

Релятивистская динамика и физика Ньютона

Эфир и классическая электродинамика

Валерий Петущак

Уравнения релятивистской динамики принимают как следствие уравнений Лоренца, однако исторически они являются аппроксимацией экспериментальных данных физических экспериментов, а уравнения Лоренца это лишь один из возможных вариантов физической интерпретации уравнений релятивистской динамики. Эти уравнения справедливы и в физике Ньютона, если учесть скорость распространения силового взаимодействия.

Во второй части статьи показано, что законы классической электродинамики отрицают постулат относительности СТО, и из них следует, что магнитное поле является состоянием эфира.

...энергия эквивалентна массе, как теплота, так и механическая энергия, и коэффициент пропорциональности представляется квадратом скорости света.

Умов Н. А., докторская диссертация «Уравнения движения энергии в телах», 1874.

Они (фиксируемые нами проявления энергии) составляют лишь ничтожную крупицу той неисчерпаемой энергии, которая запасена в движениях и силах частей атомов, иначе говоря, в эфире...

Умов Н.А. Речь «Эволюция атомов».

«Запаздывание потенциалов» в механике Ньютона при движении заряженной частицы в электромагнитном поле

Основным отличием специальной теории относительности (СТО) от механики Ньютона считается то, что в законах СТО учитывается скорость распространения силового взаимодействия в электромагнитных и гравитационных полях, в то время как законы Ньютона построены на принципе «дальнего действия», то есть на предположении, что силовое взаимодействие распространяется мгновенно. Возможно ли в механике Ньютона учесть влияние скорости распространения силового взаимодействия (запаздывание потенциалов), является ли это прерогативой лишь СТО?

Первую попытку учесть конечную скорость распространения силового взаимодействия в электрических и магнитных полях сделал Гаусс [2]. В 1835 году он получил такое выражение для закона силового взаимодействия электрических зарядов:

$$F = \frac{ee'}{r^2} \left(1 + \frac{1}{c^2} \left[u^2 - \frac{3}{2} \left\{ \frac{dr}{dt} \right\}^2 \right] \right),$$

где F – сила взаимодействия между частицами с электрическими зарядами e и e' , которые движутся с относительной скоростью u ; r – расстояние между частицами; $\left\{ \frac{dr}{dt} \right\}$ – абсолютная скорость вдоль линии, которая соединяет обе частицы, c – скорость света.

Этот закон Гаусс в 1835 году передал в письме своему ученику Веберу. Вебер опубликовал его лишь в 1867 году после смерти Гаусса.

Запишем закон Гаусса в такой форме:

$$F = F_0 \left(1 + \frac{1}{c^2} \left(u^2 - \frac{3}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 \right) \right),$$

где F_0 – сила взаимодействия между частицами при $u = 0$.

Проанализируем закон. Если вектор относительной скорости u это разность векторов скоростей обеих частиц, в общем случае закон не дает правильного решения, потому что когда вектор u перпендикулярен линии, соединяющей центры частиц, то есть при $\frac{dr}{dt} = 0$, имеем:

$$F = F_0 \left(1 + \frac{u^2}{c^2} \right).$$

То есть сила электрического взаимодействия увеличивается, когда частица движется перпендикулярно линиям электрического поля, что не подтверждается экспериментально. Но рассмотрим этот закон для тех же условий, для которых было получено уравнение релятивистской динамики: направление вектора электрической силы совпадает с относительной скоростью частицы, то есть если $u = \frac{dr}{dt}$. В этом случае

$$F = F_0 \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{u}{c} \right)^2 \right).$$

Сравним с аналогичным выражением релятивистской динамики:

$$F = F_0 \sqrt{1 - \left(\frac{u}{c} \right)^2}.$$

Если релятивистский коэффициент $\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c} \right)^2}$ разложить за степенями $\frac{u}{c}$ получим:

$$F = F_0 \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{u}{c} \right)^2 - \frac{1}{8} \left(\frac{u}{c} \right)^4 - \dots \right).$$

То есть коэффициент уменьшения эффективности действия электрической силы со скоростью в законе Гаусса с точностью до двух первых членов является разложением релятивистского коэффициента $\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c} \right)^2}$ по степеням. Оказывается, Гаусс еще в 1835 году был совсем недалек от открытия уравнений динамики движения частиц в электрическом поле с большими (релятивистскими) скоростями. Свой закон Гаусс выводил из законов механики Ньютона, учитывая «запаздывание потенциалов», то есть конечную скорость распространения силового взаимодействия в электрическом поле.

Определим в физике Ньютона выражение для силового действия электрического поля на электрический заряд, который движется в нем. Учтем потери энергии силового действия поля на заряженную частицу вследствие движения частицы в этом поле.

Предварительно уточним, вследствие чего «силовое взаимодействие в электрическом поле распространяется со скоростью света». Очевидно, силовое взаимодействие в электрическом поле возникает вследствие его деформации собственным полем частицы, и такая деформация не возникает мгновенно («взаимодействия не бывают мгновенными» В. Ритц [3]). Если частица перемещается, вместе с ней перемещается и деформация поля. «Силовое взаимодействие распространяется со скоростью света», следовательно, если частица движется со скоростью c относительно источника поля – сила не действует на частицу. Если же частица движется с меньшей скоростью, поле оказывает на неё силовое воздействие с эффективностью, которая зависит от скорости движения деформации поля.

