

Почему СТО имела такой успех?

Ф. Ф. Менде

1. Введение.

Законы классической электродинамики отражают экспериментальные факты и являются феноменологическими. Основными уравнениями современной классической электродинамики являются уравнения Максвелла. В том виде, как их записал Хевисайд, для вакуума они записываются следующим образом:

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t},$$

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t},$$

$$\operatorname{div} \vec{D} = 0,$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0,$$

где $\vec{E}$ и $\vec{H}$ - напряженность электрического и магнитного поля, $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E}$ и $\vec{B} = \mu_0 \vec{H}$ - электрическая и магнитная индукция, μ_0 и ε_0 - магнитная и диэлектрическая проницаемость вакуума. Из этих уравнений следуют волновые уравнения для электрического и магнитного полей:

$$\nabla^2 \vec{E} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2},$$

$$\nabla^2 \vec{H} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2},$$

которые указывают на то, что в вакууме могут распространяться плоские электромагнитные волны, скорость распространения которых равна скорости света

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}}.$$

Ради исторической справедливости следует отметить, что сам Максвелл свои уравнения записывал в полных производных, не исключая возможности их преобразования для движущихся систем отсчёта. Записав уравнения Максвелла в частных производных, Хевисайд такую возможность упустил. Эта упущенная возможность была восполнена при помощи ковариантных преобразований Лоренца, которые были положены в основу СТО с её постулатами. Следует указать, что такой подход к физике никакого отношения не имеет, а является лишь попыткой путём математических манипуляций объяснить некоторые экспериментальные факты, которые не могут найти объяснение в рамках уравнений Максвелла, записанных в частных производных. При таком подходе пришлось пойти на колоссальные физические жертвы, разрешив в угоду принятым постулатам произвольно изменять масштабы, как координат, так и времени, растягивая или сжимая их.

СТО подтвердила ряд экспериментальных фактов, такие как фазовая aberrация и поперечный эффект Доплера, которые классическая электродинамика объяснить не может. В чём здесь дело? Оказываются

введение постулатов и ковариантных преобразований Лоренца указывают на зависимость скалярного потенциала заряда от его относительной скорости. В этом и кроется успех СТО.

В СТО зависимость скалярного потенциала заряда от скорости выражается соотношением

$$\varphi(v) = \frac{\varphi_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \varphi_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \dots \right) \quad (1.1)$$

где φ_0 - скалярный потенциал неподвижного заряда.

Если вычислить электрические поля, соответствующие такой зависимости то окажется, что при движении заряда его поля нормальные к направлению движения увеличиваются, а тангенциальные уменьшаются, оставляя сам заряд неизменным, т. е не зависящим (инвариантным) по отношению к скорости. Но СТО объясняет не все экспериментальные факты. Например, СТО не может объяснить такое грандиозное явление, как электрический импульс космического термоядерного взрыва, она не может также объяснить возникновение статических полей вокруг сверхпроводящего тора, в который ток вводится индукционным способом [1-7]. Это означает, что СТО как теория или не точна, или не полна.

Уравнения Максвелла, являются следствием уравнений индукции, которые могут быть записаны как в частных, так и в полных производных. Та запись этих уравнений, которая была предложена Хевисайдом, основывается на записи уравнений индукции в частных производных и этим, как мы уже сказали, теряется возможность их преобразование при переходе из одной инерциальной системы в другую.

Посмотрим, что даёт запись уравнений индукции в полных производных.

2. Динамические потенциалы и поля движущихся зарядов

Сейчас мы попытаемся найти пути физического обоснования преобразований полей при переходе из одной ИСО в другую в классической электродинамике, а также выясним какие динамические потенциалы и поля могут генерировать движущиеся заряды. Первый шаг в этом направлении, продемонстрированный в работах [1-3], был сделан путём введения симметричных законов магнитоэлектрической и электромагнитной индукции. Эти законы записываются следующим образом:

$$\oint \vec{E}' dl' = - \int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{s} + \oint [\vec{v} \times \vec{B}] dl' ,$$
$$\oint \vec{H}' dl' = \int \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{s} - \oint [\vec{v} \times \vec{D}] dl'$$
(2.1)

или

$$\text{rot} \vec{E}' = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} + \text{rot} [\vec{v} \times \vec{B}]$$
$$\text{rot} \vec{H}' = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} - \text{rot} [\vec{v} \times \vec{D}]$$
(2.2)

Для постоянных полей эти соотношения имеют вид:

$$\vec{E}' = [\vec{v} \times \vec{B}]$$
$$\vec{H}' = - [\vec{v} \times \vec{D}]$$
(2.3)

В соотношениях (2.1-2.3), предполагающих справедливость преобразований Галилея, штрихованные и не штрихованные величины представляют поля и элементы в движущейся и неподвижной ИСО соответственно. Следует

заметить, что преобразования (2.3) ранее можно было получить только из преобразований Лоренца.

