имеют мгновенно действующий характер. Они всегда связаны с зарядом и определяются только величиной заряда в системе отсчета, связанной с зарядом. Возможно, эти поля имеют общую природу, но эта «природа» проявляется в двух различных формах (запаздывающие и мгновенно действующие потенциалы).

Обратимся теперь к запаздывающему скалярному потенциалу, который, согласно полученным ранее результатам, может при ускоренном движении излучать энергию, переносимую скалярным запаздывающим потенциалом. Иными словами, он может создавать поток энергии скалярного поля, распространяющийся со скоростью света.

Будем рассматривать для простоты поля излучения, создаваемые ускоренным зарядом, вдали от заряда в свободном пространстве. В работах [2], [3], [4] было показано, что в рамках калибровки Лоренца существует три вида потоков: два потока продольных волн и один – поперечных волн. Выражения для них приведены в табл. 2.

Таблица 2

Плотности потоков и плотности энергий, создаваемых ускоренным зарядом

Тип потока	**Плотность потока**	**Плотность энергии**
Поперечная волна векторного потенциала	$\mathbf{S}_1 = -\frac{1}{\mu}\frac{\partial \mathbf{A}_1}{\partial t}\times \mathrm{rot}\mathbf{A}_1$	$w_1 = \frac{1}{2\mu}[(\mathrm{rot}\mathbf{A}_1)^2 + (\frac{\partial \mathbf{A}_1}{\partial ct})^2]$
Продольная волна векторного потенциала	$\mathbf{S}_2 = -\frac{1}{\mu}\frac{\partial \mathbf{A}_2}{\partial t}\mathrm{div}\mathbf{A}_2$	$w_2 = \frac{1}{2\mu}[(\mathrm{div}\mathbf{A}_2)^2 + (\frac{\partial \mathbf{A}_2}{\partial ct})^2]$
Продольная волна скалярного потенциала	$\mathbf{S}_3 = -\varepsilon\frac{\partial \phi}{\partial t}\mathrm{grad}\phi$	$w_3 = \frac{\varepsilon}{2}[(\mathrm{grad}\phi)^2 + (\frac{\partial \phi}{\partial ct})^2]$

Опираясь на принцип суперпозиции, для удобства мы искусственно разделили векторный потенциал **A** на два независимых компонента: вихревая составляющая векторного потенциала $\mathbf{A}_1$ (divA1 = 0) и безвихревая составляющая $\mathbf{A}_2$ (rot$\mathbf{A}_2$ = 0). Итак, в калибровке Лоренца уравнений Максвелла могут существовать три потока энергии. Из них один – поперечная волна, а два других – продольные волны.

В отличие от калибровки Лоренца кулоновская калибровка описывает только одну поперечную электромагнитную волну. Она не предсказывает появление продольных волн, поскольку содержит только одно волновое уравнение для $\mathbf{A} = \mathbf{A}_1$ (см. выражение (1.2)). Помимо этого, продольные волны в электродинамике не были обнаружены экспериментально, хотя по порядку величины их плотности потока и плотности энергии должны быть *соизмеримы* с плотностью энергии и плотностью потока поперечной электромагнитной волны. Инвариантны ли кулоновская калибровка и калибровка Лоренца?

Чтобы устранить противоречие и сохранить инвариантность, естественно было предположить, что плотности потоков $\mathbf{S}_2$ и $\mathbf{S}_3$, а также плотности энергий w_2 и w_3 должны взаимно компенсировать друг друга, хотя бы на бесконечности. В работах [2], [3], [4] было установлено, что для компенсации этих потоков на бесконечности достаточно выполнение двух условий: $\mathbf{S}_2 = -\mathbf{S}_3$ и $w_2 = -w_3$. Эти условия реализуются тогда и только тогда, когда справедливо следующее выражение.

$$\lim_{r\to\infty} \mathbf{r}\,\mathbf{E}_\mathrm{L} = \lim_{r\to\infty} \mathbf{r}\,[-\frac{\partial\,\mathbf{A}_2}{\partial\,t} - \mathrm{grad}\,\phi] = 0 \qquad (4.1)$$

где: **EL** – продольная составляющая электрического поля.

К счастью, в классической электродинамике это условие всегда выполняется благодаря уравнению связи div$\mathbf{A}_2 + \partial\phi/\partial(c^2t) = 0$. Итак, продольные волны в рамках двух рассматриваемых калибровок отсутствуют. Эти волны не переносят энергию электромагнитного поля. Проблема разнородного описания полей в рамках двух калибровок, казалось бы, решена. Но какой ценой это достигнуто? – Плотность энергии поля скалярного потенциала и плотность потока энергии скалярного поля должны быть *отрицательными*.

Решение одной проблемы породило другую. Это проблема электромагнитной массы заряженной частицы. В рамках кулоновской калибровки электромагнитная масса заряда *положительна*. Калибровка Лоренца свидетельствует о том, что электромагнитная масса заряда должна иметь *отрицательный* знак (!). А этот вывод противоречит всей электростатике, описывающей взаимодействие точечных зарядов.

