

## НОВАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА МАКСВЕЛЛА В ВАКУУМЕ

*Показано, что допустима новая электродинамика Максвелла в вакууме. В ней ни группа Галилея, ни группа Лорентца не нужны, если нет относительных скоростей. При ненулевых относительных скоростях в вакууме нужно использовать группу Галилея. Без дополнительных условий группу Лорентца использовать в вакууме некорректно.*

## ВВЕДЕНИЕ

Исторически сложилось так, что симметрия Лорентца вошла в физику из анализа вакуумных уравнений Максвелла. В этом случае используются связи для полей и индукций вида  $\vec{D} = \vec{E}$ ,  $\vec{B} = \vec{H}$ . Квантовая электродинамика, перейдя к четырехпотенциалам, базируется на вакуумных уравнениях.

Этот вариант моделирования оказался успешным для описания опытных данных. В стандартной вакуумной модели имеет место независимость скорости электромагнитного поля от скорости источника излучения и от скорости наблюдателя. В модели не учитывается влияние измерительных устройства на параметры излучения. Математиков устраивает такая расчетная схема. Физикам хотелось бы учесть условия измерения и влияние измерительных устройств на поле.

Покажем, что это возможно. В работах [1–4] предложено обобщение электродинамики Максвелла в движущихся средах. Новая модель, во-первых, не использует специальной теории относительности Эйнштейна, во-вторых, в расчете и эксперименте базируется на пространстве Ньютона, в-третьих, в ней естественны сверхсветовые скорости, указаны условия, где и как их обнаружить, в-четвертых, она единым образом описывает классические эксперименты Бредли, Майкельсона, Физо, Допплера.

## 1. ФИЗИКА НОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ВАКУУМА

В [5] показано, что в электродинамике вакуума был необоснованно отброшен ряд важных физических факторов: скорость движения источника излучения  $\vec{u}_{fs}$ , скорость среды  $\vec{u}_m$ . Ее необходимо учитывать в вакууме, потому что измерение есть взаимодействие поля со средой. В обобщенной электродинамике используется скалярная новая физическая величина  $w$ , названная показателем отношения. Она зависит от показателя преломления среды  $n$  по закону

$$w = 1 - \exp(-P_0(n-1))$$

и указывает условия, в которых распространяется электромагнитное поле. В вакууме получим  $w = 0$ , а в "плотной" среде  $w = 1$ .

Анализ показал, что показатель отношения  $w$  связывает между собой скорости первичного источника излучения  $\vec{u}_{fs}$  и среды соотношением

$$\vec{u} = (1 - w)\vec{u}_{fs} + w\vec{u}_m.$$

Уравнения Максвелла оставлены в новой модели без изменений. Обобщены связи между полями и индукциями:

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E} + \frac{\sigma}{\mu} \Gamma^2 \left\{ w \beta^2 \vec{E} - w \vec{\beta} (\vec{\beta} \cdot \vec{E}) + [\vec{\beta} \times \vec{B}] \right\},$$

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu} \vec{B} + \frac{\sigma}{\mu} \Gamma^2 \left\{ -\beta^2 \vec{B} + \vec{\beta} (\vec{\beta} \cdot \vec{B}) + [\vec{\beta} \times \vec{E}] \right\}$$

Здесь

$$\Gamma^2 = (1 - \beta^2 w)^{-1}, \quad \sigma = \varepsilon \mu - w, \quad c \vec{\beta} = \vec{u} \left( \vec{u}_{fs}, \vec{u}_m \right).$$

Они нелинейны по  $w(n)$ , безотносительно к симметричным свойствам уравнений Максвелла, и могут быть записаны в "тензорном" виде

$$\tilde{H}^{ik} = \sqrt{-g} \Omega^{im} \Omega^{kn} F_{mn}.$$

Здесь

$$\Omega^{im} = \frac{1}{\mu} \left[ g^{im} + \left( \frac{\varepsilon \mu}{w} - 1 \right) u^i u^m \right],$$

$$u^i = (1 - w) u_{fs}^i + w u_m^i,$$

$$g^{im} = \text{diag}(1, 1, 1, w).$$

Поскольку  $u^i \sim \sqrt{w}$ , связи не имеют особенности при  $w=0$ . Полученная система уравнений

$$\partial_{[k} F_{mn]} = 0, \quad \partial_k \tilde{H}^{ik} = \tilde{S}^i, \quad \tilde{H}^{ik} = \sqrt{-g} \Omega^{im} \Omega^{kn} F_{mn}$$

имеет тензорный вид.