Соотношения (2.1–2.3), представляющие законы индукции, не дают информации о том, каким образом возникли поля в исходной неподвижной ИСО. Они описывают только закономерности распространения и преобразования полей в случае движения по отношению к уже существующим полям.

Соотношения (2.3) свидетельствуют о том, что в случае относительного движения систем отсчета, между полями $\vec{E}$ и $\vec{H}$ существует перекрестная связь, т.е. движение в полях $\vec{H}$ приводит к появлению полей $\vec{E}$ и наоборот. Из этих соотношений вытекают дополнительные следствия, которые впервые были рассмотрены в работе [1]. Электрическое поле $E = \frac{g}{2\pi\epsilon r}$ за пределами заряженного длинного стержня, на единицу длины которого приходится заряд g , убывает по закону $\frac{1}{r}$, где r - расстояние от центральной оси стержня до точки наблюдения.

Если параллельно оси стержня в поле E начать двигать со скоростью Δv другую ИСО, то в ней появится дополнительное магнитное поле $\Delta H = \epsilon E \Delta v$. Если теперь по отношению к уже движущейся ИСО начать двигать третью систему отсчета со скоростью Δv , то уже за счет движения в поле ΔH появится добавка к электрическому полю $\Delta E = \mu \epsilon E (\Delta v)^2$. Данный процесс можно продолжать и далее, в результате чего может быть получен ряд, дающий величину электрического поля $E'_v(r)$ в движущейся ИСО при достижении скорости $v = n \Delta v$, когда $\Delta v \rightarrow 0$, а $n \rightarrow \infty$. В конечном итоге в движущейся ИСО величина динамического электрического поля окажется больше, чем в исходной и определится соотношением:

$$E'(r, v_{\perp}) = \frac{gch \frac{v_{\perp}}{c}}{2\pi\epsilon r} = Ech \frac{v_{\perp}}{c}.$$

Если речь идет об электрическом поле одиночного заряда e , то его электрическое поле будет определяться соотношением:

$$E'(r, v_{\perp}) = \frac{ech \frac{v_{\perp}}{c}}{4\pi\epsilon r^2},$$

где $v_{\perp}$ - нормальная составляющая скорости заряда к вектору, соединяющему движущийся заряд и точку наблюдения.

Выражение для скалярного потенциала, создаваемого движущимся зарядом, для этого случая запишется следующим образом [1-4]:

$$\varphi'(r, v_{\perp}) = \frac{ech \frac{v_{\perp}}{c}}{4\pi\epsilon r} = \varphi(r)ch \frac{v_{\perp}}{c}, \quad (2.4)$$

где $\varphi(r)$ - скалярный потенциал неподвижного заряда. Потенциал $\varphi'(r, v_{\perp})$ может быть назван скалярно-векторным, т.к. он зависит не только от абсолютной величины заряда, но и от скорости и направления его движения по отношению к точке наблюдения. Максимальное значение этот потенциал имеет в направлении нормальном к движению самого заряда. Более того, если скорость заряда меняется, что связано с его ускорением, то могут быть вычислены и электрические поля, индуцируемые ускоряемым зарядом.

При движении в магнитном поле, применяя уже рассмотренный метод, получаем:

$$H'(v_{\perp}) = Hch \frac{v_{\perp}}{c}.$$

где $v_{\perp}$ - скорость нормальная к направлению магнитного поля.

Если применить полученные результаты к электромагнитной волне и обозначить компоненты полей параллельные скорости ИСО, как $E_{\uparrow}$ и $H_{\uparrow}$, а $E_{\perp}$ и $H_{\perp}$, как компоненты нормальные к ней, то преобразования полей запишутся:

$$\begin{aligned}\vec{E}'_{\uparrow} &= \vec{E}_{\uparrow}, \\ \vec{E}'_{\perp} &= \vec{E}_{\perp} ch \frac{v}{c} + \frac{Z_0}{v} [\vec{v} \times \vec{H}_{\perp}] sh \frac{v}{c}, \\ \vec{H}'_{\uparrow} &= \vec{H}_{\uparrow}, \\ \vec{H}'_{\perp} &= \vec{H}_{\perp} ch \frac{v}{c} - \frac{1}{vZ_0} [\vec{v} \times \vec{E}_{\perp}] sh \frac{v}{c},\end{aligned}\tag{2.5}$$

где $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$ – импеданс свободного пространства, $c = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \varepsilon_0}}$ – скорость света.