Проанализируем, как зависит энергия силового действия электрического поля от скорости частицы в этом поле. Вспомним особенности силового действия электромагнитного поля на твёрдые тела – эффект давления света. Как известно, энергия фотона W_ϕ равна:

$$W_\phi = p_\phi c,$$

где p_ϕ – импульс фотона.

Импульс фотона – это импульс движения фотона со скоростью c , то есть величина этого импульса пропорциональна скорости c :

$$p_{\phi} = m_{\phi}c.$$

В последнем выражении m_{ϕ} – это виртуальная величина, имеющая размерность массы, ее называют массой движения фотона. С помощью этой условной величины определяется и энергия фотона:

$$w_{\phi} = m_{\phi}c^2.$$

То есть условная масса движения фотона имеет те же характеристики энергии – импульс и кинетическую энергию, что и обычная масса.

Энергия световых лучей оказывает механическое силовое действие на твёрдые тела – световое давление. При определении величины светового давления, если свет попадает на поглощающую поверхность, применяется модель неупругого удара: для неподвижной поверхности давление света P равняется импульсу, который передают единице поверхности за одну сек. n попавших на неё за это время фотонов:

$$P = np_{\phi} = nm_{\phi}c.$$

Теперь рассмотрим аналогичные характеристики электрического поля. Казалось бы электрическое поле – это потенциальное стационарное поле в отличие от динамического электромагнитного поля. Но вспомним начало прошлого столетия, когда радиосвязи еще не было, а информацию по всему миру передавали телеграфом по электрическим кабелям, которые были проложены даже по дну океанов. Носителем информации было электрическое поле, которое передавало информацию со скоростью c . Электрическое поле является составляющей электромагнитного поля, объемная энергия электрического поля w_e определяется так же, как и энергия электромагнитного поля w_{em} . Сравним:

$$w_{em} = \varepsilon_0 E^2 = \mu_0 H^2 \text{ и } w_e = \varepsilon_0 E^2 / 2.$$

Так как взаимодействие распространяется в электрическом поле со скоростью c , естественно предположить, что энергия электрического поля, как и энергия электромагнитного поля, также пропорциональна квадрату скорости света, а импульс этого поля пропорционален c . Перепишем последнее выражение в таком виде:

$$w_e = \frac{q^2}{16\pi^2 \varepsilon_0^2 r^4} = \frac{q^2 \mu_0}{16\pi^2 r^4 \varepsilon_0} c^2,$$

или

$$w_e = m_e c^2,$$

где

$$m_e = \frac{q^2 \mu_0}{16\pi^2 r^4 \varepsilon_0} - \text{условная удельная объемная масса электрического поля.}$$

Импульс электрического поля p_e равен:

$$p_e = m_e c.$$

Теперь определим, как действует электрическое поле на движущуюся заряженную частицу. Если эта частица движется в электрическом поле со скоростью V , на неё будет действовать уменьшенный импульс электрического поля p_{ev} . В качестве модели силового действия поля на частицу используем ту же модель неупругого удара, которая используется при определении давления света. В нашем случае виртуальная масса электрического поля – m_e – имеет бесконечно меньшую массу по сравнению с массой движущейся частицы. Во время удара масса m_e уменьшает скорость до скорости V заряженной частицы, при этом она передает ей

лишь часть своей кинетической энергии, которая равняется разнице её энергии до удара – $m_e c^2$ и энергии после удара – $m_e V^2$. Аналогичную модель силового взаимодействия использовал в своей баллистической теории Вальтер Ритц [3]. Согласно этой теории каждая заряженная частица создает электрическое поле, излучая поток реонов – бесконечно малых виртуальных частиц, движущихся со скоростью света, которые передают энергию электрического поля. «Реон массой m , который попал в электрон массой M , поглощается им и передает ему свой импульс» [4]. Ритц допускал, что после удара реон движется вместе с электроном, то есть передает ему свою кинетическую энергию, что соответствует модели неупругого удара. Однако, если в баллистической модели принимается, что виртуальная частица реон имеет реальную, то есть материальную массу, то мы будем считать, что условная объемная масса электрического поля m_e не является реальной массой, то есть после столкновения с электроном она не увеличивает его массу, а лишь увеличивает его энергию на величину w_{eV} .

$$w_{eV} = m_e c^2 - m_e V^2; \quad (1.1)$$

где $m_e c^2$ – энергия участка поля до столкновения с частицей;

$m_e V^2$ – энергия участка поля после столкновения с частицей.