В развиваемом подходе электромагнитное поле и в вакууме и в среде двухтензорное.

Заметим, что рассматриваемая система уравнений и в среде и вакууме форминвариантна относительно линейных невырожденных преобразований вида

$$x^{k'} = a_{k'}^k x^k + b^{k'}.$$

К такому классу относятся и группа Лорентца и группа Галилея. Они являются точными симметриями для уравнений Максвелла [5], соответствуя «своим» значениям  $w$ .

Метрика  $g^{im} = \text{diag}(1, 1, 1, w)$ , ассоциированная с ними, посредством которой задаются 4-мерные связи между полями и индукциями, формирует относительно пространство скоростей в форме модифицированной метрики Минковского. Метрика  $g^{im}$  может рассматриваться как преобразованная конформная метрика

$$g^{ij} = w^{1/4} \cdot \text{diag}(1, 1, 1, 1),$$

допускаемая уравнениями Максвелла, имеющими конформную симметрию. Величина  $w$  задает влияние физической среды или внешних полей на электромагнитное поле.

Из решения уравнений следует, согласно работам [1,5], что при изменении  $w$  происходит нелинейное по  $w$  изменение скорости поля  $\vec{v}_g$  и его частоты  $\omega$ . Для групповой скорости получено выражение вида

$$\vec{v}_g = \frac{c}{n} \frac{\vec{K}}{K} + \left( 1 - \frac{w}{n^2} \right) \left[ (1 - w) \vec{U}_{fs} + w \vec{U}_m \right].$$

Динамика несобственной инерции поля сложна для ситуаций, когда скорость  $\vec{u}_{fs}$  или  $\vec{u}_m$  не равны тождественно нулю. Варианты

$$\text{а) } \vec{u}_{fs} \neq 0, \vec{u}_m = 0; \quad \text{б) } \vec{u}_{fs} = 0, \vec{u}_m \neq 0; \quad \text{в) } \vec{u}_{fs} \neq 0, \vec{u}_m \neq 0$$

показывают, что эти возможности физически различны. Вакуум, когда  $w=0$ , отличается от "плотной" среды, когда  $w=1$ .

Принимая обобщенные связи между полями и индукциями, мы закладываем в них динамику параметров электромагнитного поля, обусловленную учетом новой физической величины.

Если  $\vec{u}_{fs} \equiv 0, \vec{u}_m \equiv 0, \varepsilon = 1, \mu = 1$ , то обобщенные связи для полей и индукций имеют вид

$$\vec{D} = \vec{E}, \vec{B} = \vec{H}.$$

В отсутствие относительных скоростей теряет смысл анализ инвариантности уравнений Максвелла относительно пространственно-временных преобразований по самому определению этих симметрий. Принято считать, что этот случай соответствует группе Лорентца, потому что при подстановке вакуумных связей между полями и индукциями в уравнения Максвелла получается система, сохраняющая свой вид при действии группы Лорентца. Этот вывод математически некорректен: если нет относительных скоростей, то нет смысла в использовании преобразований, которые содержат скорость. По новой модели он некорректен с физической точки зрения: в вакууме  $n=1$  и потому ему соответствует  $w=0$ . В вакууме  $w \neq 1$  и потому, если в нем нет материи, то в нем нет места группе Лорентца. Вакуум является, как и многообразие  $R^3 \times T^1$ , "ареной" действия группы Галилея. Такова новая физическая точка зрения на проблему симметрии электромагнитного поля в вакууме.

Проблема возникает тогда, когда в расчет принимается инерция электромагнитного поля, обусловленная ненулевыми величинами

$$\vec{u}_{fs} \neq 0, \vec{u}_m \neq 0.$$

В этом случае галилеевски инвариантная теория позволяет получить в вакууме скорости, которые больше  $c_0$ :

$$\vec{V}_g = c_0 \frac{\vec{K}}{K} + \vec{U}_{fs}.$$

Группа Лорентца есть подгруппа линейной группы. Она не может изменить тензорные динамические уравнения Максвелла вида

$$\partial_{[k} F_{mn]} = 0, \quad \partial_k \tilde{H}^{ik} = \tilde{S}^i,$$

Она способна сохранить вакуумные связи для полей и индукций в силу требования форминвариантности, на котором она базируется. Но в этих связях нет скоростей, что «плохо» с физической точки зрения, потому что полная физическая модель обязана содержать в себе все исследуемые физические факторы и обстоятельства. В подходе Лоренца-Эйнштейна скорости «забирает» симметрия, не оставляя их в модели.

Группа Галилея есть подгруппа линейной группы. Она сохраняет динамические уравнения. Однако она «меняет» вакуумные связи, вводит в них скорость. Принято считать, что в этом состоит недостаток группы Галилея. Нетрудно видеть, что это их достоинство. Действительно, физические связи между полями и индукциями при

$\vec{u}_{fs} \neq 0$ ,  $\vec{u}_m \neq 0$  таковы, что они зависят еще и от  $w$ . Для группы Лорентца в вакууме мы требуется взять

$$\varepsilon \mu = 1, \quad w = 1,$$

что физически некорректно в рамках модели показателя отношения. Условие

$$\chi = \varepsilon \mu - w \equiv 0$$

и группа Лорентца, если ее применять в вакууме, "скрывают" скорости  $\vec{u}_{fs}$ ,  $\vec{u}_m$ . Группа Галилея, соответствуя  $w=0$ , "показывает"  $\vec{u}_{fs}$ ,  $\vec{u}_m$ .

Из предлагаемой модели следует, что формальная инвариантность вакуумных уравнений Максвелла относительно группы Лорентца недостаточна для получения корректных физических следствий.

Почему же тогда преобразования Лорентца вытеснили из физики группу Галилея? Покажем, что это произошло вследствие использования кинематического метода описания экспериментов в электродинамике.

Действительно, физики имеют дело с результатами опыта, с измеренными значениями. Они могут быть получены только на основе взаимодействия электромагнитного поля с детектором. Его следует учитывать на основе показателя отношения

$$w = 1 - \exp\left(-P_0 \frac{\rho}{\rho_0}\right).$$

Обычно роль детектора выполняет "плотная" среда. В ней реализуется  $\varepsilon \mu \neq 1$  и  $w=1$ . По этой причине преобразования Лорентца пригодны для анализа итоговых значений, обнаруженных в эксперименте.

Но при  $w=1$  нет вакуумных связей между полями и индукциями, которым соответствует  $w = 0$ .

Стандартная теория базировалась на двух положениях:

- а) использование вакуумных связей при сравнении измеренных значений;
- б) применение преобразований Лорентца в вакуумной электродинамике.

Физически они некорректны, но искажения, вызванные ими, оказались достаточно скомпенсированными, что правильно описать опытные данные при условиях

$$\vec{u}_{fs} \neq \vec{u}_m \neq 0, \quad \varepsilon \mu \neq 1.$$

Согласно обобщенной электродинамике в вакууме "разрешены" скорости со значениями, которые больше скорости света в вакууме  $c_0$ .

В "плотной" среде  $\varepsilon \mu > 1$ ,  $w=1$  и потому

$$\vec{v}_g = \frac{c \vec{k}}{n k} + \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \vec{u}_m.$$

Ситуация выглядит так: при распространении электромагнитного поля в среде, в том числе в пределах измерительного устройства, меняется  $w$ . Отношение  $w$  является управляющим фактором как для скорости, так и для частоты  $\omega$ . Величины  $\vec{v}_g$  и  $\omega$  согласованы друг с другом. Измерение способно существенно изменить параметры поля, что всегда нужно тщательно учитывать.

Квантовая электродинамика основана на вакуумных уравнениях Максвелла и потому к ней приложимы все сделанные замечания.

Заметим, что в теорию введен показатель отношения  $w$  для описания влияния среды на инерцию электромагнитного поля. При  $\rho = 0$  имеем  $w = 0$ . Однако следует учесть, что гравитационное поле также является внешним фактором, который можно было бы попытаться учитывать аналогично среде. Примем предположение об аддитивной природе общего отношения. Пусть

$$w_m = w + w_g,$$

где  $w_g$  - отношение электромагнитного поля к гравитационному. Сложение означает согласованный учет пары факторов, влияющих на электромагнитное поле: физической среды и гравитации. Понятно, что не все грани отношения исчерпываются ими. При  $\rho = 0$  имеем  $w_m = w_g \neq 0$ , это значение нужно использовать в вакууме. Аналогично при  $w = 1$ , обусловленном влиянием среды, общее значение  $w_m$  может быть теоретически как больше, так и меньше единицы.

Допуская возможность отрицательных значений  $w_g$ , мы обнаруживаем принципиально новый эффект: гравитационное поле будет помогать электромагнитному полю сохранить свою инерцию при внешнем воздействии, играя роль своеобразной «смазки». В общем случае задача состоит в том, чтобы корректно учитывать активное топологическое влияние всей совокупности физических полей и объектов друг на друга.

## 2. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА МАКСВЕЛЛА ДЛЯ ДВИЖУЩИХСЯ ТЕЛ БЕЗ ПРОСТРАНСТВА МИНКОВСКОГО

Используем векторные уравнения Максвелла, заданные в пространстве Ньютона  $R^3 \times T^1$ :

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad \nabla \cdot \vec{B} = 0,$$

$$\nabla \cdot \vec{D} = 4\pi \rho, \quad \nabla \times \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + 4\pi \frac{\vec{J}}{c}.$$

Обобщим связи для покоящихся сред

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}, \quad \vec{B} = \mu \vec{H},$$

полагая, что для этого достаточно их дополнить векторными слагаемыми вида

$$\left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{E} \right], \quad \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{B} \right], \quad \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{D} \right], \quad \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{H} \right].$$

Объединим их в "пары":

$$\vec{D} + \alpha \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{H} \right], \quad \vec{E} + \beta \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{B} \right],$$

$$\vec{B} + \gamma \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{E} \right], \quad \vec{H} + \delta \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{D} \right].$$

С опытом согласуется, как показал расчет, модель со связями

$$\vec{D} + \chi \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{H} \right] = \varepsilon \left( \vec{E} + \left[ \frac{\vec{U}}{c} \times \vec{B} \right] \right),$$

$$\vec{B} + \chi \left[ \vec{E} \times \frac{\vec{U}}{c} \right] = \mu \left( \vec{H} + \left[ \vec{D} \times \frac{\vec{U}}{c} \right] \right),$$

$$\chi = w, \quad \vec{U} = (1-w)\vec{U}_{fs} + w\vec{U}_m.$$

При их выводе нигде не используется ни четырехмерная форма уравнений, ни метрика Минковского. Следовательно, для описания опытных данных пространство Минковского не является необходимым. В определенном смысле этот вывод верен и для симметрий.

### 3. СПЕЦИФИКА ПОДХОДА ЭЙНШТЕЙНА К ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ МАКСВЕЛЛА

В своей работе "К электродинамике движущихся тел" Эйнштейн использовал вакуумную модель, основанную на соответствующих уравнениях электродинамики Максвелла. Она в то время не была, да и теперь не может быть, экспериментально проверена, потому что любое измерение предполагает отказ от вакуумной ситуации. Был принят постулат, согласно которому ни скорость тел (физической среды, наблюдателя), ни скорость источника излучения не учитывались в уравнениях физической модели.

Ситуация парадоксальна: суждение об электромагнитных явлениях в телах было сделано при их отсутствии, для электродинамики вакуума, а учет движения тел предложено изучать на основе уравнений, в которых отсутствуют скорости.

Такой подход позволил получить в "чистом виде" группу Лорентца и дать ей уникальную философскую интерпретацию пространства скоростей, базирующуюся на концепции относительности одновременности. Но уже в этой работе группе Лорентца значение придается большее, чем системе уравнений Максвелла, которая их "породила". Такой подход был сохранен на длительное время.

В модели электромагнитных явлений, обобщенной с учетом показателя отношения  $w$ , на первый план поставлена физика инерции, анализ ее динамики. Группа Лорентца и пространство Минковского в ней имеют не столь общее и единственное значение. Они дополняют группу Галилея и пространству Ньютона. Эйнштейн не отказался от  $R^3$  и  $T^1$ . Он соединил их логически в физической модели пространства скоростей, введя фактически новое, «синхронизованное» время, базируясь на модельной концепции относительности одновременности. Аналогично Минковский соединил их математически, введя тензор  $g^{ij} = \text{diag}(1, 1, 1, 1)$ . По аналогии с моделью прямого произведения  $R^3$  и  $T^1$  было построено новое многообразие. Отметим, что в электродинамике такой шаг нужен для того, чтобы связать между собой тензоры  $H^{ik}$  и  $F_{mn}$ , задавая кокасательное пространство-время скоростей  $T^*M$ . Этот вариант **удобен** для применения.

Он согласовывает расчет с экспериментом без учета скорости первичного источника излучения  $\vec{u}_{fs}$  и без влияния скорости детектора  $\vec{u}_m$  на излучение. Кроме этого, в модели нет необходимости учитывать эфир, что соответствовало тогдашней концепции бесструктурного света, а также классической модели измерения параметров электромагнитного поля, по которой измерение не влияет на величины.

Реальная ситуация сложнее. Пространство событий  $SE$  дополнительно к  $R^3 \times T^1$ . Его можно рассматривать как некий комплекс, ассоциированный с  $R^3$  и  $T^1$ , если ввести метрику событий  $\tilde{g}_{SE}^{ij} = \text{diag}(1, 1, 1, w \cdot 1)$ .

Вакуумная ситуация эмпирически пуста. В вакууме нет приборов, а потому невозможно измерение. Если же они есть, то ситуация не вакуумная и потому использование связей вида  $\vec{D} = \vec{E}, \vec{B} = \vec{H}$ , ведущих теорию к канонической группе Лорентца, недопустимо. Более того, физическая модель требует изучения классов симметрий, а не только отдельной симметрии.

Известно, что классическое описание электромагнитного поля соответствует волновым представлениям об электромагнетизме. Но в отсутствие эфира исчезает носитель такой волны. Поэтому, отрицая эфир, как это предположил Эйнштейн, нужно считать электромагнитное поле носителем для самого себя. Значит, неявно уже было введено предположение о структурности света. Однако никаких предположений о том, какие частицы соответствуют электромагнитному полю, сделано не было, как и о структурных составляющих для частиц света.

В модели, проанализированной Эйнштейном, нет ни тел, ни скоростей, ни эфира, ни частиц света. В ней есть идея и алгоритм единого расчета, описания экспериментов в электродинамике новыми математическими средствами, что практически полезно и нашло широкое применение в силу корректности и удобства подхода.

Эйнштейн искал и нашел философско-математическое описание экспериментов в электродинамике. Он не искал и не нашел физической структуры и физического механизма, которые «стоят» за экспериментом: ни структуры, ни активности, ни трансфинитности материальных изделий, каким является свет.

На данном примере мы видим, что модель может быть «далека» от реальности, но она способна успешно описывать эксперименты. Мы утверждаем таким образом полезность алгоритма расчета. Из полезности не следует ответа на вопрос о полноте модели и истинности принятого подхода.

Для математика полезности может быть достаточно, так как для него модель отождествляется с экспериментальной реальностью. Для физика важно еще и то, насколько модель «близка» к объективной реальности, как можно достичь ее полноты, совершенствуя проведение экспериментов, исследуя структуру конструкций, ассоциированных с электромагнитным полем и движений, которым они подчинены.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализированы физические аргументы в пользу новой электродинамики вакуума. Показана непоследовательность подхода Эйнштейна при анализе электромагнитного поля в вакууме. Указаны ростковые точки и некоторые возможности нового варианта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Barykin V. N. Maxwell's electrodynamics without SRT (part 1) // Galilean Electrodynamics. 2002, V.13, N 2. –P.29-31.
2. Barykin V. N. Maxwell's electrodynamics without SRT (part 2) // Galilean Electrodynamics. 2003, V.14, N 5. –P.97-100.
3. Barykin V. N. Maxwell's electrodynamics without SRT (part 3) // Galilean Electrodynamics. 2004, V.15, N 3. –P.48-50.
4. Barykin V. N. Maxwell's electrodynamics without SRT (part 4) // Galilean Electrodynamics. 2005, V.16, N 6. –P.30-32.
5. . Барыкин В.Н. Атом света. –Мн.: Наука, 2001, 278 с.