Преобразования полей (2.5) были впервые получены в работе [1]. Эти преобразования дают возможность объяснить и фазовую аберрацию, и поперечный эффект Доплера. В отличие от преобразований СТО они также объясняют и электрический импульс ядерного взрыва, и возникновение электрических полей вокруг сверхпроводящего тора, ток в который вводится индукционным способом. Т. е. они более точны, чем преобразования СТО. В этих преобразованиях скалярный потенциал движущегося заряда также как и в СТО зависит от скорости его относительного движения

$$\varphi(v) = \varphi_0 ch \frac{v_{\perp}}{c} = \varphi_0 \left(1 + \frac{1}{2!} \frac{v_{\perp}^2}{c^2} + \frac{1}{4!} \frac{v_{\perp}^4}{c^4} + \dots \right)\tag{2.6}$$

Если сравнивать это соотношение с преобразованиями СТО (1.1), то можно видеть, что первые два члена разложений в них совпадают, и отличие имеется только в четвёртых степенях отношений скоростей. С этим и связано то обстоятельство, что СТО не может объяснить ряд экспериментальных фактов.

Рассмотрим экспериментальные факты, которые в СТО объяснить нельзя, и в то же время они объяснимы в рамках концепции скалярно-векторного потенциала. Первый из них связан с возникновением электрических статических полей вокруг сверхпроводящих торов, ток в которые вводится индукционным бесконтактным способом [4,5].

Схема такого эксперимента представлена на рис. 1.

Если внутри проводящего экрана разместить второй проводящий экран, и между ними подключим электрометр, то в том случае, когда внутри внутреннего экрана появится заряд, между внутренним и наружным экраном появится разность потенциалов. В эксперименте, в качестве наружного экрана 1, использовалось ярмо трансформатора, выполненное из трансформаторной стали. На центральном стержне этого ярма располагалась первичная обмотка 2, намотанная ниобий-титановым проводом, содержащая 1860 витков. На этом же стержне располагался торообразный металлический экран 3, выполненный из меди. Внутри этого экрана был расположен тор 4, выполненный из ниобия. Наружный диаметр ниобиевого тора составлял 76 мм, а внутренний 49 мм. Трансформатор размещался в баке гелиевого криостата и охлаждался до гелиевой температуры, при этом ярмо трансформатора и гелиевый бак заземлялись. При введении постоянного тока в первичную обмотку трансформатора в сверхпроводящем торе индуцировался ток, и электрометр фиксировал появление между экраном 3 и ярмом трансформатора разность потенциалов U . Это означает, что ниобиевый тор, расположенный внутри экрана 3 при введении в него постоянного

тока перестаёт быть электронейтральным. Величина постоянного тока в сверхпроводящем торе в 1860 раз превышала ток, вводимый в первичную обмотку трансформатора.

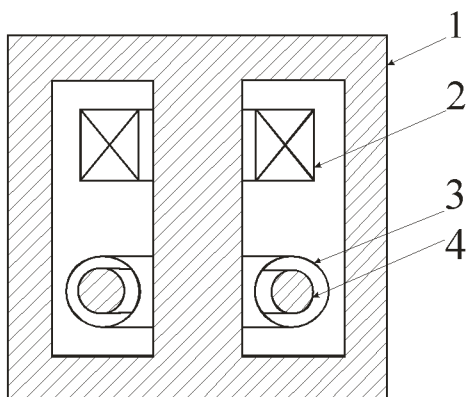


Рис. 1. Схема эксперимента со сверхпроводящим тором.

Зависимость разности потенциалов U от тока I , вводимого в первичную обмотку трансформатора, показана на рис. 2.