$$w_{ev} = m_e (1 - V^2/c^2). \quad (1.2)$$

Определим величину импульса силы электрического поля, соответствующего полученной электроном энергии w_{ev} . Допустим, что частица, движущаяся со скоростью V в электрическом поле, за малый промежуток времени Δt изменяет свою энергию на величину

$$\Delta w_{eV} = \Delta w_e (1 - V^2/c^2). \quad (1.3)$$

Если бы частица получила полную энергию Δw_e , изменение её кинетической энергии равнялось бы работе силы поля F_e за промежуток времени Δt :

$$\Delta w_e = F_e V \Delta t.$$

Учитывая, что

$$F_e \Delta t = \Delta p_e, \text{ где } p_e = m_e V \text{ – импульс силы, а } V = \frac{p_e}{m_e},$$

получаем выражение энергии через массу и импульс:

$$\Delta w_e = \frac{p_e}{m_e} \Delta p_e.$$

Сделаем предельный переход:

$$dw_e = \frac{p_e}{m_e} dp_e = \frac{1}{2m_e} d(p_e)^2.$$

Если движущаяся частица получит лишь часть энергии поля dw_{ev} , этой энергии будет соответствовать уменьшенный импульс силы $p_{ev} = kp_e$. Определим значение коэффициента k .

$$dw_{ev} = \frac{1}{2m_e} d(kp_e)^2.$$

Учитывая (1.3), получаем:

$$(1 - V^2/c^2) dw_e = \frac{k^2}{2m_e} d(p_e^2).$$

Из последнего уравнения следует:

$$k = \sqrt{1 - V^2/c^2}.$$

То есть:

$$p_e = \frac{P_{ev}}{\sqrt{1-V^2/c^2}}.$$

Соответственно сила электрического поля, действующая на движущуюся заряженную частицу равна:

$$F_e = \frac{dp_e}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{mV}{\sqrt{1-V^2/c^2}} \right). \quad (1.4)$$

Мы получили уравнение релятивистской динамики в физике Ньютона.

Для силы, направление которой совпадает с вектором скорости частицы, продольной силы, получаем то же ускорение, что и в СТО:

$$a = F_e/m = \frac{d}{dt} \left(\frac{V}{\sqrt{1-V^2/c^2}} \right) = \frac{a_0}{\sqrt{(1-V^2/c^2)^3}}$$

где a_0 – ускорение частицы при $V = 0$.

Сила магнитного поля (поперечная сила) действует на движущуюся заряженную частицу так же в соответствии с выражением (1.4). Определим ускорение частицы под действием магнитного поля. Учитывая то, что для поперечной силы $\frac{dV}{dt} = 0$, получаем то же выражение, что и в СТО:

$$a = F_e/m = \frac{d}{dt} \left(\frac{V}{\sqrt{1-V^2/c^2}} \right) = \frac{a_0}{\sqrt{(1-V^2/c^2)^3}}.$$

Сделаем выводы. Нелинейное уменьшение эффективности действия электрических или магнитных сил при релятивистских скоростях является следствием конечной скорости распространения силового взаимодействия, оно естественно описывается законами механики Ньютона, ни об изменении скорости течения времени, ни об изменении пространственных масштабов речь не идет.

Уравнение релятивистской динамики является выражением закона силового действия электрического, магнитного или электромагнитного поля на материальные объекты в механике Ньютона.

Классическая электродинамика и эфир

Классическая электродинамика рассматривается как частный случай специальной теории относительности для малых нерелятивистских скоростей. Давайте проверим, нет ли принципиальных, взаимно исключающих противоречий между классической электродинамикой и СТО.

Основным концептуальным положением СТО является постулат относительности, т.к. он отрицает существование эфира – материальной среды (далее МС), состоянием которой является электромагнитное поле. Удовлетворяют ли постулату относительности законы классической электродинамики при нерелятивистских скоростях. Уточним, что под «относительностью» подразумевается отсутствие носителя электрического и магнитного поля между взаимодействующими субъектами. Отрицание же относительности неминуемо приводит к необходимости признания существования материальной среды (далее МС), состоянием которой является электрическое и магнитное поле. Попробуем найти аргументы, доказывающие существование такой среды.

Так как в СТО факты наличия магнитного и электрического поля принимаются относительными, поскольку зависят от скорости движения наблюдателя, будем анализировать лишь факты силового взаимодействия несущих электрический заряд объектов в магнитных полях, потому что силовые взаимодействия – это объективные факты, которые не должны зависеть от скорости движения наблюдателя. И, наконец, ограничимся малыми, нерелятивистскими скоростями движения объектов.

Рассмотрим несколько аргументов.

Первым аргументом назовем неприменимость принципа относительности СТО для электромагнитных силовых взаимодействий даже в рамках положений СТО. Считается, что этот принцип является следствием первого постулата СТО: в произвольных инерциальных системах отсчета все физические явления при одинаковых условиях происходят одинаково. Казалось бы, трудно возразить, однако мы оспорим вывод, который сделал Эйнштейн из этого постулата: никакие физические эксперименты в замкнутой системе физических объектов не дают возможность определить, покоится данная система или движется с постоянной скоростью относительно другой инерциальной системы. В качестве примера обычно приводят железнодорожный вагон, движущийся с постоянной скоростью. Если окна и двери герметично закрыты, наблюдатель внутри вагона не сможет определить, движется ли он.

Попробуем доказать, что это не так как в рамках классической электродинамики, так и в соответствии с положениями СТО.

Второй аргумент. Вспомним определения классической электродинамики: «на частицу, движущуюся в магнитном поле действует...». Обратим внимание на выражение – «движущуюся в магнитном поле». Почему не относительно магнитного поля? А движется ли магнитное поле? Если магнитное поле согласно принципам СТО образуется во время движения заряженной частицы относительно «наблюдателя», логично было бы считать, что магнитное поле является одной из составляющих энергии движения частицы и оно движется с той же скоростью, что и частица. Совсем другое дело, если магнитное поле образуется в результате движения заряженной частицы в МС, тогда это состояние возбужденной МС. Возбуждение перемещается одновременно с перемещением частицы на соседние участки МС, тем не менее, в фиксированный момент времени магнитное поле – это состояние возбужденной МС в каком-то конкретном её участке. То есть магнитное поле в силовых взаимодействиях будет обнаруживать свое действие как неподвижный относительно МС объект. В качестве аналогии в некоторых работах приводят гирлянду электроламп, в которой включается лампа, когда мимо нее пролетает частица. Свет перемещается вдоль гирлянды, но ни одна зажжённая лампа не движется. А вот если бы единственная зажжённая лампа двигалась вместе с заряженной частицей, это был бы вариант, когда магнитное поле в вакууме двигалось бы вместе с частицей.

В качестве примера рассмотрим магнитное поле неподвижного проводника с постоянным током. Магнитное поле создает движение электронов в проводнике, и если это магнитное поле – возбужденное состояние МС, оно неподвижно относительно проводника. Другое дело, если магнитное поле движется вместе с электронами – тогда это поле движется относительно проводника со скоростью электронов. Скорость дрейфа электронов в проводнике небольшая – сантиметры в секунду, а вот скорость электронов в катодной трубке – сотни тысяч километров в секунду, разница существенная. Движется ли с такой скоростью магнитное поле в катодной трубке?

Попробуем доказать, что при силовом взаимодействии магнитного поля с заряженной частицей магнитное поле действует на частицу как неподвижный относительно МС субъект силового взаимодействия.

Третий аргумент. Как известно, в электродинамике при силовых магнитных взаимодействиях нарушается третий закон Ньютона (например, взаимодействие двух заряженных частиц, двух элементов проводников с током). Напомним закон: действие **всегда** сопровождается одинаковым по величине и противоположно направленное противодействие.

Оказывается, **не всегда!** Физики просто констатируют это нарушение одного из самых главных концептуальных законов динамики. Попробуем доказать, что этот закон не нарушается.

Рассмотрим каждый аргумент детально.

Аргумент первый

В работе [10] упоминается «известный парадокс движения двух одноименных зарядов: когда заряды неподвижны, они отталкиваются, а когда начинают двигаться – начинают притягиваться». Действительно это «парадокс», т.к. синхронное движение двух электрических зарядов, при котором их относительная скорость равна нулю, приводит к изменению их силового взаимодействия в результате возникновения магнитного поля. Движения относительно чего? В классической электродинамике это движение относительно поверхности земли. Законы классической электродинамики фиксируют возникновение магнитного поля при движении заряженной частицы относительно поверхности земли. Законы классической электродинамики отрицают относительность движения, именно поэтому движение двух одноимённых зарядов не является «парадоксом» для классической электродинамики, а явлением, соответствующим её законам. Поэтому наблюдатель в железнодорожном вагоне может определить его движение, если у него есть два одноимённых заряда и динамометр, измеряющий силу их взаимодействия.

Проведем мысленный эксперимент: на лабораторном столе на нитях подвешены два заряженных шарика. Шарик отталкивается, потому что оба имеют положительные заряды. Силу взаимодействия измеряют динамометром. Шарик закреплен на подвижном устройстве, которое может перемещаться по неподвижному столу.

Если шарик начнет двигаться относительно лабораторного стола со скоростью V , каждый из них будет действовать на другой с силой Лоренца, которая будет иметь электрическую и магнитную составляющие:

$$F = qE + q[VB]$$

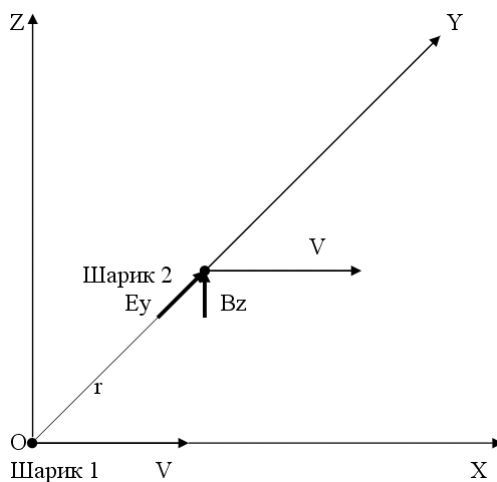


Рис. 1. Электромагнитное взаимодействие двух заряженных частиц, которые движутся со скоростью V параллельно оси OX

На рис. 1 вектор V направлен параллельно оси OX , шарик 1 расположен в центре координат, шарик 2 – на оси OY на расстоянии r от шарика 1. Движение шарика 1 создает магнитное поле, вектор индукции B которого в месте расположения шарика 2 направлен параллельно оси OZ , от нуля отличается лишь его проекция B_z .