В тех же работах для подтверждения этого вывода мы проанализировали тензор энергии-импульса электромагнитного поля. Анализ привел к тому же заключению. В рамках Лоренц-ковариантной формулировки уравнений Максвелла энергия поля скалярного потенциала должна быть *отрицательной*.

Мы уже начали привыкать, что в общем случае *калибровочная инвариантность*, т.е. независимость решения уравнений Максвелла от выбора калибровки, не имеет места. Это объясняется тем, что волновое уравнение не имеет единственного решения. Но ведь в современной электродинамике имеется специальное доказательство («градиентная инвариантность») инвариантности калибровок Лоренца и Кулона. Так имеет ли место *градиентная инвариантность* на самом деле или же доказательство этой инвариантности содержит ошибку?

5. Градиентная инвариантность

Читатели, мы надеемся, уже убедились, что в общем случае из кулоновской калибровки не всегда следуют выводы, совпадающие с выводами, вытекающими из калибровки Лоренца. Было бы неразумным принимать всерьез, без проверки и анализа вывод об инвариантности этих калибровок.

Такой анализ был сделан в работах [2], [3], [4]. Оказалось, что в общем случае эти калибровки различны. Однако было найдено условие, при котором они могут дать эквивалентное описание электромагнитных явлений. Это условие можно сформулировать следующим образом.

Кулоновская калибровка и калибровка Лоренца инвариантны тогда и только тогда, когда два уравнения совместны:

$$\Delta\phi = -\frac{\rho}{\varepsilon} \tag{5.1}$$

$$\Delta\phi - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2} = 0 \tag{5.2}$$

Возможно ли это? Решение уравнения (5.1) есть мгновенно действующий потенциал, а решение уравнения (5.2) – запаздывающий потенциал, не имеющий источников. Каким образом скалярный потенциал ϕ может удовлетворять двум этим уравнениям одновременно?

Решение этой проблемы важно по многим причинам. На основе градиентной инвариантности в классической электродинамике и в квантовой электродинамике было получено много результатов, подтвержденных экспериментом. Можно сказать, что квантовая электродинамика построена на этой инвариантности. Вот почему поиск условия совместности уравнений (5.1) и (5.2) нам представлялся необходимым.

Решение, которое мы так долго искали, оказалось простым. Если плотность пространственного заряда ρ удовлетворяет *однородному волновому уравнению*

$$\Delta\rho - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\rho}{\partial t^2} = 0\,, \tag{5.3}$$

тогда уравнения оказываются *совместными*, и имеет место *градиентная инвариантность*.

Физически это означает, что в *проводниках* (средах) помимо инерциальных электронов проводимости должны существовать также *заряды и токи*, перемещающиеся со скоростью света. Очевидно, такие заряды и токи должны иметь массу покоя, равную нулю. Существование их подтверждается наличием поверхностных зарядов и токов, которые возникают при распространении электромагнитной волны в волноводах, коаксиальных линиях и т.д. Но какова их природа?

Можно предположить, [11], [12] что такие заряды есть электроны проводимости, «потерявшие» по какой-то причине свои инерциальные свойства. Можно предположить, что инерциальные частицы окружены «хороводом» безынерциальных зарядов. В проводниках образуются условия, позволяющие этим «безынерциальным» зарядам перемещаться со скоростью света. Можно предположить, что инерциальные частицы окружены неким полем, возмущения которого распространяются со скоростью света и воспринимаются как заряды, перемещающиеся со скоростью c. Здесь мы не будем обсуждать достоинства и недостатки той или иной гипотезы. Это специальная проблема.

Заключение

Кризис физики на рубеже 19...20 веков сломал «классические представления» о мире и ввел новые понятия и принципы. Эти принципы опирались не на здравый смысл, а *на веру* в правильность гипотез, выдвигаемых учеными того времени. Частные успехи укрепили эту веру. Поскольку многие положения новых представлений противоречили *здравому смыслу и логике*, эти представления могли держаться только на абсолютизации новой физики, на жестком подавлении инакомыслия в науке, т.е. на догматизме.

Философия физики, оказавшаяся в наиболее глубоком кризисе, так и не смогла подняться на ноги. Она была раздавлена амбициями и догматизмом физиков. Сейчас философия физики влачит жалкое существование [13], [14].

Но физики не только задавили философию. Они изгнали математическую строгость из своих физических исследований, буквально «варварски» используя математику. Можно было бы привести немало примеров нарушения основ математики физиками. Например, *релятивистский вариационный принцип* некорректен [15], [16], [17]. В некоторых случаях «обрезаются» расходящиеся ряды, используются неправомерные операции с расходящимися интегралами и т.д.

В результате, в физике накопилось большое число гносеологических ошибок и математически некорректных результатов. Они привели к неправомерной интерпретации физических явлений, к парадоксам и внутренним логическим противоречиям в теориях. *Любые попытки* вырваться из накатанной «колеи» и дать новые решения проблем рассматриваются догматиками как покушение на науку и называются «лженаукой» (словечко придумали!).