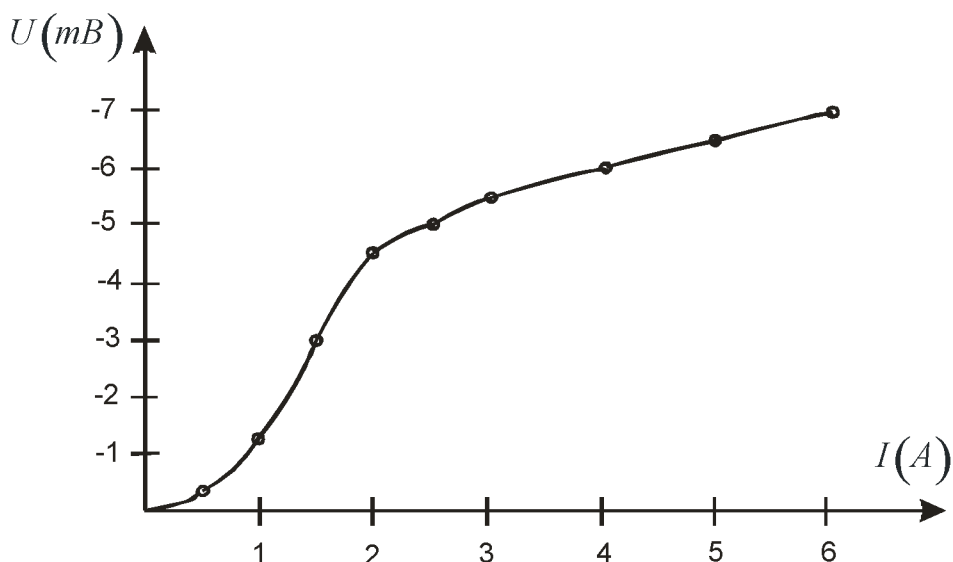


Рис. 2. Зависимость разности потенциалов между экраном 3 и ярмом трансформатора 1 от тока, вводимого в первичную обмотку трансформатора.

Вводимый в сверхпроводящий тор постоянный ток очень неравномерно распределён по его поверхности. Максимальные плотности тока имеют место на внутренней поверхности тора, а на периферии они значительно меньше. С этим связано то, что внутренние поверхности тора начинают переходить в нормальное состояние раньше, чем наружные. Процесс перехода тора в нормальное состояние происходит таким образом, что при увеличении тока в торе в нормальное состояние переходят сначала внутренние области и нормальная фаза начинает перемещаться от внутренних областей к наружным. Процесс длится до тех пор, пока весь тор не перейдёт в нормальное состояние. Но почему при этом к моменту перехода тора в нормальное состояние не происходит сброс потенциала? Это связано с тем, что ниобий является сверхпроводником второго рода, он не сразу скачком переходит в нормальное состояние, а у него имеется достаточно значительная область плотностей токов, при которых он находится в смешанном состоянии, когда внутрь массивного проводника проникают вихри Абрикосова. Следовательно, то обстоятельство, что показания электрометра не имеют сброса показаний, указывает на то, что сверхпроводящий тор находится в смешанном состоянии, а вихревые структуры, которые также представляют сверхпроводящие вихревые токи, приводят к тому, что тор перестаёт быть электронейтральным. Из сказанного можно сделать вывод, что вихри несут на себе не только кванты магнитного потока, но ещё и электрические заряды.

Если изменить направление тока в первичной обмотке, то зависимость, подобная изображённой на рис. 2, повторяется, однако, наблюдается сильный гистерезис. Это связано с тем, что вихри, проникшие вглубь сверхпроводника, закрепляются на дефектах кристаллической структуры, попадая в потенциальные ямы, что и приводит к гистерезису.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов однозначно указывают на зависимость скалярного потенциала и величины зарядов от

их скорости, что было предсказано ещё в работе [1] и экспериментально подтверждено в работах [4,5]. Однако, СТО не предусматривает возникновение статических электрических полей вокруг торов с током, поскольку в этой теории заряд является инвариантом скорости.

Вторым экспериментальным фактом, который в рамках СТО объяснить нельзя, является возникновение электрического импульса при ядерных взрывах. Такой импульс был впервые обнаружен во время испытаний по программе «*Starfish*», когда 9 июля 1962 США взорвали в космосе над Тихим океаном водородную бомбу с тротиловым эквивалентом 1.4 Мт. В эпицентре взрыва на расстоянии 440 км от точки взрыва напряженность электрических полей составила 51000 В/м. Известно, что проблему ЭМИ вместе со своими учениками пытался решить и академик Я. Б. Зельдович [19]. Однако в имеющихся источниках нет информации о том, что им эта проблема была решена. Но это и не странно, т.к. для её решения нужно было отказаться от СТО. В концепции же скалярно-векторного потенциала это явление находит простое объяснение.

Облако взрыва ядерного заряда представляет раскалённую плазму, в которой наиболее вероятная скорость электронов определяется из соотношения:

$$v = \sqrt{\frac{2k_B T}{m}},$$

где k_B - постоянная Больцмана, а m - масса электрона.

Используя соотношение (6) для вычисления приращения скалярно-векторного потенциала и учитывая только члены разложения $\sim \frac{v^2}{c^2}$, получаем

$$\Delta\varphi \cong \frac{Nek_B T}{4\pi\epsilon_0 r m c^2}.$$

где e - заряд электрона, а r - расстояние от центра взрыва до точки наблюдения. Напряженность радиального электрического поля, соответствующая такому приращению потенциала, определяем по формуле:

$$E = \frac{Nek_B T}{4\pi\epsilon_0 r^2 mc^2}.$$

Таким образом, напряженность радиального электрического поля облака ядерного взрыва зависит от количества электронов в облаке и его температуры, а также от расстояния до места взрыва.

Экспериментальная установка для исследования зависимости величины заряда от его относительной скорости (рис. 3) состоит из вакуумной камеры с токовводами, между которыми расположена тонкая металлическая проволока. Эту проволоку можно взорвать при помощи подключения к ней заряженного конденсатора большой ёмкости. В момент взрыва проволоки образуется облако высокотемпературной плазмы, подобно облаку взрыва ядерного заряда, электрический импульс которого фиксируется при помощи дипольной антенны, подключённой к осциллографу. Корпус камеры, внешняя часть токоввода и камера, в которой расположен конденсатор, должны представлять единую металлическую конструкцию. Такая конструкция необходима с целью устранения возможных наводок на дипольную антенну со стороны цепей в камере в момент замыкания ключа.

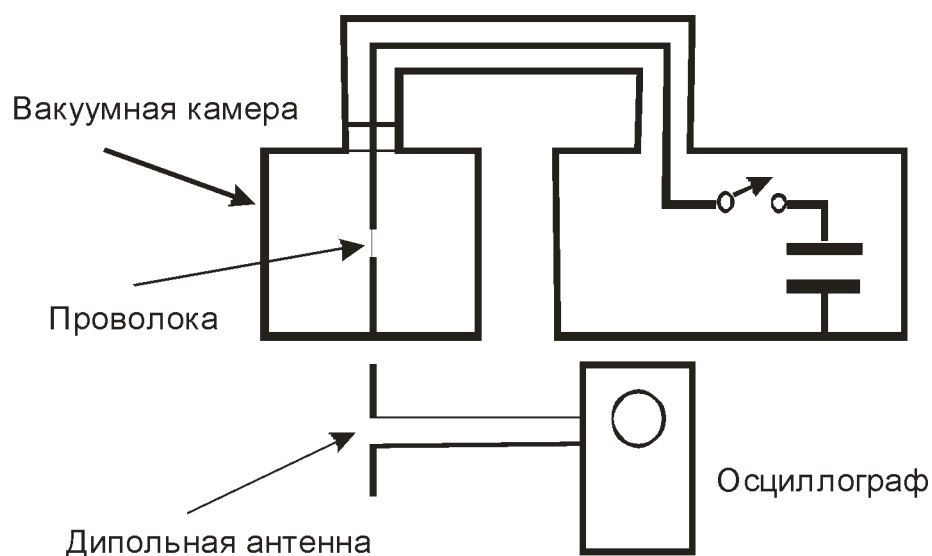


Рис. 3. Экспериментальная установка для исследования зависимости величины заряда от его относительной скорости.

Заключение.

Проведенное рассмотрение показало, что СТО не точна, и поэтому не может объяснить ряд экспериментальных фактов, таких как электрический импульс ядерных взрывов и возникновение статических электрических полей вокруг сверхпроводящих торов, в которые ток вводится бесконтактным индукционным способом. В тоже время, теория динамических полей, основанная на записи уравнений индукции в полных производных, этого недостатка не имеет и объясняет все существующие динамические эффекты, имеющие место в электродинамике.

Список литературы.

1. Менде Ф. Ф. К вопросу об уточнении уравнений электромагнитной индукции. - Харьков, депонирована в ВИНТИ, №774-B88 Деп., 1988.-32с.
2. Менде Ф. Ф. Существуют ли ошибки в современной физике. Харьков, Константа, 2003.- 72 с.
3. Mende F. F. On refinement of certain laws of classical electrodynamics, arXiv, physics/0402084.
4. Менде Ф. Ф. Великие заблуждения и ошибки физиков XIX-XX столетий. Революция в современной физике. Харьков, НТМТ, 2010, - 176 с.
5. Менде Ф. Ф. Новая электродинамика. Революция в современной физике. Харьков, НТМТ, 2012, – 172 с.
6. Менде Ф. Ф. Новые подходы в современной классической электродинамике. Часть II, Инженерная физика, №2, 2013.
7. Менде Ф. Ф. Проблемы современной физики и пути их решения. Palmarium academic publishing, 2013, 272.
8. Знакомый и незнакомый Зельдович (в воспоминаниях друзей, коллег, учеников), М: Наука, 1993, 352 с. (под редакцией С. С. Герштейна и Р.А. Сюняева).