Сила F_{12} , с которой шарик 1 действует на шарик 2 равняется

$$F_{12} = F_y = qE_y + q[VB_z]$$

Учитывая, что

$$E_y = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}; B_z = \frac{\mu_0 qV}{4\pi r^2}; \mu_0 = 1/\epsilon_0 c^2,$$

получаем значение силы F_{12} :

$$F_{12} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right) = qE_y \left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right). \quad (2.1)$$

Синхронное движение шариков относительно земли создаёт магнитное поле, которое притягивает их друг к другу, и тем самым уменьшает электрическую силу отталкивания одинаковых зарядов. Таким образом сила взаимодействия шариков зависит от их скорости относительно поверхности земли.

СТО признаёт лишь относительное движение, магнитное поле возникает лишь при движении электрического заряда относительно наблюдателя. Проанализируем силовое взаимодействие при движении зарядов в соответствии с положениями СТО: фиксирует ли динамометр действие магнитного поля, когда шарики начинают двигаться, ведь динамометр тоже движется вместе с шариками со скоростью V , потому он не является наблюдателем, относительно которого движутся шарики. Рассмотрим силовое взаимодействие шариков в инерциальной системе K' , которая движется вдоль оси OX со скоростью V . В электродинамике, построенной на принципах СТО, «при переходе от одной инерциальной системы к другой изменяется не только скорость заряженной частицы, но также силовые характеристики \mathbf{E} и \mathbf{B} электрического и магнитного полей. Соответственно разделение электромагнитного поля на электрическое и магнитное поле также относительно.» [6]. Вспомним преобразования Лоренца для электромагнитного поля в вакууме:

$$E'_x = E_x; \quad (2.2)$$

$$E'_y = \frac{E_y + VB_z}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}; \quad (2.3)$$

$$E'_z = \frac{E_z + VB_y}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}; \quad (2.4)$$

$$B'_x = B_x; \quad (2.5)$$

$$B'_y = \frac{B_y - VE_x/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}; \quad (2.6)$$

$$B'_z = \frac{B_z - VE_y/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}. \quad (2.7)$$

В инерциальной системе K' , которая движется вдоль оси OX со скоростью V , магнитная составляющая B'_z изменится согласно выражению (2.7), изменится и электрическая составляющая согласно выражению (2.3). В системе K' магнитная составляющая B'_z будет равняться нулю, а напряженность электрического поля E'_y уменьшится:

$$E'_y = \frac{qE_y}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} \left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right)$$

Пропорционально уменьшится и сила взаимодействия шариков, которую динамометр фиксирует в системе K' :

$$F'_{12} = \frac{qE_y}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} \left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right)$$

Как обычно констатируют зависимости в СТО: «значение сил в инерционных системах K и K' отличаются лишь релятивистским множителем $1/\sqrt{1-V^2/c^2}$. Однако следует учесть, что «пропорционально релятивистскому множителю» изменятся все силы в плоскости XOY , то есть соответственно изменится и калибровка динамометра, поэтому его показания будут в точности соответствовать формуле (2.1). То есть динамометр зафиксирует факт движения зарядов и в СТО. Движения относительно чего?

Вывод: в соответствии с законами классической электродинамики и в соответствии с положениями СТО динамометр, как «наблюдатель», который не имеет скорости относительно заряженных шариков, фиксирует их движение относительно земли. Вывод: **существует** принципиальная возможность определить движение заряженных шариков относительно лабораторного стола или поверхности земли. То есть, можно определить, движется ли вагон, если имеется два заряженных шарика и динамометр. Следовательно, имеем аргументированное возражение против релятивистского принципа относительности, который исключает существование МС.

Второй аргумент

На первой странице работы А. Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел» приведен пример: «Вспомним, например, электродинамическое взаимодействие между магнитом и проводником. Наблюдаемое явление зависит только от относительного движения проводника и магнита, в то время как согласно обычному представлению оба случая, в котором либо одно, либо другое из этих тел является движущимся, должны быть строго разграничены.» Действительно ли равноправны движения электрических зарядов и магнитного поля, при условии, что при движении последнего, то есть источника магнитного поля, не будет изменяться величина и направление вектора напряжённости?

Определим, как законы классической нерелятивистской электродинамики учитывают движение магнитного поля в силовых взаимодействиях.

Рассмотрим магнитное силовое взаимодействие двух заряженных частиц. Частица 1, движущаяся со скоростью V_1 , создает магнитное поле, вектор силовой индукции B_1 которого на расстоянии r до частицы 2 равен:

$$B_1 = \frac{\mu_0 q}{4\pi r^2} [V_1 r]$$

Вектор B_1 расположен в плоскости, перпендикулярной вектору скорости V_1 . Если магнитное поле движется вместе с частицей 1, со скоростью V_1 движется и вектор магнитной индукции. В таком случае в силовом взаимодействии магнитного поля частицы 1 с частицей 2 существенна относительная скорость частиц. Скорость частицы 2 относительно частицы 1 V_{21} равна:

$$V_{21} = V_2 - V_1.$$

То есть сила Лоренца магнитного взаимодействия частицы 2 с магнитным полем частицы 1 должна была бы иметь такое значение:

$$F = q[V_{21} B_1].$$

Но в электродинамике силу Лоренца определяют иначе – существенной оказывается скорость частицы 2 относительно поверхности земли – V_2 :

$$F = q[V_2 B_1].$$

Именно этим определением электродинамика констатирует, что скорость магнитного поля относительно земли равна нулю, то есть вектор магнитной индукции B_1 не перемещается вместе с частицей 1.

Вывод: в соответствии с законами классической электродинамики в силовых магнитных взаимодействиях магнитное поле выступает неподвижным относительно поверхности земли субъектом.

А теперь вспомним приведенную выше цитату. Она опровергается законами классической электродинамики: движение источника магнитного поля и движение проводника приводят к различному эффекту. Силовое взаимодействие в магнитном поле – Лоренцова сила – возникает лишь при движении относительно земли зарядов в магнитном поле, в то время как движение источника магнитного поля не влияет на силовое взаимодействие в этом поле. Ниже приведём этому фактическое подтверждение.

Теперь вспомним определения в законах классической электродинамики. В них никогда не используется словосочетание «движется относительно магнитного поля», вместо этого употребляют «движется в магнитном поле», потому что движение самого магнитного поля вообще не определяют. Но, как мы уже удостоверились, в силовых взаимодействиях магнитное поле выступает неподвижным относительно поверхности земли субъектом силового взаимодействия. В СТО магнитное поле неподвижно, но уже относительно наблюдателя.

Делаем выводы:

- в электродинамике – **если объект, несущий заряд, движется относительно поверхности земли, он движется и относительно магнитного поля** (если оно существует), – нет движения относительно магнитного поля, нет силового взаимодействия. То есть в законах электродинамики логично было бы употреблять словосочетание **«движется относительно магнитного поля»**;
- в СТО: если объект, несущий заряд, движется относительно «наблюдателя», он движется и относительно магнитного поля. Но здесь появляется еще один парадокс СТО: направление движения магнитного поля и его энергию определяет движение наблюдателя относительно объекта, то есть наблюдатель в СТО не может определить реальную картину электромагнитного силового взаимодействия нескольких объектов, потому что параметры этого взаимодействия определяются направлением и скоростью движения относительно них наблюдателя. В качестве примера вспомним «парадокс движения двух одноименных зарядов», рассмотренный выше. Если наблюдатель движется относительно зарядов вдоль оси ОУ, будем иметь совсем другие параметры взаимодействия зарядов, чем те, когда наблюдатель движется вдоль оси ОХ. Реальные параметры определяют только уравнения классической электродинамики, где учитывается движение зарядов относительно поверхности земли.

Почему же всё-таки в учебниках пишут «движется в магнитном поле»? Причина проста. Нельзя писать иначе, так как станет очевидным, что классическая электродинамика отрицает постулат относительности СТО.

Третий аргумент

Как было показано выше, в силовых взаимодействиях магнитное поле выступает неподвижным относительно поверхности земли субъектом такого взаимодействия. Это является признаком того, что это поле является состоянием МС, неподвижной относительно земли. Однако в этом случае МС должна проявлять себя в качестве промежуточного субъекта силового взаимодействия между источником магнитного поля и движущимся зарядом. Так ли это?

Электродинамика лишь констатирует, что в магнитных силовых взаимодействиях двух проводников с током, движущихся заряженных частиц и т.д. нарушается третий закон Ньютона – закон, который действует **всегда** в силовых взаимодействиях. Нарушения констатируют, но ни выводов, ни объяснений не приводят. Причина в том, что законы электродинамики не учитывают третий элемент силового взаимодействия – МС. Определение силы магнитного взаимодействия, силы Лоренца, в два этапа подсказывает, что движение заряженной частицы действует на другую частицу, которая движется, опосредствованно: движение частицы создает магнитное поле, а уже это поле действует на вторую частицу. То есть, если магнитное поле – это возбужденное состояние МС, то на вторую частицу влияет уже МС, которая выступает третьим объектом силового взаимодействия. Например, если движутся две заряженные частицы, первая частица создает магнитное поле, то есть возбуждает МС, и уже МС в месте расположения второй частицы является субъектом силового взаимодействия, которое

реагирует на движение этой частицы. Аналогично, вторая частица возбуждает МС, в месте расположения первой частицы.

С учетом третьего субъекта взаимодействия третий закон Ньютона не нарушается, потому что на частицу влияет силовая реакция неподвижной возбужденной МС.

Сила Лоренца определяет действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу:

$$F = q[VB].$$

А как действует движущаяся частица на магнитное поле? Она действует на магнитное поле в соответствии с третьим законом Ньютона: с той же силой, но в противоположном направлении. То есть, силовое действие частицы на магнитное поле – «антилоренцову» силу – можно определить выражением

$$F = -q[VB].$$

Теперь сделаем выводы из приведенных аргументов.

1. Материальная среда, в которой распространяется электромагнитная энергия, существует. Она неподвижна относительно поверхности земли, и движение относительно МС можно определить вследствие того, что при движении относительно МС заряженных частиц возникает магнитное поле.

2. Магнитное поле – это состояние, условно говоря, возбужденное состояние МС. Магнитное поле в МС может смещаться вместе с источником, который его создает, но при всех внешних взаимодействиях магнитное поле действует как неподвижный участок возбужденной МС, то есть как неподвижное относительно МС.

Приведём фактические подтверждения. Рассмотрим особенности работы униполярного генератора Фарадея. Краткое описание его конструкции приведём из работы [9]: «изобретён Фарадеем, был модифицирован Теслой и используется в настоящий момент, когда нужны очень большие токи (миллионы ампер в импульсе) и малое напряжение. Самый мощный генератор тока из известных. Принцип действия неясен. Есть мнение, что он производит энергию из ничего. Может работать и мотором.

Конструкция

Состоит из медного диска (желтый цвет) и дискового (цилиндрического) магнита с полюсами, расположенными сверху и снизу. Электродвижущая сила (ЭДС), (снимаемая щетками – одной, соединенной с осью, другой, скользящей по краю диска) наводится в диске между осью и краем диска при следующих условиях:

1. При вращении диска относительно неподвижного магнита.
2. При вращении диска вместе с магнитом (генератор без статора!).
3. И, что очень важно, **не наводится** при вращении магнита относительно неподвижного диска!

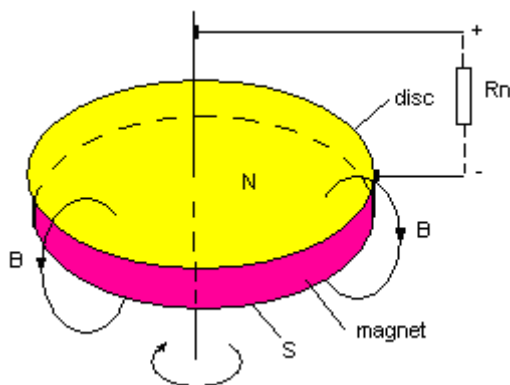


Рис. 2. Униполярный генератор

Принцип работы генератора соответствует законам классической электродинамики. При вращении медного диска дрейф электронов в нем получает составляющую окружной скорости. В первом варианте генератора линии магнитной индукции создают Лоренцову силу, перпендикулярную вектору скорости электронов по касательной к окружности и действующую в радиальном направлении, которая создает ЭДС между центром диска и его краем.

Третий вариант генератора тоже понятен с позиции законов классической электродинамики – нет направленного движения электронов в неподвижном диске, нет и силового действия магнитного поля, однако он явно противоречит принципу относительности СТО. Относительно магнита, который вращается, в неподвижном диске существует окружной дрейф электронов, почему же тогда не производится ЭДС? Здесь уместно снова процитировать первую страницу работы [1]: «Вспомним, например, электродинамическое взаимодействие между магнитом и проводником. Наблюдаемое явление зависит только от **относительного** (выделено автором) движения проводника и магнита, в то время как согласно обычному представлению оба случая, в котором либо одно, либо другое из этих тел является движущимся, должны быть строго разграничены. В самом деле, если движется магнит, а проводник покоится, то вокруг магнита возникает электрическое поле, обладающее некоторым количеством энергии, которое в тех местах, где находятся части проводника, порождает ток.» Оказывается, не возникает вокруг движущегося магнита электрическое поле, если магнитное поле не изменяется при движении магнита. А вот Лоренцовы силы возникают, если проводник движется относительно магнита даже если магнитное поле при таком движении не изменяется.

Релятивисты, а также некоторые физики, критично настроенные к СТО [11], тем не менее признающие справедливость постулата относительности СТО, дают другое объяснение работы униполярного генератора. Так, например, в работе [13] приведена модель работы генератора, не противоречащая этому постулату. В этой модели делается упор на влияние магнитного поля проводника, соединяющего ось магнита с нагрузочным сопротивлением, при этом предполагается, что проводник расположен в плоскости вращающегося диска. Явно искусственное требование. А если перевести этот проводник на большое расстояние от диска, генератор не будет работать? Это неверно. Кстати авторы дают в той же работе другой вариант объяснения работы генератора исходя из закона Фарадея – закона классической электродинамики, здесь влияние вышеупомянутого проводника уже не рассматривается.

В рассмотренных примерах реальную картину магнитного взаимодействия мы получаем в СТО лишь в случае, если «наблюдатель» неподвижен относительно поверхности земли. Не «произвольный наблюдатель» в соответствии с постулатами относительности СТО. В произвольной инерциальной системе СТО не даёт реальной картины силового взаимодействия для наших примеров.

Второй вариант униполярного генератора интересен.

Почему производится ЭДС, ведь дрейф электронов на диске имеет ту же окружную скорость, что и у магнитных силовых линий, то есть **нет относительного движения магнитного поля и электронов**. В работе [10] автор называет причину: **магнитное поле не вращается вместе с магнитом** и напоминает, что такую гипотезу выдвигал еще Фарадей. Действительно, имеем очевидное подтверждение второго приведенного аргумента: в соответствии с законами классической электродинамики магнитное поле неподвижно относительно поверхности земли.

Теперь рассмотрим работу этого генератора как **электромотора без статора**. Такой мотор легко сделать самому: нужны лишь четыре детали: круглый магнит с полюсами на торцах, круглая батарея на 1.5в, шуруп и провод. В Интернете можно посмотреть видеозапись работы такого мотора (наберите на Google: You Tube – Homopolar motor demonstration). Я попробовал изготовить такой мотор. Магнит вращается с очень большой скоростью, если взять мощную батарейку.

Какие силы вращают ротор? Статора нет, ротор вращается просто в воздухе.

Вернёмся к работе [13]. Авторы приводят объяснение работы электромотора с помощью того же проводника, в этом случае соединяющего полюс батареи с осью мотора. Цитируем: «Таким образом, от токоподводящего проводника-статора вращающийся момент передается на магнит, а от магнита, в свою очередь, вращающийся момент передается на диск-ротор, при этом магнит выполняет роль активного передаточного тела, оставаясь все время неподвижным. Суммарный вращающийся момент на магните всегда остается равным нулю». Трудно объяснить роль магнита как «активного передаточного звена» при нулевом вращающемся моменте, что то тут снова не в порядке с третьим законом Ньютона. Тем не менее ясно, что этому проводнику авторы отводят роль статора. А если «статор» отодвинуть подальше от диска? В приведенном выше варианте изготовленного мной мотора та часть проводника, которая по версии автора должна была выполнять роль статора, находилась на расстоянии примерно 10 см от поверхности магнита, т.е. он практически не влиял на работу мотора.

Релятивисты приводят и другие, даже более экзотичные объяснения работы такого генератора, например, что ротор отталкивается от скользящей по диску щётки, т.е. роль статора выполняет **скользящая** по диску щётка.

Не может электромотор работать без статора – это напоминает рассказ барона Мюнхгаузена, как он, ухватив себя за волосы, вытащил себя вместе с конём из болота. Что же является статором в этом моторе?

Вспомним третий аргумент, имеем его очевидное подтверждение: в магнитных силовых взаимодействиях МС выступает как третий объект взаимодействия, неподвижный относительно поверхности земли. Вращение магнита возбуждает МС, которая прилегает к нему, то есть возникает неподвижное относительно земли магнитное поле. В результате его взаимодействия с электронами, которые движутся через медный диск от щеток к оси диска, возникает сила, перпендикулярная направлению тока.

Странно, что возбужденная МС может развить такую силу? Тогда представим себе мощный генератор в миллионы киловатт. Ведь вся энергия, которую производит генератор, передается через зазор в доли миллиметра между ротором и статором генератора. Передается через «третий субъект» силового взаимодействия – Материальную Среду. Какие фантастически огромные энергоёмкие возможности имеет эта МС, а мы до сих пор отрицаем её существование.

Литература

1. Эйнштейн А., «К электродинамике движущихся тел», Собрание научных трудов. Работы по теории относительности. 1905...1920 г.г. М.: Наука, 1965.
2. Роузвер Н.Т. Перигелий Меркурия от Лавверье до Эйнштейна. М.: Мир, 1985.
3. Ритц В. Критический анализ общей электродинамики. *Anales de Chimie et de Physique*, Vol. 13, p. 145, 1908.
4. Носков Н.К. [Явление запаздывания потенциала](#). *НиТ*, 2000.
5. Бом Д. Специальная теория относительности. М.: Мир, 1967.
6. Детлаф А., Яворский Б. Курс физики. М.: Academia, 2003.
7. Воловик П. Фізика для університетів. Киев: Перун, 2005.
8. Логунов А.А. Новые представления о пространстве, времени и гравитации. МБ «Наука и человечество». М.: Знание, 1988.
9. Ивченков Г. [Индукционные и силовые эффекты, вызванные движением носителя магнитного поля. Тангенциальная индукция и законы электромагнетизма](#).
10. Рыков А.В. [Пустота или физическая среда](#). *НиТ*, 2001.
11. Кулигин В.А., Кулигина Г.А., Корнева М.В. [От явлений к сущности теории Эйнштейна](#). *НиТ*, 2004.
12. Тимофеев Е.И. Некоторые фундаментальные проблемы современной физики. Ч. 2., 1998.
13. Корнева М.В., Кулигин В.А., Кулигина Г.А. [Анализ классической электродинамики и теории относительности](#). *НиТ*, 2008.

Дата публикации:

17 декабря 2008 года