

МАТЕРИАЛЬНО ЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ?

Д.т.н., проф. В.Эткин

Обосновывается точка зрения, согласно которой электромагнитное поле в свободном пространстве является не разновидностью материи, а лишь одной из мер напряженного состояния эфира, которое обусловлено неоднородным распределением в нем вещества с присущими ему зарядами и токами

Введение. В классической физике прошлого столетия преобладало деление материи на вещество и поле. При этом под веществом понималась совокупность дискретных образований, обладающих массой покоя (атомы, молекулы, тела и т.д.), силовое же поле характеризуется как континуальная среда, имеющая нулевую массу покоя [1]. Однако с развитием квантово-механических представлений различие между веществом и полем постепенно стало исчезать: поля утратили свой непрерывный характер в связи с введением бозонов (фотонов, нейтрино и гравитонов), являющихся частицами – носителями взаимодействия, а фермионы (протоны, нейтроны, электроны и т.д.), являющиеся частицами – носителями материи – стали элементами соответствующих фундаментальных полей (сильных, слабых, нуклонных, мезонных и т.д.). Обнаружилась необходимость наделения массой также и бозонов. Вследствие такого расширения понятия поля деление материи на обладающую массой и «безмассовую» утратило свою эвристическую ценность. «Полевая» парадигма, сводящая всю физическую реальность к небольшому числу квантованных полей, по мере развития квантовой физики стала главенствующей. Согласно «стандартной модели» строения вещества, каждому независимому параметру любой его частицы a_i , удовлетворяющему закону сохранения, соответствует свое материальное поле A_i , через которое осуществляется взаимодействие между ними. При этом утверждается, что поле обладает практически всеми атрибутами полноценной физической реальности, включая способность переносить энергию и импульс, и даже в определенных условиях обладать эффективной массой.

Закономерен вопрос, каким образом строгое математическое определение понятия поля как *совокупности каких-либо параметров в различных точках пространства в данный момент времени* или более узкое понятие *силового поля как области пространства, в которой обнаруживаются какие-либо силы*, трансформировалось в философскую категорию *«разновидности материи»* и как это оказалось связанным с понятием электромагнитного поля? Чтобы приблизиться к ответу на этот вопрос, необходимо совершить хотя бы небольшой экскурс в историю.

1. Возникновение понятия электромагнитного поля. До создания Максвеллом классической теории электромагнетизма понятия поля как формы материи не существовало [2]. Широко использовалось лишь понятие силовой функции (потенциала) как отношения внешней потенциальной энергии определенной совокупности зарядов или масс к одному из них, считающемуся «пробным», т.е. не нарушающим их пропорциональности. Представление о поле и его силовых линиях как о физической реальности впервые появилось в трудах Майкла Фарадея [3]. Ему же принадлежит идея изучения взаимопревращений электричества и магнетизма как различных форм энергии. Понятие электромагнитного поля как единой материальной сущности возникло лишь после создания Максвеллом теории электромагнетизма в связи с его представлением о свете как о последовательности электрических и магнитных волн [4]. До этого Максвелл, как и все его предшественники в течение многих веков, вполне удовлетворялся концепцией эфира, и лишь предложил его оригинальную модель в виде совокупности больших и малых вихрей, которые перемещаются, взаимодействуя наподобие шестеренной передачи. Эфир как нельзя лучше отвечал требованиям светонесущей среды, поскольку он обладал собственной (внутренней) энерги-

ей и был способен переносить энергию в пространстве «после того, как она покинула одно тело и еще не достигло другого» [4]. Однако изначальный замысел Максвелла обосновать электромагнитную природу света и тем самым объединить оптику с электромагнетизмом побуждал его трактовать электромагнитное поле как некую самостоятельную сущность, обладающую энергией даже в отсутствие ее материальных источников (наподобие тому, как продолжает существовать свет давно потухшей звезды).

Нельзя сказать, чтобы эта идея Максвелла не встретила протеста его современников (в том числе Кельвина, Гельмгольца и Тесла)¹⁾. Пространные рассуждения Максвелла, послужившие основой для отождествления им света с электромагнитными волнами, основывались на совпадении коэффициента преломления n с квадратным корнем из коэффициента диэлектрической проницаемости ϵ (а после уточнения – из произведения его и коэффициента μ магнитной проницаемости ($\epsilon\mu$)^{0,5}). Однако это совпадение еще не доказывает электромагнитную природу света. Дело в том, что нахождение связи коэффициента преломления $n = c_0/c$ как отношения скорости света в эфире c_0 и данном веществе c с относительной диэлектрической и магнитной проницаемостью ϵ и μ , которые характеризуют «электротоническое» состояние вещества, связи аналогично решению задачи о скорости звука в газе и требует знания механизма переноса энергии в пространстве. Максвелл заранее предположил, что таким механизмом является взаимопревращение энергии электрических и магнитных вихрей в некотором электромагнитном поле, подобном эфиру, что иллюстрируется обычно так называемой «цепочкой Брэгга». В таком случае параметры $\epsilon = E_0/E$ и $\mu = H/H_0$ окажутся выраженными через отношение напряженностей этих полей в веществе E, H и эфире (вакууме) E_0, H_0 . Тогда и совпадение этих отношений можно было трактовать как подтверждение исходной посылки. С таким же успехом можно было трактовать коэффициенты ϵ и μ как отличие свойств вещества от свойств эфира, и тем самым подтвердить его существование. Таким образом, «доказательство» Максвелла сводилось к экспериментальному подтверждению того, что было постулировано им заранее. Здесь налицо «порочный логический круг», которого не пожелали заметить последователи Максвелла.

Известно, что признание теория электромагнитного поля Максвелла получила только после экспериментов Г.Герца, которые обнаружили факт передачи энергии электромагнитных колебаний от излучателя к приемнику через разделяющее их пространство [5]. Однако из этих экспериментов вовсе не следовало, что энергия электромагнитных колебаний в излучателе переносится в пространстве в той же самой электромагнитной форме, а не превращается в нем в энергию оптических колебаний эфира как светоносной среды. Об этом недвусмысленно указывала полная тождественность обнаруженных Герцем волн в эфире свойствам обычного света. Однако он интерпретировал результаты экспериментов как подтверждение теории Максвелла.

Справедливости ради следует заметить, что сам Фарадей хорошо понимал необходимость отмеченного выше превращения энергии при ее передаче эфиру, о чем свидетельствует такое его высказывание: «Я уже давно придерживался мнения, что различные формы и силы материи настолько близки и родственны, что могут превращаться друг в друга. Это твердое убеждение побудило меня произвести много изысканий с целью открыть связь между светом и электричеством. Однако результаты оказались отрицательными» [3].

Если бы Максвелл отнесся к этим словам с должным вниманием, он не стал бы отождествлять свет с электромагнитными колебаниями в эфире. Это касается и Герца, который также неоднократно подчеркивал различие параметров вещества и эфира. Поэтому трактовка им результатов эксперимента не была адекватной. Именно это и утверждал Н. Тесла после повторения опытов Герца в более близком к оптическому диапазону частот, пытаясь убедить в этом Герца во время своего визита к нему [6]. Достоин сожаления, что

¹⁾ Заметим, что и эксперименты Г.Герца были инициированы его учителем Г.Гельмольцем для опровержения теории Максвелла.

современники Н. Тесла не отнеслись всерьез к его аргументам, превратив теорию Максвелла в «истину в последней инстанции». Статус этой теории не изменился даже после того, как было обнаружено нарушение закона сохранения энергии при распространении электромагнитных волн в свободном пространстве вследствие синфазного изменения в нем напряженностей электрической и магнитной составляющей электромагнитного поля [7].

Положение усугубилось изгнанием эфира из физики специальной теорией относительности (СТО), когда электромагнитное поле оказалось единственно возможным переносчиком излучения. Убежденность в его материальности оказалась столь глубокой, что ее не смогло поколебать даже отсутствие у квантов лучистой энергии (фотонов) электрических и магнитных свойств. Более того, аналогичная концепция была распространена и на гравитационное поле, хотя его кванты (гравитоны) экспериментально не обнаружены до сих пор.

Ситуация практически не изменилась и после того, как ОТО потребовалось вернуть понятие эфира в физику [8]. Квантовая физика, представившая фотон частицей, уже не нуждалась в эфире как среде распространения волн. Поэтому она просто подменила эфир понятием «физический вакуум» (ФВ), понимая под ним высокоэнергетическую (или, напротив, находящуюся на наинизшем энергетическом уровне) сплошную среду, заполняющую все пространство и способную рождать виртуальные (нематериальные) пары «частица-античастица». Ее иногда называют «скрытой» или «темной» формой материи. Такая среда не требовала наличия ни долгоживущих частиц вещества, ни поля с его источниками. Как заметил А.Б. Мигдал, эту «удивительно сложную и интересную среду – вакуум – можно было бы снова назвать эфиром, если бы не боязнь путаницы с наивным понятием XIX века» [9]. Запоздалое признание А.Эйнштейна в том, что согласно его убеждению поле – отнюдь не вид материи, а её свойство, «ибо поле не обладает совокупностью свойств, присущих материи, а является средством взаимодействия материальных систем» [10] уже не смогло ничего исправить.

