

БЕЛЫЕ ПЯТНА В ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ

К.Б. Канн

kkann@yandex.ru

Аннотация

В работе приведены результаты анализа некоторых положений современной электродинамики, образующих «белые пятна» в системе существующих представлений. Показано, что во многих случаях причиной этих неувязок являются искажения природы явления электромагнитной индукции. Одним из них является подмена взаимодействия электрических зарядов в этом процессе взаимодействием электрических и магнитных полей. Эта подмена превратила теорию взаимодействия электрических зарядов в не существующее в природе «взаимодействия полей». В электротехнике в связи с этим появилось много «парадоксальных» схем, в которых нарушаются основные законы электродинамики, а в теории радиосвязи был «узаконен» мертворожденный механизм распространения «электромагнитных волн» в вакууме.

*«Имейте мужество
воспользоваться
собственным умом».*

И.Кант

Как это начиналось (вместо предисловия)

С электричеством люди познакомились в глубокой древности, когда обнаружили, что янтарь, потертый о шерсть, может притягивать перышки, соломинки и пр. Впоследствии было установлено, что электрические *заряды* бывают двух видов – «положительные» и «отрицательные». В некоторых телах («*проводниках*») они могут перемещаться, образуя направленные потоки (электрические *токи*). При более глубоком изучении этих фактов было обнаружено много принципиально новых явлений, которые составили предмет новой науки – *электростатики*. С магнетизмом люди были знакомы еще раньше, чем с электричеством. Китайцы создали и использовали компас более 1000 лет назад.

В течение многих столетий электрические и магнитные свойства предметов рассматривались как независимые явления. В 1820 г. датский ученый Эрстед обнаружил, что около провода с током магнитная стрелка отклоняется. Это означало, что электрический ток порождает *магнитное поле*. Это открытие принципиально изменило подход к новым явлениям: электрические и магнитные процессы стали рассматриваться совместно как проявления единого («*электромагнитного*») взаимодействия. Так как магнитными свойствами обладали лишь движущиеся электрические заряды, то всю совокупность электромагнитных явлений стали называть *электродинамикой*.

Основной закон электростатики в 1785 году экспериментально установил французский военный инженер Ш. Кулон. Этот закон задавал силу взаимодействия двух электрических зарядов (q_1 и q_2), отстоящих друг от друга в вакууме на расстоянии r :

$$\mathbf{F} = \frac{kq_1q_2}{r^2} \cdot \frac{\mathbf{r}}{r}. \quad (1)$$

Закон Кулона позволял определить как величину, так и направление силы взаимодействия зарядов, но ничего не говорил о природе этой силы. В дальнейшем Кулон распространил действие этого закона и на магнитные взаимодействия.

Заряды и поля

Дальнодействие и близкодействие.

В конце 18-го – начале 19-го века в научной среде активно дискутировался вопрос о природе взаимодействия тел на расстоянии. После открытия И. Ньютоном закона Всемирного тяготения эта дискуссия немного поутихла, но с открытием электромагнитного взаимодействия снова обострилась. Сторонники «дальнодействия», ссылаясь на закон Кулона (1), утверждали, что взаимодействие между электрическими зарядами распространяется в вакууме мгновенно на любые расстояния. Это утверждение не имело экспериментального подтверждения, но следовало из «буквы» закона Кулона.

Сторонники теории «близкодействия» считали, что силовое воздействие можно передать лишь в соседнюю («ближайшую») точку пространства, а воздействие на удаленное тело передается от точки к точке путем многочисленных актов близкодействия и требует определенного времени. Для реализации такого механизма пространство между взаимодействующими телами должно быть заполнено некоторой материальной средой – передатчиком взаимодействия. Сторонники «близкодействия» аргументировали свое мнение так: «...никакие физические явления не могут протекать без неперемного участия среды, окружающей взаимодействующие физические центры». [1, с.279]. Такую гипотетическую среду, которая предположительно заполняла все пространство Вселенной, называли *эфиром*. Этой – последовательно материалистической точки зрения – придерживается сегодня большинство исследователей. Но какие-либо определенные представления о структуре эфира до сих пор отсутствуют, а известные экспериментальные факты заставляют приписывать ему весьма противоречивые свойства [2].

Заряды и поля.

Закон Кулона (1), не отражая принцип близкодействия, неплохо работает в *электростатике* и дает достаточно правильные оценки для сил взаимодействия электрических зарядов. Анализируя этот закон, талантливый английский исследователь–экспериментатор Майкл Фарадей предложил вариант его применения, удобный для практического использования. Логика этого предложения заключалась в следующем:

Всякое взаимодействие между зарядами сводится к двум процессам – 1) «излучению» сигнала одним зарядом и 2) реакции на это воздействие другого заряда. М. Фарадей был сторонником «близкодействия» и не представлял себе «пустого» пространства, не заполненного материальным эфиром. Это позволяло представить взаимодействие между зарядами как взаимодействие второго заряда с окружающим *пространством*, «модифицированным» первым зарядом. В развитие этой идеи Фарадей предложил считать, что «модификация» эфира электрическим зарядом выражается в том, что в каждой точке пространства он приобретает свойство воздействовать на второй заряд, помещенный в эту точку, с силой, соответствующей силе Кулона. Это пространство Фарадей назвал *электрическим (электростатическим) полем*. Электрическое поле представлялось Фарадею совокупностью реальных (*физических*) линий в эфире, вдоль которых направлена удельная сила воздействия на пробный заряд – *напряженность* электрического поля \mathbf{E} (Н/Кл). Вот что пи-

сал Дж. Максвелл об этой идее Фарадея в предисловии к своему знаменитому «Трактату об электричестве и магнетизме» (1873): «Когда я стал углубляться в изучение Фарадея, я заметил, что его метод понимания явления также является математическим, хотя и не представлен в условной форме математических символов». Максвелл представил эти мысли Фарадея в математической форме, а затем распространил эту идею и на «магнитное поле». Так появилось понятие «физическое поле», которое впоследствии получило свое математическое отражение в форме «Теории физических полей».

Таким образом, электрическое и магнитное поле по замыслу авторов представляют собой лишь *абстрактные понятия* (своеобразные «математические модели») реальных процессов, которые позволяют упростить расчеты взаимодействия между электрическими (магнитными) зарядами, исключив из рассмотрения один из них. В отличие от «разомкнутого» электрического поля линии магнитного поля оказались замкнутыми, а «магнитные заряды» не существует. Реальность (конкретное физическое содержание) этим моделям и свойство близкодействия может придать лишь существование материального наполнения пространства – мирового эфира.

Явление электромагнитной индукции

Открытие явления электромагнитной индукции.

Сын бедного лондонского кузнеца Майкл Фарадей не получил систематического образования. Все его научные достижения обязаны самообразованию и необычайной научной интуиции. После обнаружения Эрстедом магнитного поля вокруг провода с током исследователи начали активно изучать эту электромагнитную связь. В 1822 году в лабораторном дневнике Фарадея появилась программная установка: «Обратить магнетизм в электричество». Он интуитивно ощущал симметрию природных процессов и верил, что возникновение магнитного поля под действием электричества должно означать существование и обратного процесса.