Обычно исследователь, сталкиваясь с противоречием, выдвигает гипотезу, позволяющую, на его взгляд, найти решение проблемы. Мы надеемся, читатель уже заметил, что наш метод иной. Мы исследуем проблему, чтобы докопаться до ее сути. Помимо этого, мы старались сохранить без изменений все то, что подтверждено экспериментом, и вносить только те изменения, которые требует логика, теория познания и математическая корректность результатов. Результаты, приведенные в этой обзорной работе не гипотезы. Итак, мы установили следующее.

1. Волновое уравнение не имеет единственного решения. Помимо *прямого решения* существуют *параллельные решения*. Это ведет к необходимости тщательного анализа решений и их обоснованной интерпретации.
2. Мы установили, что мгновенное взаимодействие имеет место в рамках релятивистских представлений. Отвергать этот факт бессмысленно.
3. Из сказанного выше следует, что постулат *о существовании предельной скорости распространения взаимодействий* – пустое понятие (понятие без содержания и без смысла).
4. Мы доказали, что в рамках калибровки Лоренца продольные волны не переносят энергию. Тем самым, мы сблизили описание электромагнитных полей в рамках двух калибровок.
5. Мы нашли условие, при котором *градиентная инвариантность* имеет место. Это условие накладывает определенные ограничения на уравнения Максвелла. Токи и заряды в уравнениях Максвелла должны быть безынерциальными.
6. Существование безынерциальных зарядов и токов в проводниках не отвергает наличия в них инерционных электронов проводимости. Существуют и те, и другие.

Эти выводы объективны и доказательны. Если они противоречат эксперименту, то придется менять не их, а пересматривать исходные уравнения Максвелла и основы электродинамики. Из полученных результатов следует:

– Поскольку уравнения Максвелла могут использоваться ***только*** для безынерциальных зарядов и токов, квазистатические явления должны описываться *своими* уравнениями.
– Преобразование Лоренца не имеет *всеобщего* применения и необходимо определить границы применимости этого преобразования. Более того, необходима ревизия интерпретации этих преобразований и отказ от Специальной теории относительности.
– Необходимо решить проблему природы безынерциальных зарядов и проблему их взаимодействия с инерционными электронами и электромагнитной волной.
– Уравнение для безынерциальных зарядов (5.3) не имеет источников. Видимо настала необходимость доопределения этого уравнения. Здесь мы «врезаемся» в область действия квантовых теорий. Можно надеяться, что теперь появились серьезные предпосылки для переосмысления явлений в рамках квантовых теорий и переосмысления основ этих теорий.

Источники информации:

1. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Волновое уравнение не имеет единственного решения?!. НиТ, 2002.
2. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Калибровки и поля в электродинамике / Воронеж. Ун-т. – Воронеж, 1998. Деп. в ВИНИТИ 17.02.98, №467 – В98.
3. Kuligin V.A., Kuligina G.A., Korneva M.V. Analysis of the Lorentz's gauge. Canada, Montreal, 2000. – Apeiron, vol. 7, no 1...2.
4. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Кризис релятивистских теорий, часть 2 (Анализ основ электродинамики). НиТ, 2001.
5. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. К столетнему юбилею СТО. НиТ, 2002.
6. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Преобразование Лоренца и теория познания / Воронеж. ун-т. – Воронеж, 1989. Деп. в ВИНИТИ 24-01-89, №546.
7. Kuligin V.A., Kuligina G.A., Korneva M.V. Epistemology and Special Relativity. Apeiron, (20:21). 1994.
8. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Кризис релятивистских теорий, часть 1 (Анализ теории относительности). НиТ, 2001.
9. Кулигин В.А. Причинность и взаимодействие в физике // Детерминизм в современной науке. Воронеж, 1987.
10. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Кризис релятивистских теорий, часть 3. (Причинность в физике). НиТ, 2001.
11. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Однопроводные линии / Воронеж. ун-т. – Воронеж, 2002. Деп. в ВИНИТИ 10-06-2002, №1062 – В2002.
12. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Безынерциальные заряды и токи. НиТ, 2002.
13. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Физика и философия физики / Воронеж. ун-т. – Воронеж, 2001. Деп. в ВИНИТИ 26-03-2001 №729 – В2001.
14. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Физика и философия физики. НиТ, 2001.
15. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. Кризис релятивистских теорий, часть 4. (Вариационный принцип релятивистских теорий). НиТ, 2001.
16. Kuligin V.A. The Principle of Least Action in Special Relativity Theory. Galilean Electrodynamics, vol. 12, Special Issues 2, 2001.
17. Кулигин В.А. Интеграл действия релятивистской механики / Проблемы пространства, времени, тяготения. – С.-Петербург.: Политехника, 1997.

Дата публикации:

20 января 2003 года

Электронная версия: