

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА. ЕДИНСТВО ВИХРЕВЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

Ильченко И.В.¹, Ильченко Д.В.², Ильченко Л.И.³

¹Ильченко Иван Владиславович – независимый исследователь,
г. Владивосток;

²Ильченко Дмитрий Владиславович – студент,
специальность: электротехника,
факультет электротехники и компьютерной техники,
Университет Иллинойса,

г. Урбана-Шампень, Соединенные Штаты Америки;

³Ильченко Леонид Иванович – независимый исследователь, кандидат технических наук, доцент,
г. Владивосток

Аннотация: вихревое электрическое поле остается одним из наиболее спорных положений в уравнениях электродинамики Дж. Максвелла. Признав ошибочность представления об электрическом токе как направленном потоке свободных электронов, «изобретение» этого поля становится излишним. В статье впервые обосновано единство природы вихревого магнитного и потенциального электрического поля: все вихревые поля потенциальны, а потенциальные – вихревые. Предлагается единое представление о магнитных, электрических, в том числе гравитационных полях как вихревом состоянии среды, увлекаемой вращением частиц микромира или космическими объектами.

Ключевые слова: уравнения электродинамики Максвелла, вихревое электрическое поле, магнитное поле, электрический ток, заряд электрона, принцип Бернулли, эффект «завихрения потока».

ELECTRODYNAMICS. THE UNITY OF VORTEX AND POTENTIAL FIELDS

Ilchenko I.V.¹, Ilchenko D.V.², Ilchenko L.I.³

¹Ilchenko Ivan Vladislavovich - Independent Researcher,
VLADIVOSTOK;

²Ilchenko Dmitry Vladislavovich – Student,
SPECIALTY: ELECTRICAL ENGINEERING,
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTER ENGINEERING,
UNIVERSITY OF ILLINOIS,
URBANA-CHAMPAIGN, UNITED STATES OF AMERICA;

³Ilchenko Leonid Ivanovich - Independent Researcher, Candidate in Technical Science, Associate Professor;
VLADIVOSTOK

Abstract: the vortex electric field remains one of the most controversial positions in the equations of electrodynamics of J. Maxwell. Recognizing the fallacy of the idea of electric current as a directed flow of free electrons, the "invention" of this field becomes superfluous. For the first time, the unity of the nature of the vortex magnetic and potential electric fields is substantiated: all vortex fields are potential, and potential fields are vortex. A general idea of magnetic, electric, including gravitational fields as a vortex state of the medium entrained by the rotation of particles of the microcosm or space objects is proposed.

Keywords: Maxwell's electrodynamics equations, vortex electric field, magnetic field, electric current, electron charge, Bernoulli principle, "flow vorticity" effect.

УДК 537.8

«Имейте мужество воспользоваться собственным умом»
(И. Кант)

Введение.

Опыты Х.К.Эрстеда (1820 г.) были первым экспериментальным доказательством того, что электрические и магнитные явления связаны единой электромагнитной природой. Установлено, что при протекании электрического тока через проводник в пространстве вокруг него возникает магнитное поле, силовые линии которого представляют собой замкнутые окружности с центром на оси проводника. Закон электромагнитной индукции (ЭМИ) открытый впоследствии М. Фарадеем (1831 г.) стал фундаментом всей электродинамики и электротехники, работы радиосвязи, генераторов, электродвигателей, трансформаторов и т.п. Было установлено, что в замкнутом проводящем контуре появляется ток, ЭДС индукции E которого пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ через поверхность, ограниченную этим контуром [1, 2]:

$$E = - \Delta \Phi / \Delta t \quad (1).$$

Причем, ЭДС возникает в двух случаях: 1) когда постоянный магнитный поток пересекает проводящий контур (при его вращении, например, в генераторе), 2) когда при неподвижном контуре изменяется пересекающий его магнитный поток. Возникновение ЭДС обусловлено, очевидно, тем, что в обоих случаях появляются силы, которые перемещают в проводнике контура, как предполагалось, «свободные носители

заряда», т.е. создается электрический ток [1, 2]. В первом случае по официальным представлениям возбуждение э.д.с. индукции объясняется действием силы Лоренца, возникающей при движении проводника со свободными носителями заряда. «Лоренцева сила, приложенная к отрицательным электронам, будет «гнать» их по проводнику. На другом крае провода возникает избыточный положительный заряд, следовательно, в проводнике возникает электрический ток» [3, с. 349].

Во втором случае при неподвижном проводнике сила Лоренца на неподвижные заряды не действует, поэтому ею нельзя объяснить возникновение э.д.с. индукции. Проанализировав все известные к тому времени законы электродинамики, Дж.К. Максвелл сделал попытку применить их к изменяющимся во времени электрическому и магнитному полям, устранив при этом асимметрию взаимосвязи между электрическими и магнитными явлениями (1864 г.) [4]. Дж. Максвелл предположил, что в этом случае *изменяющееся вихревое магнитное поле создает особое вихревое электрическое поле не связанное с какими-либо зарядами*. Такое поле не зависит от проводника, не является электростатическим, и *вызывает движение свободных зарядов*. «Замкнутое (вихревое) электрическое поле», введенное как теоретическое предположение в конце 19-го века, утвердилось официальной наукой в электродинамике как физическая реальность, обеспечив *непротиворечивость* предложенных Дж. Максвеллом *уравнений*» [5]. (Высший принцип научной истины - «практика» подменен требованием *непротиворечивости уравнений*). В дальнейшем и сами уравнения, и некоторые принципиальные идеи Максвелла неоднократно подвергались правкам Г. Герцем, О. Хевисайдом, Г. Лоренцем и др. [1, с. 36]. В связи с этим из первоначальных 20-ти, окончательная система уравнений электродинамика состоит из семи, при этом ее основу составляют два уравнения, которые описывают взаимные превращения электрического поля в магнитное и наоборот:

$$\text{rot } H = j_{np} + \delta D / \delta t \quad (2)$$

$$\text{rot } E = - \delta B / \delta t \quad (3)$$

Из уравнения (3) Максвелла, выражающего в дифференциальной форме закон электромагнитной индукции, следует, что всякое изменение магнитного (вихревого) поля вызывает появление *вихревого электрического поля* [1]. С этой математической формулировки начинаются поиски вихревого электрического поля и дискуссии, не прекращающиеся до настоящего времени.

1. Вихревое магнитное поле

Хорошо изученное вихревое магнитное поле проводника с током имеет ряд свойств, противоречащих академическим представлениям, разделяющих поля на *вихревые и потенциальные*. С **одной стороны**, вихревое магнитное поле характеризуется двумя дифференциальными соотношениями:

$$\text{div } H = 0 \quad (4)$$

$$\text{rot } H \neq 0 \quad (5),$$

где ур-е (4) определяет, что не существует магнитных «зарядов» — северного и южного «монополей», а уравнение (5) выражает «завихренность» пространства занятого вихревым полем. Поэтому Дж. Максвелл ввел соотношение (5) в систему дифференциальных уравнений электродинамики как взаимосвязь вихревого магнитного поля и тока в форме отмеченного ранее уравнения (2) $\text{rot } H = j_{np} + \delta D / \delta t$, где j_{np} - плотность тока проводимости, $\delta D / \delta t$ - плотность тока смещения (вопрос, который может быть рассмотрен отдельно).

Силовой характеристикой вихревого магнитного поля служит величина вектора магнитной индукции B как отношение максимального значения силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током, к силе тока в проводнике I и его длине l :

$$B = F_{max} / I \cdot l \quad (6)$$

При этом величина B может быть определена на различном расстоянии R от проводника по закону Био – Савара – Лапласа:

$$B = \mu_0 I / 2\pi R \quad (7).$$

Для линейного проводника с током в соответствии с (7) линии поля магнитной индукции B – непрерывные замкнутые *концентрические окружности*, касательные к которым указывают направление вектора B в данной точке поля (рис. 1а):

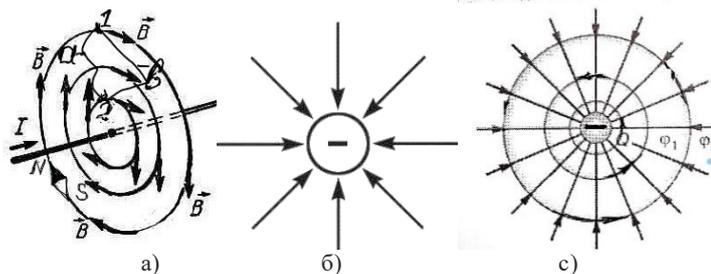


Рис. 1. а) «вихревое» магнитное поле проводника с током, б) силовые линии поля электрона, в) линии равной напряженности поля электрона

Векторные поля, обладающие *замкнутыми линиями магнитной индукции*, общепринято называть вихревыми полями - магнитное поле есть вихревое поле. В этой догматической аксиоме, которая существует около 200 лет, заключается существенное отличие магнитного поля (рис. 1а) от электростатического (потенциального) с незамкнутыми линиями напряженности (рис. 1б).

Однако, согласно уравнениям (2 и 5) – «завихренность» магнитного поля существует лишь в тех точках, где \mathbf{j} отлично от нуля, то есть в точках, *принадлежащих* проводу. Во всем остальном пространстве $\text{rot}\mathbf{H} = \mathbf{0}$. То есть, во всем бесконечном пространстве, за исключением самого провода, вихревое магнитное поле не может быть описано уравнением 5, а поэтому *не является вихревым*.

В дополнение к этому рассмотрим «не вихревое» электростатическое поле тонкой нити, заряженной с линейной плотностью заряда C , напряженность E которой согласно теореме Гаусса:

$$E=C/2\pi\epsilon_0R \quad (8).$$

Из сравнений уравнений (7) и (8) видно, что напряженность *электрического поля* E может быть представлена так же как и *магнитная индукция* B магнитного поля концентрическими окружностями (рис. 1с) (для электрона это будут концентрические сферы). Сходство выражений (7) и (8) очевидно: мы имеем ту же зависимость магнитной индукции B и напряженности E электрического поля от расстояния до нити (тока) - линейная плотность заряда заменилась на силу тока. Как в случае магнитного поля проводника с током, так и для заряженной нити *концентрические окружности характеризуют линии равной индукции* B (рис. 1а) *и линии равной напряженности* E (рис. 1с), но *не силовые линии полей*, как это общепринято.

Магнитная стрелка – *магнитный диполь*, расположенная в любой точке поля вокруг проводника на любой эквипотенциальной окружности, всегда ориентируется по правилу правого винта, что обычно принимается за вектор индукции поля. Но это *не силовые линии*, а эквипотенциальные значения магнитного поля. *Силовые же линии магнитного поля расположены как и силовые линии электрического поля ортогонально эквипотенциальным поверхностям, т.е. к центру проводника с током.*

Точно так же *электрический диполь*, расположенный в электрическом поле заряженной электронами нити, будет ориентирован на любой эквипотенциальной поверхности в определенном направлении, в зависимости от знака «заряда» частиц (поля, плюс или минус). В этом проявляется единство вихревой природы и магнитных, и электрических полей (что подробнее будет рассмотрено в ч. 3).

Магнитное «вихревое» поле оказывает силовое действие на тела, обладающие магнитным моментом или на движущиеся электрические заряды, т.е. оно, как и электрическое - *силовое поле*. Это становится очевидным при учете действительного положения силовых линий магнитного поля, расположенных ортогонально эквипотенциальным поверхностям, т.е. к центру проводника с током. *Вихревое магнитное поле* по этому признаку является не только вихревым, но и *потенциальным*. Теория не запрещает существование статического (потенциального) магнитного поля по примеру электрического, однако для признания этого необходимы магнитные монополи, которые не обнаружены (да и не могут быть обнаружены, но поле – как объективная реальность от этого не зависит). Работа в этом силовом поле не зависит от формы пути, а определяется разницей положений линий индукции, началом и концом пути перемещения (рис. 1а, работа $Ia_2 = I_b2$), что характеризует поле как потенциальное. Это подтверждено рядом экспериментов, описанных в работе [6], когда *«стало понятно, что классические линии магнитного поля рисуют скорее «некоторые иллюзии», чем магнитное поле. Это даже не вектор действия силы, ибо при помощи них нельзя объяснить, почему частица на видео летит перпендикулярно линиям магнитного поля, а не параллельно им»*

Описанные «парадоксы» вихревого магнитного поля существуют не из-за противоречивости его природы, а, очевидно, из-за несовершенства наших представлений о полях. Но еще более противоречивы представления о вихревом электрическом поле.

2. Вихревое электрическое поле

В соответствии с предложением Дж. Максвелла, в настоящее время общепринято, что при ЭМИ в проводнике с изменением магнитного поля для *приведения в движение свободные электроны* возникает *вихревое электрическое поле*, и тем самым обнаруживает себя [4]. При этом вихревое электрическое поле имеет совсем другую структуру, чем электростатическое. Оно не связано непосредственно с электрическими зарядами, и его силовые линии не могут на них начинаться и кончаться. Они вообще нигде не начинаются и нигде не кончаются, представляя собой замкнутые линии, подобные «силовым линиям» магнитного поля. Это так называемое вихревое поле, и проводник является лишь индикатором индуцированного электрического поля [7].

Другую точку зрения утверждает К.Б. Канн: «...Так как электрическое поле (любой конфигурации!) – это поле силовое, то можно сделать однозначный вывод, что электрическое поле не может быть вихревым. Это заключение, базирующееся на основных понятиях теории поля, можно считать окончательным приговором не только вихревому электрическому полю, но и попыткам симметризации полей в электродинамике. Полтора века в электродинамике фигурировал фантом – не существующее в природе *вихревое электрическое поле*» [1, с. 20].

Такого же мнения придерживается проф. В.А. Эткин: «Прежде всего, допущение о существовании в эфире вихревого электрического поля противоречило экспериментально обнаруженному потенциальному

характеру кулоновского поля зарядов. В действительности вихревыми являются **только магнитные поля**, которые, строго говоря, являются полями не сил, а моментов» [8].

Очевидно, что для окончательного решения вопроса о реальности или отсутствии вихревого электрического поля у обоих авторов нет достаточно обоснованных аргументов, так же как и общего представления о полях. Более того, признав как установленным тот факт, что *электрический ток – это вовсе не направленный поток электронов со скоростью света* [9, с. 17-21], отпадает необходимость как в силе Лоренца, так и в вихревом электрическом поле.

3. Единство вихревых и потенциальных полей.

Система уравнений электродинамики Дж. Максвелла описывает предложенную им особую электродинамическую **среду**, определяющую взаимодействие зарядов и токов и существующую даже в их отсутствие. «Если мы примем эту среду в качестве гипотезы, я считаю, что она должна занимать выдающееся место в наших исследованиях, и что нам следовало бы попытаться сконструировать рациональное представление обо всех деталях её действия, что и было моей постоянной целью» [4]. Такая электродинамическая среда не нуждалась в среде распространения колебаний и не зависела от создающих это поле зарядов и токов. Такой полевой подход, развитый Максвеллом, привел к «материализации» электромагнитных полей и делению материи на вещество и поле, послужил основой современной физики фундаментальных частиц, в том числе её стандартной модели [4].

На современном уровне понимания все фундаментальные частицы являются квантовыми возбуждениями («квантами») различных полей. Например, электрон – квант спинорного поля, а фотон – это квант электромагнитного поля. «Появившиеся вслед за этим гипотетические "сильные", "слабые", "нуклонные", "мезонные", "барионные", "спинорные", "бозонные", "микролептонные", "тахсионные", "торсионные", "нейтринные" и т.п. поля лишили физику не только наглядности, но и здравого смысла» [10].

Современная физика не рассматривает природу заряда и как передается взаимодействие, считая это «врождённым свойством», ограничиваясь констатацией: «Электрический заряд – это физическая скалярная величина, определяющая способность тел быть источником электромагнитных полей и принимать участие в электромагнитном взаимодействии» [11]. В то же время «электромагнитное взаимодействие заряженных частиц осуществляется путём обмена между частицами безмассовым бозоном — фотоном, частицей, которую можно представить как квантовое возбуждение электромагнитного поля. Сам фотон электрическим зарядом не обладает, но может взаимодействовать с другими фотонами путём обмена **виртуальными электрон-позитронными парами**» [12]. Из последнего можно сделать вывод, что **электростатическое (безвихревое) поле – это виртуальное поле или «особая (виртуальная) форма материи», посредством которой осуществляется взаимодействие между электрическими зарядами», причем, источником электрического потенциального поля служат неподвижные электрические заряды «плюс» и «минус» (рис. 2).**

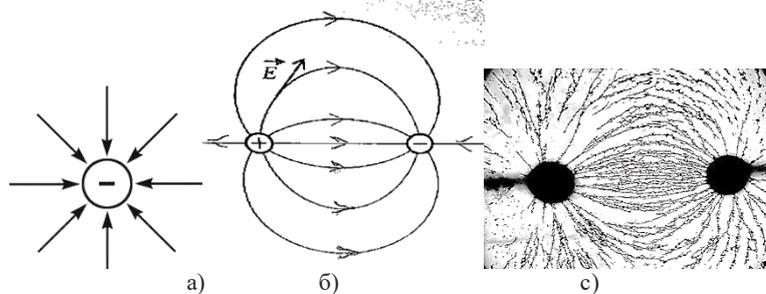


Рис. 2 а) силовые линии электрона, б) электрического диполя (электрон-позитрон), в) опытные линии электрического поля

При этом линии напряженности электрического поля точечных зарядов создаются **виртуальными фотонами**, имеют начало и конец, не замкнутые, направлены радиально, начинаются на положительных зарядах и уходят в бесконечность, а для отрицательных – наоборот (рис. 2а). Может возникнуть вопрос, почему же радиально направленные (прямолинейные) линии напряженности отдельных зарядов при их сближении (рис. 2б) или в диполе (рис. 2с) искривляются? Принципом суперпозиции полей объяснить это затруднительно. Но официальная наука дополнительные исследования в этой области, по-видимому, считает излишними. Несмотря на это поиски и исследования продолжают.

Кроме наших работ [9], в которых отрицательный «заряд» электрона рассматривается как результат его вращательного движения в одном из двух направлений, известны и другие [13, 14]. Важное значение при этом отводится окружающей среде. В качестве модели рассмотрим распределение скоростей в **вязкой несжимаемой среде** при вращении в ней шара радиусом a с угловой скоростью ω . С учетом граничных условий: при $R=a$, $V_\varphi = \omega r = \omega \cdot a \cdot \sin\theta$, θ – угол наклона радиус-вектора относительно оси вращения, известно решение дифференциального уравнения Навье-Стокса для вязкой жидкости [15, с. 185]:

$$V_{\varphi} = \omega \frac{a^3 \sin \theta}{R^2} \quad (5)$$

Из уравнения (5) следует, что линейная скорость среды по мере удаления от центра уменьшается *обратно пропорционально квадрату расстояния*, т.е. создается градиент скоростей, направленный к центру.

С другой стороны, по принципу Бернулли при *наличии градиента скоростей* создается разность давлений, и тело, находящееся в среде, будет испытывать *действие сил, направленных по вектору градиента, т.е. - к центру* вращения. Кроме того, необходимо учитывать эффект «завихрения потока», его центробежное ускорение V^2/R , *создающее дополнительную силу*, что отмечено нами впервые в [9, с.17]. Действие таких сил широко распространено в Природе, примером может служить торнадо (воздушный вихрь), подъемная сила крыла самолета, сближение судов идущих параллельным курсом и т.д.

По нашим представлениям, как все частицы микромира, так и космические тела (звезды, планеты, спутники) и галактические образования взаимодействуют между собой через всепроникающую среду - эфир («физический вакуум, «темную материю» и т.п.). Наличие этой среды подтверждается распространением в ней электромагнитного излучения - радиоволн и света. Распространение радиоволн и света было бы невозможно без такой среды.

Проведенный ранее нами анализ распределения скоростей в эфирном вихре [9, с. 15-17] позволил сделать вывод, что всепроникающая окружающая среда оказывается в определенной степени структурированной, промежуточной по физическим свойствам между твердым телом (для которых скорость вращения изменяется при удалении от центра по закону $v_R = \omega R$) и газом-жидкостью (для которых $v_R = \omega/R$,² уравнение 5). Для эфирного вихря *линейная скорость* изменяется обратно пропорциональна корню квадратному расстояния от центра вращения по закону $v_R = v_0/\sqrt{R}$. Благодаря таким свойствам все вращающиеся тела Природы от микрочастиц до супергалактических, увлекая окружающую светоносную среду, создают вокруг себя соответствующие поля. При этом *сила взаимодействия* в электрическом, магнитном, гравитационном полях убывает с удалением от источника *обратно пропорционально квадрату расстояния* [9, с. 15-17].

Предложенная нами ранее модель электрона рассматривает «заряд» и его взаимодействия как результат увлечения им окружающей среды при его вращении вокруг собственной оси (рис.3), создавая электрическое вихревое потенциальное поле [9, с. 10-11].

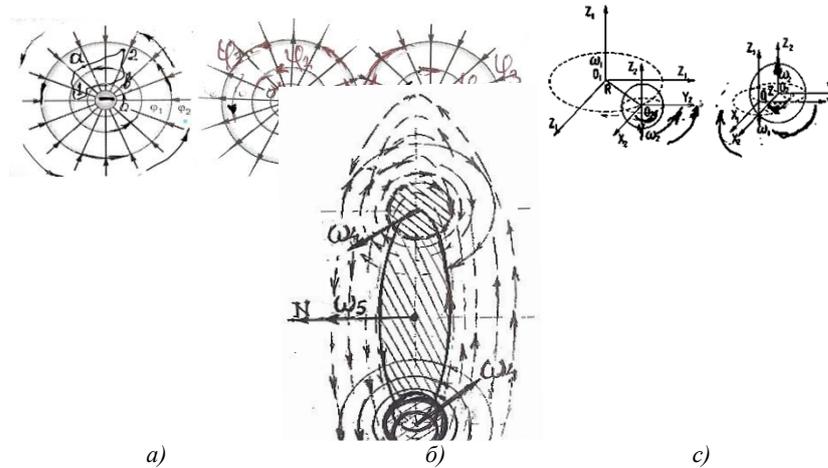


Рис. 3. а) силовые линии электрона и вихревые эквипотенциальные поверхности, б) модель взаимодействия электрон-позитрон: линейные скорости вихрей среды однонаправлены с) орбитальное вращение электрона и создаваемое им электромагнитное - «вихревое» электрическое (ω_4) и вихревое магнитное (ω_5) поля

Такие поля вокруг всех вращающихся тел за счет их различной направленности вращения при сближении могут отталкиваться или притягиваться в результате сложения линейных скоростей окружающей среды.

Аналогично в результате *орбитального* вращения электрона мы наблюдаем вихревое магнитное поле, которое одновременно является потенциальным.

Таким образом, все известные поля можно рассматривать как вихревые поля в результате увлечения вращением соответствующих физических тел окружающей, всепроникающей, «универсальной среды» (по Н. Тесла).

Безвихревых, чисто потенциальных полей в природе просто не существует.

Выводы:

1) Любое электрическое поле, в том числе электростатическое, – это поле вихревое. *Потенциальное безвихревое электростатическое поле в Природе не существует.* Это всего лишь математическая модель виртуального микромира.

2) Вихревое электрическое поле – это поле потенциальное, вихревого, не потенциального поля не связанного с зарядами, – не существует.

3) Вихревое магнитное поле – вихревое не только там, где есть ток ($\text{rot}\mathbf{H} = \mathbf{j}_{\text{np}} + \delta\mathbf{D}/\delta t$ (т.е. внутри провода), но и вне его, на любом расстоянии от проводника с током $\text{rot}\mathbf{H} \neq \mathbf{0}$. Кроме того, *вихревое магнитное поле – это потенциальное поле*, как и электрическое.

4) Магнитное и электрические поля взаимосвязаны, что обусловлено *одновременным вращением* электрона в плоскости *орбиты* и в плоскости перпендикулярной орбите. Электрическое поле побуждается вращением электрона вокруг собственной оси, а магнитное поле – орбитальным вращением вокруг ядра атома.

Сила взаимодействия в электрическом, магнитном, в том числе и гравитационном, полях, образованных во всепроникающей окружающей универсальной среде, убывает, как показывает практика, *обратно пропорционально квадрату расстояния*, в то время как линейная скорость вихря среды в этих полях убывает *обратно пропорционально корню квадратному от расстояния*. Подобные поля «притяжения – отталкивания» могут быть получены в любой вязкой физической среде (жидкой, газовой) при вращении тел. Поле скоростей для таких жидких и газовых физических сред уменьшается *обратно пропорционально квадрату расстояния* (уравнение 5), однако, *как изменяется при этом сила взаимодействия – неизвестно*, нами не найдено.

Список литературы / References

1. *Канн К.Б.* Электродинамика (взгляд физика). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electrodynamics.narod.ru/> (дата обращения: 05.03.2020).
2. *Канн К.Б.* Магнитное поле: свойства, особенности, парадоксы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st4515pdf/ (дата обращения: 16.08.2021).
3. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества. Уч. пособие для вузов. 11-е изд. М.: Физматлит, 2003. 616 с.
4. Уравнения Максвелла. Википедия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 16.08.2021).
5. *Канн К.Б.* К электродинамике здравого смысла. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [kkann@yandex.ru/](mailto:kkann@yandex.ru) (дата обращения: 25.10.2020).
6. *Монин М.* Занимательные магниты. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://maximmonin:vejournal.com/14489.html/> (дата обращения 16.10.2021).
7. *Фетисов И.Н.* Вихревое электрическое поле. Методические указания к выполнению лабораторной работы Э-66 по курсу общей физики. Изд-во: МГТУ им. Н.Э. Баумана. М., 2010. С. 187.
8. *Эткин В.А.* Существует ли вихревое электрическое поле? [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://etkin.iri-as.org/npravlen/09elektr/vortex_electric_field.pdf/ (дата обращения: 18.08.2021).
9. *Ильченко Д.В., Ильченко Л.И.* Актуальные вопросы естествознания. Поиски и заблуждения, сенсация и катаклизм отменяются. // Проблемы современной науки и образования. № 5 (162). Ч. 1, 2021.
10. *Эткин В.А.* О единой природе всех взаимодействий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: bourabai.ru>etkin/hole_nature.p/ (дата обращения: 10.08.2021).
11. Электрический заряд. [Электронный ресурс]: Википедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 11.09.2021).
12. Электромагнитное взаимодействие. [Электронный ресурс]. Википедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 11.09.2021).
13. *Рощин В.* Стрoение материи / В. Рощин. Германия: Изд-во LAP (Lambert Academic Publishing), 2014. 332 с.
14. *Дмитриев И.В.* Вращение по одной, двум или трём осям – необходимое условие и форма существования физического мира / И.В. Дмитриев. Самара: Самарское книжное издательство, 2001. 225 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ipi1.ru/images/PDF/2021/162/PMSE-5-162-I-.pdf/> (дата обращения: 16.06.2021).
15. *Слезкин М.А.* Динамика вязкой несжимаемой жидкости / М.А. Слезкин. М.: Гос. издательство технико-теоретической литературы, 1955. 521 с.