Потребовалось более десяти лет упорных, изобретательных, но безуспешных экспериментов, пока 29 августа 1831 года природа не уступила настойчивости исследователя: было обнаружено появление в замкнутом проводнике электродвижущей силы (ЭДС) под воздействием *переменного* магнитного поля. Через 10 дней Фарадей дал физическое объяснение этому явлению и сформулировал основное условие «обращения магнетизма в электричество». Этим условием оказалось обязательное *пересечение* свободными зарядами *линий магнитного поля*. А через некоторое время был сформулирован и количественный закон, описывающий явление *электромагнитной индукции* (ЭМИ). В представлении Фарадея он отражал экспериментальный факт:

Электрический заряд Δq , который протекает по замкнутой цепи за некоторое время Δt , пропорционален магнитному потоку $\Delta \Phi$, который проводник пересекает за это время, и обратно пропорционален электрическому сопротивлению цепи R :

$$\Delta q = \frac{\Delta \Phi}{R} . \quad (2)$$

В середине 19-го века Дж. Максвелл приступил к обобщению всех известных к тому времени экспериментальных фактов, пытаясь представить их в виде замкнутой системы дифференциальных уравнений, описывающих взаимодействия электрического и магнитного полей. В основу этой теории Максвелл положил *физический* закон электромагнитной индукции Фарадея. Единственным препятствием для преобразования электродинамики в

«теорию взаимодействия полей» было присутствие в уравнении ЭМИ Фарадея электрических зарядов. Избавиться от этой «обузы» Максвеллу помог закон Ома:

Продифференцируем (2) по времени. Тогда

$$\frac{dq}{dt} = \frac{1}{R} \cdot \frac{d\Phi}{dt}. \quad (2,a)$$

Но $\frac{dq}{dt} = i$ – электрический ток в замкнутой цепи (по определению). Домножив (2,a) на R , получим

$$iR = \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{или} \quad \xi = \frac{d\Phi}{dt},$$

где $iR = \xi$ – ЭДС индукции (закон Ома для замкнутой цепи). Для согласования закона с принципом Ле Шателье академик Ленц дополнил это выражение знаком « – »:

$$\xi = -\frac{d\Phi}{dt}. \quad (3)$$

В таком виде закон электромагнитной индукции и вошел в систему уравнений Максвелла. Выражение (3) получено с помощью простых (тождественных!) математических преобразований из экспериментальной зависимости Фарадея (2). Но эти две зависимости описывают *принципиально разные* физические процессы.

Два закона ЭМИ.

Сравним оба закона электромагнитной индукции.

Прежде всего, отметим, что «зависимость Максвелла» (3) не отражает основной вывод Фарадея о природе ЭМИ, а именно, что индукционная ЭДС определяется *исключительно скоростью пересечения* магнитных линий проводящим контуром. Зависимость (3) вообще не предусматривает пересечение проводником магнитных линий. По этому закону ЭДС в контуре возникает вследствие *изменения магнитного потока*, пронизывающего замкнутый контур. Это отклонение соотношения (3) от закона ЭМИ Фарадея видел и сам Максвелл. Вот как он пытался исправить этот дефект полученной зависимости: «непрерывность (замкнутость) магнитных линий» исключает возможность внезапного появления их там, где их раньше не было ни одной. Если, следовательно, число линий, которые пронизывают проводящий контур, претерпевает изменение, то это может происходить только благодаря тому, что или контур движется поперек силовых линий, или силовые линии движутся поперек контура. В обоих случаях в цепи возникает ток» [3, §541]. Таким образом, по мнению Максвелла, зависимость (3), хоть и неявно, но *предполагает* пересечение проводящим контуром магнитных линий. Однако при такой формулировке изменяется природа явления ЭМИ, полностью теряется физическая («генетическая») связь магнитного потока с породившим его током, и остается непонятным механизм такого «пересечения». До сих пор все это вызывает непонимание (и удивление!) у многих исследователей. Например, автор учебного пособия [4] отмечает, что «хотя оба эти явления <отражаемые зависимостями (2) и (3) – К.К.> ... независимы друг от друга, тем не менее – что удивительно – ЭДС индукции в контуре всегда равна скорости изменения магнитного потока сквозь контур».

Значительно серьезнее другой «дефект» зависимости (3). Если Фарадей показал, что явление ЭМИ есть результат взаимодействия электрических зарядов (токов) с магнитным полем, то в зависимости Максвелла нет ни зарядов, ни токов. Создается иллюзия, что ин-

дукционную ЭДС можно получить без участия электрических зарядов – в результате взаимодействия полей.

Более того: так как в зависимости (3) отсутствует не только ток, но и сопротивление проводящего контура, то она допускает возможность генерации индукционной ЭДС в (мысленном!) замкнутом контуре в «пустом» пространстве, когда $R = \infty$. Такое предположение совершенно не следует из экспериментов Фарадея. Покажем, что процесс генерации переменного электрического поля вокруг переменного магнитного потока в вакууме невозможен даже теоретически.

В отсутствии зарядов электрическое поле, возникающее вокруг переменного магнитного потока, может быть только замкнутым («вихревым»). Но любое электрическое поле (в том числе – и нестационарное) – это поле силовое. Линии поля разомкнуты и являются силовыми линиями удельной электрической напряженности \mathbf{E} (Н/Кл). Интеграл по любому конечному отрезку l такой линии представляет разность потенциалов $\Delta\varphi$ (работу, энергию):

$$\int_l \mathbf{E} d\mathbf{l} = \Delta\varphi.$$

Поэтому электрическое поле порождает скалярное (энергетическое, потенциальное) поле, которое не может быть вихревым! Эта особенность делает Максвелловскую модель ЭМИ физически бессмысленной. То есть математически тождественные преобразования исказили физическое содержание моделируемого явления.

Это принципиальное отличие модели Максвелла от модели Фарадея долго оставалось незамеченным. Еще в 1946 году (через ~100 лет после открытия явления ЭМИ!) академик В.Ф. Миткевич в своем труде [1, с. 80] писал: «... при условии неизменности контура электрической цепи первая и вторая формулировки закона электромагнитной индукции вполне тождественны и взаимозаменяемы».

Причиной такого радикального изменения в трактовке одного из основных положений электродинамики стала подмена процессов взаимодействия электрических зарядов взаимодействием полей.

Возникновение электрического поля вокруг переменного магнитного потока называют

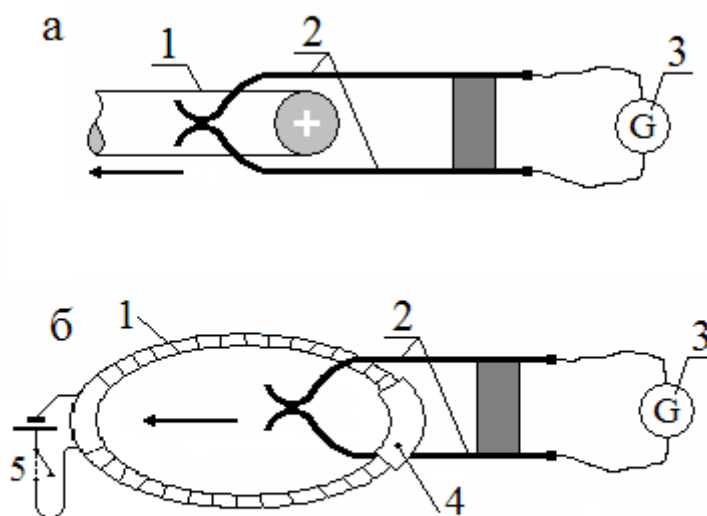


Рис. 1

«релятивистским эффектом», потому, что он «работает» в электромагнитных волнах. Разговор о природе электромагнитных волн еще впереди. Здесь же на основании сказанного можно заключить, что – по меньшей мере – в нерелятивистских процессах этот эффект не проявляется. Аргументы – ниже.

«Парадоксы» ЭМИ.

Первые симптомы неблагополучия в электродинамике стали появляться еще в конце 19-го века. Они выражались в том, что в некоторых электрических схемах основной закон ЭМИ (3) не выполнялся. Бурную дискуссию в научной печати вызвали измерения исследователя Геринга, которые получили название «Парадокса Геринга» (Herring's paradox). На рисунке 1,а приведено экспериментальное устройство Геринга. Намагниченный железный тороид I охвачен замкнутым контуром, состоящим из двух пружинных зажимов 2 и гальванометра 3. При извлечении тороида из пружинной петли (без нарушения металлического контакта) магнитный поток, пронизывающий контур, изменяется от исходного значения до нуля. «Парадокс Геринга» заключается в том, что при этом ЭДС индукции, которая должна при этом возникать согласно зависимости (3), отсутствует. Аналогичный опыт еще в 1901 году провел академик В.Ф. Миткевич. В отличие от Геринга Миткевич вводил между пружинящими губками электрическую обмотку (соленоид) I (см. рис.1,б), навитую на железное кольцо. Через ключ 5 обмотка запитывалась постоянным током. В одном месте обмотка соленоида прикрывалась металлическим челноком 4, который при извлечении соленоида из измерительной петли проскальзывал между сомкнутыми губками, так что цепь гальванометра всегда оставалась замкнутой. Благодаря железному сердечнику через измерительный контур проходил практически весь магнитный поток соленоида. При любых перемещениях катушки с током индукционная ЭДС в измерительной цепи, как и в опытах Геринга, не появлялась. Но если в катушку, уже находящуюся в контуре, ключом 5 подавался ток, стрелка гальванометра фиксировала толчок индукционного тока. При отключении тока в соленоиде индукционная ЭДС изменяла свое направление на противоположное.

Другие «парадоксы».

В процессе дискуссии были предложены другие схемы, в которых закон (3) также не выполнялся. На Рис. 2 приведена простейшая из этих схем. Цепь состоит из двух контуров, разделенных перегородкой ab . В правый контур включен гальванометр G , а левый пронизывает постоянный магнитный поток Φ (например, постоянный магнит). Если разорвать перемычку ab , то – согласно закону (3) – гальванометр должен показать импульс индукционного тока. Но гальванометр это «не видит».

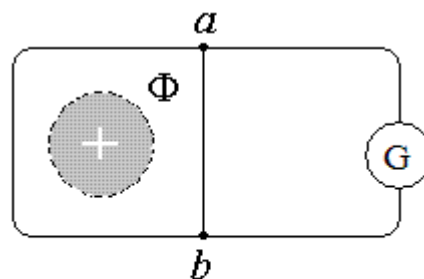


Рис. 2

При обсуждении этого «парадокса» один из участников дискуссии высказал мысль, что появление индукционной ЭДС в такой схеме противоречило бы... закону сохранения энергии. Действительно, создание ЭДС требует затраты некоторой энергии, а разорвать перемычку можно практически без затраты энергии!

Все эти парадоксы остаются загадками и обсуждаются в научной печати до сих пор. Недавно в *Eur. J. Phys.* была опубликована работа испанских исследователей [5]. Авторы подробно рассмотрели несколько электрических схем, в которых нарушается закон электромагнитной индукции (3), и провели собственный эксперимент, который подтвердил факт нарушения этого закона. Но авторы нашли этому другое объяснение.

В наиболее полной форме закон электромагнитной индукции записывается так:

$$\xi = -\frac{d\Psi}{dt} = -\frac{d}{dt}(N\Phi), \quad (4)$$

где $\Psi = N\Phi$ – *потокосцепление* – полный магнитный поток, пронизывающий N витков соленоида. Дифференцируя (4), получаем:

$$\xi = -\frac{d}{dt}(N\Phi) = -\left(\Phi \frac{\partial N}{\partial t} + N \frac{\partial \Phi}{\partial t}\right). \quad (5)$$

Видно, что ЭДС индукции ξ в соленоиде II должна возникать во всех случаях, когда меняется потокосцепление. В частности, если магнитный поток через соленоид не изменяется ($\Phi(t) = const$), то ЭДС индукции

$$\xi = -\Phi \frac{\partial N}{\partial t}. \quad (6)$$

Из уравнений Максвелла авторы [5] получили закон индукции (3) и показали, что эта зависимость может выполняться лишь в том случае, если магнитное поле и форма проводящего контура изменяются во времени непрерывно¹. Эти требования авторы и назвали «условиями выполнения закона индукции Фарадея».

На Рис. 3,а схематически представлено экспериментальное устройство авторов [5]. Оно состояло из двух соосных соленоидов. Первичная цепь включала внутреннюю катушку (I), источник постоянного тока U и реостат R . Вторичной цепью служил внешний соленоид (II), к движку которого был подключен баллистический гальванометр G . Согласно зависимости (6) при перемещении движка соленоида должна была возникать ЭДС индукции. Но при любых изменениях числа витков N (перемещением движка соленоида

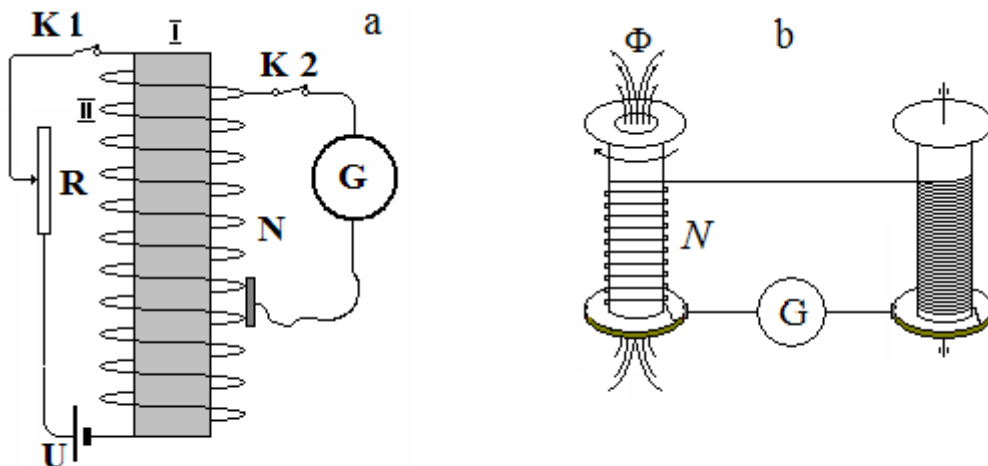


Рис. 3

и/или переключением ключа **K2**) ЭДС индукции во вторичной обмотке отсутствовала. Но так как в эксперименте число витков в контуре II изменялось не плавно («толчками» – при переводе движка с витка на виток), то авторы решили, что в этом и заключается причина отсутствия ЭДС. Авторам не удалось найти техническое решение, при котором число вит-

¹ Это отмечал еще В.Ф. Миткевич (см. [1, с. 80]).

ков N изменялось бы плавно. Но они остались в полной уверенности, что закон (3) верен, и, если бы им удалось найти такое решение, то гальванометр зафиксировал бы в измерительной цепи индукционную ЭДС.

Аналогичный эксперимент с *плавным* изменением числа витков был рассмотрен и описан еще в 1946 году Миткевичем [1, с. 86]. Предложенное экспериментальное устройство схематически представлено на рисунке 3,б. Сквозь левую катушку проходит постоянный магнитный поток Φ . При вращении этой катушки в результате перемотки на нее проволоки с правой катушки число витков N на ней плавно изменяется. Нижние концы катушек подключены к контактным кольцам, с которых с помощью щеток сигнал снимается на гальванометр G . В работе подробно рассматривается работа такой схемы и отмечается, что гальванометр не должен показывать ЭДС, так как не выполняется *основное условие* ЭМИ – проводящий контур в данном случае *не пересекает магнитные линии*. По этой же причине отсутствует индукционная ЭДС и в эксперименте по схеме Рис. 2.

Таким образом, в ряде «парадоксальных» схем отказывает не Фарадеевский закон ЭМИ, а его Максвелловская модификация (3), отражающая физически не существующий процесс «взаимодействия полей».

Прежде, чем перейти к другим «парадоксам», нужно вскрыть еще одно заблуждение, связанное с природой магнитного поля (МП).

Есть ли у МП «структура»?

Мы уже отмечали, что в самом начале понятие «поле» представлялось как некоторая мысленная категория, «математическая модель», которая позволяла упростить расчет взаимодействия зарядов. Это относилось как к электрическому, так и к магнитному полю. Но если электрическое поле было удачной моделью, которая успешно используется до сих пор, то МП оказалось моделью «со странностями» [6]. Причина в том, что МП принципиально отличается от электрического. Эти поля связаны с разными свойствами электрических зарядов. Электрическое поле – *потенциальное*. Поэтому силовые линии электрического поля разомкнуты: они начинаются на положительных зарядах, заканчиваются на отрицательных и несут потенциальную электрическую энергию. Линии магнитного поля – замкнуты, а «магнитные заряды» (так называемые «монополи») – не существуют. Понятие МП плохо согласуется даже с математической «Теорией поля» [6].

После открытия ЭМИ для Фарадея и Максвелла МП обрело черты реальности и физическое содержание, потому что оно отражало какие-то, хоть и непонятные, но «деформации» мирового эфира. В работе [1] в Гл. I «Магнитный поток как физическая реальность» академик В.Ф. Миткевич подробно рассматривает воззрения Фарадея и Максвелла на магнитное поле, его свойства и участие в электромагнитных взаимодействиях. Из всего многообразия материала, представленного в этой работе, нас сейчас интересует лишь один частный вопрос, вынесенный в заголовок этого параграфа.

Для Фарадея и Максвелла такой вопрос не существовал. «По Фарадею ... «силовые линии» < так называли линии магнитного поля Фарадей и Максвелл – *К.К.*>... рисуются не как отвлеченные математические линии, а как «физические силовые линии», то есть как нитевидные элементы поля, существующие в действительности и распределенные соответствующим образом по всему пространству ...» [1, с. 10]. Густота и распределение магнитных линий и определяли для Фарадея и Максвелла «структуру» магнитного поля.

Сомнения в такой оценке природы МП появились в начале 20-го века, когда была создана Специальная теория относительности (СТО), которая исключила из научного обихода мировой эфир. О глобальной пагубности этого факта в науке уже написано много. Но здесь заметим только, что устранение эфира лишило магнитное поле «материальной основы», вернув ему статус «мысленной категории». К сожалению, эту точку зрения исповедовал и патриарх отечественной электродинамики академик И.Е. Тамм. Вот характерная цитата из

его фундаментального труда «Основы теории электричества»: «В движении силовых линий, пересекающих неподвижный проводник, ... усматривалась причина возникновения в этом проводнике ЭДС индукции. Нечего и говорить, что такая интерпретация не выдерживает никакой критики: силовые линии являются лишь вспомогательным понятием, служащим для описания поля, а не какими-либо материальными образованиями...» [7, с. 545]. Это мнение противоречит представлениям Фарадея и Максвелла, лишает МП какой-либо «структуры», а главное – противоречит здравому смыслу, ибо исключает какую-либо физическую связь МП с его носителями – постоянным магнитом, катушкой с током и пр. Можно ли в здравом уме утверждать, что когда магнит переносится из одной комнаты в другую, его МП остается на прежнем месте? Но некоторые ученые, не доверяя собственному разуму, предпочитают верить авторитетам...

«Парадокс Фарадея».

Сразу же после открытия явления ЭМИ Фарадей взялся за его практическое применение. Он создал оригинальный и простой по своей гениальности генератор постоянного тока, который назвал «униполярным генератором» (УПГ) (Рис.4). Между губками постоянного магнита 2 с постоянной скоростью вращался латунный диск 1. При пересечении линиями магнитного поля радиальных «проводников» в них возникала индукционная ЭДС, которая снималась щетками 4 и 5 с проводящей оси вращения диска и с его обода. Сигнал регистрировался гальванометром 3. «Странности» появились, когда Фарадей начал «экспериментировать» с изобретенным им устройством. Он склеил магнит с латунным диском и к своему удивлению обнаружил, что и в этом случае гальванометр фиксирует появление ЭДС. Впоследствии различные авторы опробовали всевозможные варианты работы униполярного генератора. За 200 лет проведено множество исследований, а дискуссия в научной печати по поводу «парадоксов» УПГ Фарадея не утихает и продолжается сегодня на Интернет - форумах.

Ниже приводится сводная таблица результатов исследования различных вариантов УПГ, полученных разными авторами. Исследовалось униполярное устройство, схематически представленное на рисунке 5. На одной оси находились немагнитный (медь, латунь или алюминий) диск D и цилиндрический постоянный магнит M , которые могли вращаться независимо друг от друга со скоростями ω_1 и ω_2 соответственно. Вокруг той же оси мог вращаться со

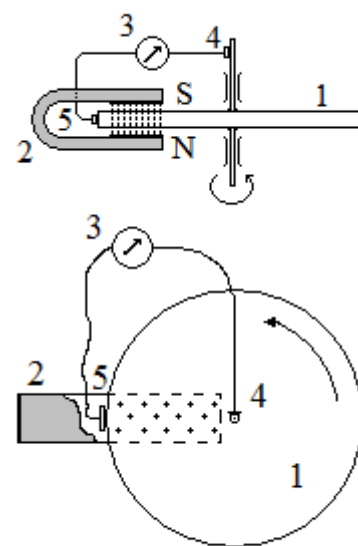


Рис. 4

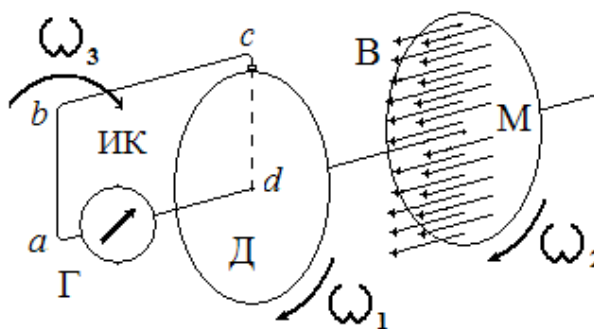


Рис. 5

скоростью ω_3 и измерительный контур *ИК*.

Из всех вариантов УПГ, представленных в таблице, исследователям, знакомым с основным условием ЭМИ Фарадея, понятен лишь вариант №2, объясненный еще Фарадеем. Остальные варианты вызывают вопросы и кажутся «парадоксальными». Те, кто исповедует «теорию взаимодействия полей», пытаются разрешить эти «парадоксы» на основе представлений СТО. В работе [8] со знаменательным названием «Экспериментальное опровержение Специальной теории относительности (Униполярная индукция)» автор (включенный, кстати, во всемирный список "диссидентствующих учёных" (!?)) поставил

№	Вращение			Инд. ЭДС	Объяснения
	Диск Д	Магнит М	Измерительный контур (ИК)		
1	0	0	0	–	Нет движения
2	ω_1	0	0	ξ	ЭДС в диске Д
3	0	0	ω_3	ξ	ЭДС в ИК (плечо <i>ab</i>)
4	0	ω_2	0	–	МП не проникает в ИК
5	ω_1	ω_2	0	ξ	ЭДС в ИК (плечо <i>ab</i>)
6	0	ω_2	ω_3	ξ	ЭДС в диске Д

ряд экспериментов по изучению природы ЭМИ и ее проявлений в УПГ разной конструкции. Вот вывод, который он сделал, анализируя свои результаты: «Специальная теория относительности, находясь в центре своей области применения (в электродинамике движущихся тел), <в линейном эксперименте> терпит неудачу. Не может здесь помочь и Общая теория <относительности>, т.к. в экспериментах отсутствуют какие-либо ускорения».

В таблице не представлены два варианта УПГ, поразившие самого Фарадея:

1. Диск, совмещенный с магнитом (сводится к варианту №5 при $\omega_1 = \omega_2$), и
2. УПГ с постоянным магнитом, но отсутствующим немагнитным диском.

В обоих случаях в измерительной цепи появляется индукционная ЭДС.

Чтобы понять суть «парадоксов» УПГ, представим Рис. 5 в варианте с цилиндрическим магнитом, *склеенным* с немагнитным диском (Рис. 6,а). Как и в варианте №5, взаимное перемещение диска и магнита отсутствует. Возникает вопрос: где же индуцируется ЭДС – в диске, в магните или в измерительной цепи?

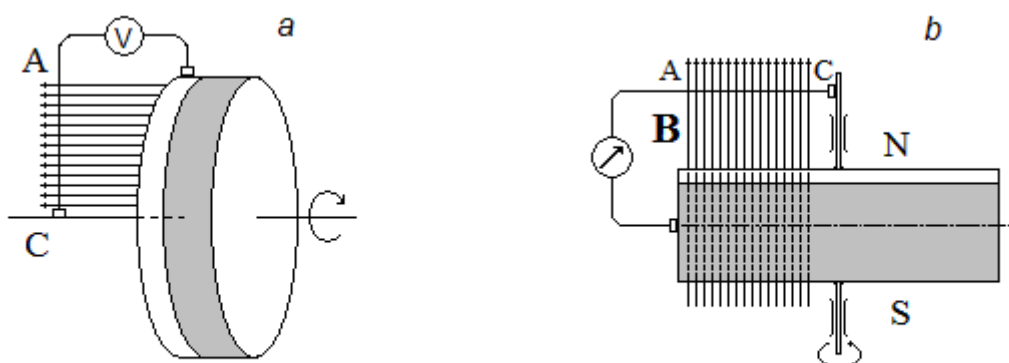


Рис. 6

Разрешение «парадоксов».

В предыдущем параграфе показано, что из двух мнений о «структуре» МП справедлива точка зрения Фарадея, то есть МП жестко связано с магнитом и перемещается (в частности – вращается) вместе с ним. Отсюда следует, что при *любых* перемещениях магнита его электроны перемещаются *вместе* с МП, пронизывающим магнит. Они не пересекают линии МП и *не могут возбудить* в теле магнита *никакой ЭДС*. Это – второе положение, которое нужно учитывать при анализе «парадоксов УПГ». Итак, в варианте, представленном на Рис. 6,а, ЭДС может возникать лишь на участке измерительной цепи АС, пересекаемом вращающимся магнитным потоком.

На рисунке 6,б приведена схема классического эксперимента Фарадея со склеенными диском и магнитом. Видно, что эта схема – полный аналог схемы рисунка 6,а. В обоих случаях немагнитный диск не является препятствием магнитному потоку, и индукционная ЭДС возникает в измерительной цепи на участке АС. Если учитывать оба условия, необходимые для возникновения ЭДС в УПГ, то благополучно разрешаются все «парадоксы», перечисленные в таблице. В последней колонке таблицы приведены пояснения ко всем представленным вариантам УПГ.

Некоторое дополнение, возможно, потребуется для объяснения по пункту №4. В этом случае вращается лишь магнит, и индукционная ЭДС должна возникать в замкнутом контуре *abcd* (см. Рис. 5), включающем радиальный элемент *cd* диска. Но вращающийся магнитный поток *не проникает* в измерительный контур и не создает в нем ЭДС.

Труднее всего объяснить «Парадокс Геринга». Но теперь – с учетом второго условия – и этот парадокс объясняется просто: при извлечении из измерительного контура магнитного кольца *I* (см. Рис. 1,а) электроны, заключенные в металлическом «мостике» между губками пружинного контакта, перемещаются *вместе* с линиями МП, не пересекая их. Поэтому и ЭДС в контуре не возникает.

Таким образом, все известные «парадоксы» ЭМИ – это результат подмены Фарадеевского механизма пересечения зарядами магнитных линий теорией «взаимодействия полей», которая не работает ни при малых, ни при релятивистских скоростях.

Электрическая энергия

Самый сокрушительный удар «Теория взаимодействия полей» нанесла по понятию «электрическая энергия». Удар оказался смертельным, ибо понятие «электрическая энергия» перестало существовать. Его заменили «плотностью энергии электромагнитного поля», которая складывается из плотности энергии электрического и магнитного полей – порознь.

В течение многих столетий талантливые философы, мыслители, ученые оттачивали научные представления об окружающем нас мире. К 18-му веку была создана механика – наука о взаимных перемещениях материальных тел, завершенная работами Ньютона – основой современного естествознания. Были сформулированы определения основных понятий механики – материя, масса, сила, импульс, энергия. В частности, понятие «энергия» определилось как «способность совершить работу» (Дж. Максвелл). Механическая энергия имеет две формы – кинетическую (энергия движения) и потенциальную (энергия неподвижных взаимодействующих тел).

Когда ученые столкнулись с новым явлением – электричеством, они попытались распространить сложившиеся представления о механической энергии на электрические процессы. Было очевидно, что взаимодействие неподвижных зарядов определяет их *потенциальную* энергию, которая выражается даже схожими зависимостями – законом тяготения и законом Кулона. А вот понятие «энергия движущихся зарядов» встретилось с непониманием, которое со временем только росло. Это непонимание прошло несколько этапов: Ампер под «кинетической электрической энергией» понимал энергию движущихся заря-

дов – в полном соответствии с механическими представлениями. Но в 1820 году Х. Эрстед обнаружил, что электрический ток создает магнитное поле, причем эта связь – неотъемлемая и однозначная. С этих пор электрические и магнитные процессы стали рассматривать как проявления единого явления – *электромагнетизма*.

Фарадей и Максвелл не считали, что электрокинетическая энергия как-то привязана к потоку материальных носителей – зарядов в проводниках, а, «...вероятно, простирается по всему окружающему их пространству» [3, §572]. Так как магнитное поле считалось неотъемлемой частью электрического тока, то оно и было «назначено» агентом-носителем электрокинетической энергии. Напомним, что в 19-ом веке МП представлялось некоторой *деформацией* материального эфира. Магнитная (а, следовательно, и электрокинетическая) энергия и отражала эту *энергию возмущения* эфира. Эта энергия оценивалась удельной электромагнитной энергией – *плотностью энергии* возмущения эфира.

Очередная ломка представлений об электрокинетической энергии произошла на грани веков, когда была создана Специальная теория относительности. Один из постулатов СТО утверждал полное равноправие всех инерциальных систем и исключал существование какой-либо избранной системы координат. Это заставило А. Эйнштейна отказаться от идеи мирового эфира, который представлял бы такую «избранную» систему.

Материализация полей.

Таким образом, последователи Максвелла лишили магнитное (и электрическое) поле их материальной основы. В абсолютном вакууме силовые линии полей перестали быть «физическими силовыми линиями» (термин принадлежит М. Фарадею) и стали отражать математическую абстракцию – в полном соответствии с их исходным определением.

К этому времени идея Дж. Максвелла о существовании электромагнитных волн (ЭМВ) получила не только всеобщее признание, но и экспериментальное подтверждение (Г. Герц, 1888 г.). ЭМВ переносили электромагнитную энергию в воздухе, в диэлектрических средах и в космическом вакууме. О существовании энергии у электрических и магнитных полей говорило и явление электромагнитной индукции. Но откуда взяться энергии у *мысленных* понятий? Оставались вопросы и к процессам взаимного преобразования полей.

Появилась потребность «материализовать» поля. В абсолютном вакууме полям приписали материальные свойства – массу, импульс, энергию. Этим свойствам нашли и математические обоснования. В частности «энергия» полей выступает в форме «плотности энергии электромагнитного поля», которая складывается из плотности энергии электрического

поля $w_e = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2}$ и плотности энергии магнитного поля $w_m = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}$. В вакууме $\epsilon = \mu = 1$, и «плотность энергии электромагнитного поля»

$$w = w_e + w_m = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu_0 H^2}{2}.$$

Таким образом, электрическая энергия в современной электродинамике определяется лишь характеристиками полей – их напряженностями, а СТО описывает их «взаимодействие» в вакууме. «Теория взаимодействия полей» если не остановила, то существенно затормозила исследования «энергии движения электричества». Сегодня эта наука так же далека от адекватных решений, как и два века назад.

Так в науке об электричестве исчезло понятие «электрическая энергия», а термин «электрокинетическая энергия» в электродинамике воспринимается сегодня как ересь, «вероотступничество»! О какой «энергии движения электрических зарядов» можно говорить, когда из процесса движения электричества исчезли сами заряды? Термин «электрическая энергия» сохранился лишь в платежках ЖКХ!

Вместе с тем, именно в кинетической форме возможны превращения энергии из одной формы в другую. Только *электрический ток* может греть, светить и вращать электродвигатели. Но упоенным «благополучием» в теории доброжелателям Максвелла было не до практики *использования* электроэнергии. К счастью эта практика пошла своими путями. Все поразительные достижения электротехники, электроники, космической связи и кибернетики были получены не – благодаря, а скорее – *вопреки* теоретической электродинамике.

Коварная ошибка.

С отсутствием четких представлений об электрической энергии и формах ее преобразования связана одна ошибка, которую допускали (и продолжают совершать!) достаточно опытные специалисты.

Чтобы понять смысл этой ошибки, обратимся к процессу получения электроэнергии. Сегодня существует множество электрогенераторов разной конструкции, работающих с использованием разных физических принципов. Подавляющее большинство этих устройств получают электрическую энергию в *потенциальной форме* – в виде разности потенциалов, возникающей на выходе генератора (ЭДС генератора). Поскольку электрические заряды разного знака в природе обычно связаны в нейтральные образования (атомы, молекулы), то процесс создания разности потенциалов сводится к *разделению* зарядов противоположного знака и *разведению* их на разноименные полюса генератора. При этом заряды внутри генератора необходимо двигать *против* сил электростатического поля. Это могут сделать лишь силы неэлектростатической природы (механические, химические, тепловые, оптические и пр.). Эти силы, создающие разность потенциалов в электрогенераторах, академик И.Е. Тамм назвал «сторонними силами». В генераторном режиме сторонние силы имеют две особенности: 1) они действуют не на электрический заряд частицы, а на другие ее свойства (массу, плотность и пр.), и 2) в электрогенераторе эти силы движут заряженные частицы *против* электрического поля.

Так как эти же силы работают во многих других процессах, где не происходит генерация электроэнергии, то об этих особенностях их «работы» в электрогенераторах часто забывают.

Впервые эту ошибку совершил Максвелл, представив экспериментальную зависимость ЭМИ Фарадея (2) в форме (3). Эта ошибка становится очевидной при рассмотрении ЭМИ в движущемся проводнике.

ЭМИ – это *генераторный* процесс. *Индукционный* ток создается *сторонней силой*, которой в данном случае (по общему признанию) считается электромагнитное взаимодействие – сила Лоренца F_L . *Сторонний ток* направлен в проводнике вверх (см. Рис. 7) – *против* кулоновских сил F_K . При движении проводника в магнитном поле B этот ток приводит к накоплению на концах проводника зарядов противоположного знака, что и создает разность потенциалов – *индукционную ЭДС* $\xi = \phi_1 - \phi_2$. Таким образом, индукционная ЭДС ξ является не причиной, а *следствием* индукционного (стороннего) тока. Если проводник остановить или его концы замкнуть на сопротивление R , протечет обратный – обычный, *потенциальный* (кулоновский) ток I , который не имеет отношения к явлению ЭМИ, а электрическая энергия перейдет в тепло. В форме (3) меняются местами причина и следствие: индукционная ЭДС представляется как *первичный* результат ЭМИ (вот она – идея «взаимодействия полей»!), который *затем* вызывает индукционный ток, что противоречит экспериментам Фарадея. Эту роковую ошибку совершают и современные исследователи, приписывая, например, силе Лоренца свойства сторонней

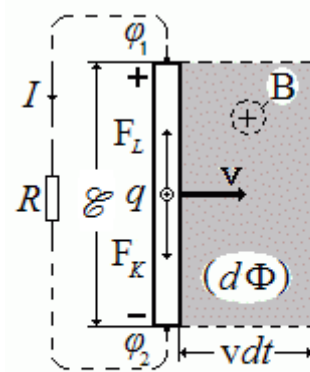


Рис. 7

силы. Сила Лоренца получается из закона Ампера делением силы Ампера на количество электронов, участвующих во взаимодействии. Но взаимодействие Ампера – не генераторный, а диссипативный процесс перехода электрокинетической энергии в энергию механическую. Поэтому и сила Лоренца не обладает свойствами сторонней силы. Впрочем, это не самый большой «грех», который приписывается силе Лоренца [6].

Максвелл и Лоренц плохо представляли себе механизм генерации электроэнергии, а понятия «сторонние силы» еще не существовало. Удивительно другое, что через 70 лет ту же ошибку допустил сам автор понятия «сторонние силы» – академик И.Е. Тамм [7, §38]:

В дифференциальной форме закон Ома представляется зависимостью

$$\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} \quad (7)$$

плотность тока \mathbf{j} в сплошной среде с проводимостью σ определяется напряженностью электрического поля \mathbf{E} в данной точке. Чтобы в создании индукционного тока (!) учесть сторонние силы, автор ввел в это выражение напряженность поля сторонних сил \mathbf{E}^* :

$$\mathbf{j} = \sigma(\mathbf{E} + \mathbf{E}^*). \quad (8)$$

Интегрируя (8) на «неоднородном участке» цепи, содержащем ЭДС ξ (см. Рис. 8), автор получил «Обобщенный закон Ома»:

$$IR = \varphi_1 - \varphi_2 + \xi = \Delta\varphi_{12} + \xi, \quad (9)$$

где $\Delta\varphi_{12} = \varphi_1 - \varphi_2$ – разность потенциалов на концах участка.

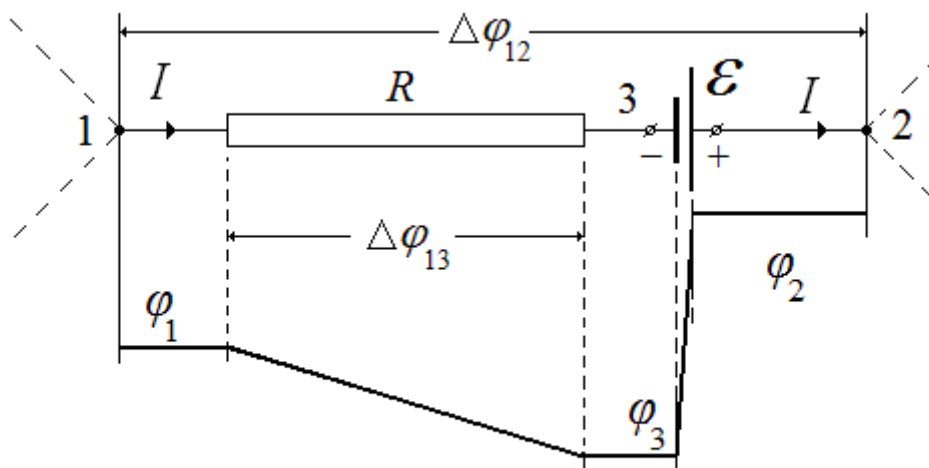


Рис.8

Автор не заметил, что дифференциальная зависимость (7) справедлива лишь для бесконечной однородной среды. В ограниченной (или неоднородной) среде сторонние силы, перемещая заряды против сил поля, генерируют обратную ЭДС, которая в соотношении (9) не вошла. На потенциальной диаграмме «неоднородного участка» видно, что потенциал

$$\varphi_2 = \varphi_3 + \xi,$$

где φ_3 – потенциал слева от генератора.

Если это выражение подставить в (9), получим

$$IR = \varphi_1 - \varphi_2 + \xi = \varphi_1 - (\varphi_3 + \xi) + \xi = \varphi_1 - \varphi_3 = \Delta\varphi_{13}, \quad (10)$$

что полностью совпадает с выражением обычного закона Ома для участка цепи.

Таким образом, «Обобщенный закон Ома» (9) представляет собой запутанную и необоснованно усложненную модификацию классического закона Ома. Причиной такого странного результата стала та же ошибка – отождествление потенциальных и сторонних сил.

В заключение этого параграфа я хочу предложить читателю ответить на простой вопрос по электротехнике. На рисунке 9 показан однородный, замкнутый, проводящий контур, который пронизывает магнитный поток Φ , направленный от нас.

Допустим, что МП равномерно возрастает так, что полная индукционная ЭДС в контуре $\xi = 100 \text{ В}$. Вопрос: Какое напряжение U_{AB} покажет вольтметр, подключенный к точкам А и В? А напряжение U_{AC} на отрезке АС? А U_{AD} на отрезке AD?

Измерения показывают, что $U_{AB} = U_{AC} = U_{AD} = 0$! Результат неожиданный, но он подтверждается простым расчетом по II правилу Кирхгофа для замкнутого контура: $\sum RI = \sum \xi$. Так как индукционная ЭДС ξ равномерно распределена по всему контуру,

то на любом i -том участке контура $r_i I = \varepsilon_i$ или $r_i I - \varepsilon_i = 0$,

где r_i – сопротивление участка, а ε_i – индукционная ЭДС на этом участке. То есть разность потенциалов на любом отрезке контура (и на всем контуре!) равна нулю!

Этот результат означает, что падение потенциала на любом участке контура равна и направлена навстречу индукционной ЭДС на этом участке. Физически это значит, что вся электрическая энергия, которая вырабатывается в процессе ЭМИ на любом участке замкнутого индукционного контура, целиком переходит на этом же участке в теплоту. Из этого результата можно сделать два вывода:

1. В процессе ЭМИ в замкнутом контуре возникает не «вихревая», а круговая, но *потенциальная* ЭДС. Это – основной результат, который показывает, что в проводящей среде «релятивистский эффект» (взаимодействие полей) не работает!

2. Как в любом электрогенераторе, индукционный ток в замкнутом контуре создается *сторонней силой* и направлен *навстречу* индукционной ЭДС ξ .

Таким образом, решение простой школьной задачки методами практической электротехники дает правильные ответы на «каверзные» вопросы, в которых теоретическая электродинамика путается уже многие десятилетия. И для ответа на эти вопросы не требуется «релятивистские эффекты».

Из этого решения следует еще один вывод:

знак « – » в зависимости (3) академик Ленц ввел, следуя принципу Ле Шателье, который справедлив лишь для *диссипативных* систем, а для индукционного (генераторного) процесса неприменим. Так что и Ленц не избежал «роковой» ошибки, посчитав индукционную ЭДС и сторонний ток сонаправленными. Отрицательный знак в этой формуле говорит лишь о том, что индукционный (сторонний) ток в контуре направлен *навстречу* индукционной ЭДС. Для гармонической индукции эта зависимость сложнее [9].

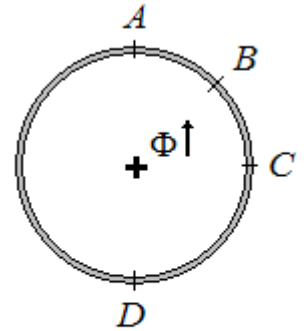


Рис. 9

Электромагнитные волны

Венцом теории электромагнетизма стало предсказание Максвеллом возможности существования электромагнитного излучения и его перемещения в пространстве в форме электромагнитных волн (ЭМВ). Через 9 лет после смерти Дж. Максвелла (1888) существование ЭМВ было подтверждено экспериментально Г. Герцем.

Первоначальные представления.

В основу системы уравнений электродинамики Дж. Максвелл положил один физический закон (ЭМИ Фарадея) и две математические теоремы – теорему Остроградского-Гаусса (для электрического поля) и теорему Стокса (для магнитного поля). Расчеты показали, что скорость перемещения электромагнитных волн в вакууме равна скорости света. Это позволило Максвеллу сделать еще одно предположение, что свет представляет собой электромагнитное излучение.

Максвелл показал, что ЭМВ представляют две синфазные, сцепленные друг с другом системы волн электрического и магнитного полей (волны единого *электромагнитного* поля). Обе волны поляризованы во взаимно перпендикулярных плоскостях, а напряженности этих полей образуют со скоростью распространения волны правовинтовую тройку. ЭМВ переносят электромагнитную энергию в форме плотности энергии электромагнитного поля.

Анализ теории ЭМВ.

При физическом анализе результатов теории ЭМВ возникает ряд недоуменных вопросов. Очевидно, что генерация и распространение ЭМВ имеют непосредственное отношение к явлению ЭМИ, протекающему в свободном пространстве. По аналогии с волновыми процессами в механике следует ожидать, что распространение ЭМВ в пространстве обусловлено поочередным переходом потенциальной энергии в кинетическую и обратно. Но ЭМВ представляют собой перемещение *одного* (электромагнитного) поля, в котором происходят переходы между различными *компонентами* этого поля (все тот же принцип «взаимодействия полей»!). Даже если признать, что магнитное поле отражает электрокинетическую энергию, то остается открытым другой вопрос – как осуществляется переход энергии между полями разной физической природы? Ведь известно, что в механических волновых процессах переходы энергии из одной формы в другую и обратно симметричны, а компоненты электромагнитного поля физически несимметричны. В работах Максвелла эта проблема разрешалась наличием в пространстве материального заполнения – мирового эфира, возмущения которого и представляли собой энергию излучения! Вместе с тем появились уже первые работы А. Эйнштейна по теории относительности, в которой космический вакуум был «пустым».

Чтобы «подогнать» процесс распространения ЭМВ в вакууме к «предсказаниям» теории, в электродинамике была совершена колоссальная научная мистификация: В 1890 Генрих Герц придал уравнениям Максвелла *симметричную* форму, которая отражала полную взаимосвязь (симметрию) между электрическими и магнитными процессами. С тех пор «уточненная» теория взаимодействия полей стала «электродинамикой Максвелла-Герца», отражающей процесс перемещения электромагнитной энергии в абсолютном вакууме [10]. Такое «насилие» над естественными процессами привело к появлению в теоретической электродинамике фантомов, исказивших природу ЭМВ.

Процессы ЭМИ в ЭМВ

Переход МП в электрическое.

По замыслу Максвелла перемещение ЭМВ в пространстве происходит вследствие попеременного перехода магнитной энергии в электрическую и, наоборот – через деформации мирового эфира, природа которых неизвестна до сих пор. Но согласно постулатам СТО такая ЭМИ должна происходить в абсолютной пустоте. Симметрия процессов требовала, чтобы электрическое поле, как и магнитное, было вихревым. Выше мы показали, что существование вихревого электрического поля невозможно даже теоретически, а «симметричная» «теория взаимодействия полей» приводит на практике к ряду неразрешимых парадоксов. Поэтому «релятивистский эффект» оказался фантомом, не реализуемым на практике. То есть процесс перехода «магнитной энергии» в «электрическую» в абсолютном вакууме невозможен.

Переход электрического поля в магнитное. Ток смещения.

Со времен Эрстеда известно, что магнитное поле порождается электрическим током. Так как в вакууме электрические заряды отсутствуют, то и магнитному полю взятая, казалось бы, неоткуда. При разработке теории электромагнитного поля Максвелл отказался от зарядов, и при создании теории ЭМВ проблема перехода электрического поля в магнитное стала для Максвелла камнем преткновения. При решении этой задачи во всей полноте проявился научный талант Максвелла.

В 1837 году Фарадей обнаружил явление поляризации диэлектриков в электрическом поле. В этом явлении он увидел возможность распространения «электрического и магнитного действия» через промежуточную диэлектрическую среду. Анализируя этот процесс, Максвелл предположил, что взаимное *смещение* зарядов в молекулах диэлектрика пропорционально напряженности внешнего электрического поля \mathbf{E} . В современных обозначениях эта зависимость определяет *электрическую индукцию* $\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E}$, где ϵ_0 – электрическая постоянная. При изменении внешнего электрического поля \mathbf{E} в диэлектрике временно происходит смещение зарядов – *ток поляризации*, плотность которого определяется зависимостью $\mathbf{j}_{\text{см}} = d\mathbf{D}/dt = \epsilon_0 d\mathbf{E}/dt$. Этот ток Максвелл назвал «током смещения». Это, хоть и кратковременный, но ток *реальных* зарядов, который *мог* создавать магнитное поле. Но для этого пространство должно обладать свойствами диэлектрика, то есть должно быть заполнено материальной средой, содержащей связанные заряды противоположного знака. В отсутствие эфира и этот процесс стал невозможен.

Чтобы «сохранить» ЭМВ в вакууме, теоретики воспользовались тем, что *формально* зависимость для тока смещения не включает заряды. Так появился второй фантом – «ток смещения в вакууме», который пропорционален производной от *напряженности* электрического поля. Авторы этой идеи «не заметили», что по своей природе электрическое смещение представляет собой *поверхностную плотность* электрического заряда ($\text{Кл}/\text{м}^2$), который в вакууме отсутствует.

Во II томе Берклеевского курса физики [11] Э. Парселл приводит любопытный анализ тока смещения в *вакуумном* конденсаторе. Он показывает, что ток смещения в вакууме магнитное поле... не создает! Напряженность магнитного поля в любой точке пространства (как внутри, так вне конденсатора) определяется суперпозицией магнитных полей от двух «полупотоков» проводимости – втекающего в одну пластину конденсатора и вытекающего из другой.

В работе [12] профессор В.А. Эткин рассмотрел ток смещения в диэлектриках как форму общезначимого понятия «потоки смещения», с которыми приходится сталкиваться в про-

цессах различной природы. Автор показал, что Максвелловский ток смещения $\mathbf{j}_{см}$ не соответствует свойствам общефизического понятия «потока смещения». В отсутствие зарядов (в вакууме) этот ток существовать не может, а в диэлектрической среде он не продолжает ток проводимости \mathbf{j}_e , а направлен *навстречу* этому току. При этом «полный ток» (по Максвеллу), создающий магнитное поле, $\mathbf{j} = \mathbf{j}_{см} + \mathbf{j}_e = 0$, что согласуется с выводом Парселла.

Обратимся, однако, к экспериментам. Первые измерения магнитного поля от токов смещения связанных зарядов провели еще Рентген и Эйхенвальд. Измерения магнитного поля выполнялись с помощью намагниченных игл. Эти измерения не показали какие-либо существенные отличия магнитного поля токов смещения связанных зарядов от поля аналогичного тока проводимости.

Недавно сотрудники С-Петербургского госуниверситета А.И. Королев и др. обнаружили, что методика измерения магнитного поля намагниченными иглами некорректна и дает значительные погрешности. С помощью датчиков Холла они провели собственные измерения магнитного поля от тока смещения в ледяном стержне. Это магнитное поле оказалось незначительным, что согласуется с теоретическими выводами, полученными автором [12].

Синфазность в ЭМВ.

Есть еще одна особенность в структуре ЭМВ, которая вызывает вопросы у специалистов по радиосвязи:

Из уравнений Максвелла следует, что компоненты ЭМВ *синфазны*, то есть электрическая и магнитная волны в любой точке волнового пространства достигают максимума *одновременно*. Это не согласуется с теорией волнового движения, которая требует, чтобы одна энергетическая волна на четверть периода опережала другую. Только сдвиг по фазе может обеспечить перемещение волны в пространстве. Специалисты по радиосвязи категорически не принимают такой результат, хотя и не понимают, откуда он мог взяться. «Последователи» Максвелла также, не умея объяснить такой теоретический казус, тем не менее, во всех справочниках рисуют электромагнитную волну синфазной. С этим можно было бы согласиться, считая этот странный результат еще одним рецидивом «коварной ошибки». Действительно: отождествление сторонних и потенциальных сил приводит к синфазности индукционного тока и ЭДС индукции (см. выше). Эта ошибка просочилась и в теорию электромагнитного поля. Но Фарадей еще в 1831 году экспериментально показал, что напряженности \mathbf{E} и \mathbf{H} в явлениях ЭМИ действительно *синфазны*! Экспериментальному таланту Фарадея трудно не верить! Но если перемещение ЭМВ обязано попеременному переходу энергии электрической волны в магнитную и обратно, то синфазность компонент ЭМВ нарушает... закон сохранения энергии. Кроме того, из анализа общефизического понятия «потоков смещения» [12] следует, что переноситься может только внутренняя (собственная) энергия, тогда как электромагнитная энергия является энергией внешней (взаимной), принадлежащей всей совокупности взаимодействующих масс, зарядов и токов. Все эти соображения привели автора [13] к радикальному выводу, что электромагнитное «поле следует трактовать лишь как напряженное состояние эфира или физического вакуума, проявляющееся в возникновении в пространстве каких-либо сил, но не как самостоятельную сущность».

И, наконец, -- энергия ЭМВ.

«Электромагнитное излучение» несомненно, несет энергию. Поток этой энергии определяется вектором Умова-Пойнтинга согласно зависимости

$$\mathbf{П} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} . \quad (10)$$

Это – векторное произведение, сомножители которого представляют гармонические функции. Поэтому модуль этого произведения изменяется со временем также по гармоническому закону. Это – еще одно нарушение закона сохранения энергии в ЭМВ – последнее «белое пятно» в теории электромагнитного излучения, которое позволило автору [14] сделать решительный вывод, что «единой сущности, названной «электромагнитным полем», в природе не существует»!

Разговор об «электромагнитных волнах» хочу закончить мнением Н. Тесла: «... радиопередатчик не создает волны Герца, которые являются мифом, а создает звуковые волны в эфире, поведение которых во всех смыслах подобно волнам в воздухе».

Заключение, выводы

Мы рассмотрели много примеров, которые показывают, что в современной электродинамике существуют «белые пятна», которые не удастся устранить на основе существующих представлений. Рассмотренные примеры относятся, главным образом, к закономерностям электромагнитной индукции. Показано, что много «парадоксов» связано с подменой экспериментального закона ЭМИ Фарадея не существующим в природе «взаимодействием полей». Этот «дефект» теории привел к появлению фантомов, исказивших, например, природу электромагнитного излучения. За два века развития электродинамики накопилось много других проблем, ждущих своего логического разрешения.

В работе показано, что некоторые из этих «проблем» уже были решены в прошлом. Так, например, схему, подобную той, что на Рис. 2, предложил и правильно предсказал результат такого эксперимента профессор Сильванус Томпсон в 1903 году, а «парадокс Геринга» был объяснен В.Ф. Миткевичем еще в 1901 году. Вариант эксперимента по определению зависимости ЭМИ от потокосцепления при *непрерывном* изменении числа витков, представленный на Рис. 3,в, который спустя 70 лет безуспешно искали испанские экспериментаторы [5], был описан и правильно объяснен еще в 1946 году в работе [1, с. 86]. Так что не мешает помнить народную мудрость: «Новое – это хорошо забытое старое», хотя бы изредка перелистывая старые журналы.

Большой бедой в науке 20-го века стало появление новых «глобальных» идей, новых «парадигм». При этом их авторы (явно или неявно!) руководствовались тезисом: «Достаточно ли идея безумна, чтобы быть правильной!» Поскольку безумных идей множество, а правильная – только одна, то это поветрие в начале 20-го века приобрело размах «эпидемии» – «безумные» идеи заполнили научную печать. И очиститься от этого «мусора» в разных областях знания до сих пор не удается.

Есть и еще одна беда, которая всегда сопутствует научным исследованиям – чрезмерная теоретизация и математизация знания, которую В.Ф. Миткевич характеризовал как «объективирование математических абстракций», а академик Ю.Г. Марков точно и остроумно назвал «математической инфляцией в физике». В статье, посвященной Дж. Максвеллу, А. Эйнштейн с упоением отмечал, что «Дифференциальное уравнение в частных производных вошло в теоретическую физику в качестве служанки, но постепенно оно стало госпожой...». В физике, которая является фундаментом научного знания, подмена «хозяина» «госпожой» не только не допустимо, но и опасно. В данной статье есть много примеров, когда строгое математическое решение не объясняет, а искажает физическое содержание явления.

Хочу закончить статью утверждением Р. Фейнмана, несколько тенденциозным, но в целом – оптимистическим. Пусть оно будет предупреждением тем, кто упоен теоретическим «благополучием», и готов уже уютно устроиться на мягком диване:

«...наша хваленая современная физика – сплошное надувательство: начали мы с магнитного железняка и янтаря, а закончили тем, что не понимаем достаточно хорошо ни того, ни другого. Зато в процессе изучения мы узнали огромное количество удивительных и очень полезных для практики вещей» [15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Миткевич В.Ф. Магнитный поток и его преобразование. М.-Л.: АН СССР. 1946 г. 359 с.
2. Шипов Г.И. Теория физического вакуума. – М.: Наука, 1996. 450 с.
3. Дж. Максвелл. Трактат об электричестве и магнетизме. Т. 2.
4. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. – М.: Лаб. Базовых знаний, 2001. С. 248.
5. A Lopez-Ramos, J R Menendez and C Pique Conditions for the validity of Faraday's law of induction and their experimental confirmation *Eur.J.Phys.*29(2008)1069–1076.
6. Канн К.Б. Магнитное поле: свойства, особенности и парадоксы.
<http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st4515.pdf>
7. Тамм И.Е. Основы теории электричества. Уч. пособие для вузов – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. С.181.
8. Muller F.J. Экспериментальное опровержение Специальной теории относительности.
<http://www.worldnpa.org/site/>
9. Канн К.Б.
<http://electrodynamics.narod.ru/harmonic-ind-processes.html>
10. Храмов Ю.А. Физики: Биографический справочник. – М.: Наука, ФИЗМАТЛИТ, 1983. С. 82.
11. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Берклеевский курс. физики. – М.: Наука, 1983. Т. 2. с 249.
12. Эткин В.А. О физическом смысле токов смещения.
<http://www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st5974.pdf>
13. Эткин В.А. О неэлектромагнитной природе света. // Доклады независимых авторов. 2013. – Вып. 24. С. 160.
14. Эткин В.А. Об ограниченности электродинамики Максвелла.
http://samlib.ru/e/etkin_w_a/obogranichenostielectrodynamiki.shtml. 23.06.2009
15. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. - М. 1999. Т. 7, стр. 186.