В результате в классической теории электромагнетизма возникла и стала доминировать концепция, согласно которой поле и источники поля существуют независимо друг от друга и взаимодействие между ними обусловлено созданием или поглощением поля источниками [11].

2. Имеют ли уравнения Максвелла отношение к электромагнитному полю? В связи с изложенным вполне оправдан вопрос, к чему относились в действительности постулированные Максвеллом уравнения: к электротехническим устройствам, с которыми экспериментировали его предшественники и чьи результаты он выразил математически, или к введенному им абстрактному электромагнитному полю? Аргументированный ответ на этот вопрос стал возможным после теоретического вывода этих уравнений из первых принципов энергодинамики [12] в ее приложении к электротехнической системе, обладающей электрической и магнитной степенью свободы и потому способной к взаимному преобразованию их энергии. Мы не будем полностью воспроизводить здесь этот вывод [13]. Отметим только, что для этого оказалось достаточным рассмотреть одно из звеньев так называемой цепочки Брэгга, которая иллюстрирует процесс преобразования электрической энергии в магнитную и состоит из замкнутого электрического контура произвольной длины и переменного (в общем случае) сечения, охватывающего замкнутый же магнитопровод с переменным по длине сечением.

Для такой системы в отсутствие диссипации, объемной деформации, химических реакций и массообмена справедливо объединенное уравнение 1-го и 2-го начал термодинамики, имеющее вид [12,14]:

$$d\mathcal{E}_V = \mathbf{E} \cdot d\mathbf{D} + \mathbf{H} \cdot d\mathbf{B} , \quad (1)$$

где \mathcal{E}_V – полная энергия системы единичного объема; \mathbf{E} и \mathbf{H} – напряженности соответственно электрического и магнитного поля в ней; $\mathbf{D} = \mathbf{D}(\mathbf{E}, \mathbf{P})$, $\mathbf{B} = \mathbf{B}(\mathbf{H}, \mathbf{M})$ – векторы электрической и магнитной индукции как функции соответствующего поля и векторов поляризации \mathbf{P} и намагничивания \mathbf{M} рассматриваемой системы.

Правая часть этого уравнения характеризует элементарную обратимую работу, которую совершает внешнее электрическое и магнитное поле над рассматриваемой системой:

$$dW_{ev} = \mathbf{E} \cdot d\mathbf{D}; \quad dW_{mv} = \mathbf{H} \cdot d\mathbf{B}. \quad (2)$$

При $d\mathcal{E}_V = 0$ уравнение (1) описывает обратимый процесс преобразования электрической и магнитной энергии в веществе. Этому простому уравнению оказалось несложным придать форму кинетических уравнений термодинамики необратимых процессов (ТНП) [15], рассматривая полную производную по времени t от энергии системы $d\mathcal{E}_V/dt$ и вводя токи смещения \mathbf{j}_e^c и \mathbf{j}_m^c электрических зарядов и магнитных полюсов как обобщенные скорости процессов поляризации и намагничивания, зависящие от действующих в рассматриваемой системе сил \mathbf{E} и \mathbf{H} . Соответствующая этим процессам мощность $N_e = dW_{ev}/dt$ и $N_m = dW_{mv}/dt$ требует рассмотрения полных производных по времени от векторов электрической и магнитной индукции $d\mathbf{D}/dt$ и $d\mathbf{B}/dt$. Эти производные, в отличие от частных $(\partial\mathbf{D}/\partial t)$ и $(\partial\mathbf{B}/\partial t)$ включают в себя «конвективные» составляющие $\mathbf{j}_e^c = (\mathbf{v}_e \cdot \nabla)\mathbf{D}$ и $\mathbf{j}_m^c = (\mathbf{v}_m \cdot \nabla)\mathbf{B}$, обусловленные процессами поляризации и намагничивания в переменных внешних полях:

$$N_e = \mathbf{E} \cdot \mathbf{j}_e^c = \mathbf{E} \cdot (\mathbf{v}_e \cdot \nabla)\mathbf{D}; \quad N_m = \mathbf{H} \cdot \mathbf{j}_m^c = \mathbf{H} \cdot (\mathbf{v}_m \cdot \nabla)\mathbf{B}. \quad (3)$$

В проводниках \mathbf{j}_e^c включает в себя ток проводимости \mathbf{j}_e , что при $\mathbf{j}_e^c = \mathbf{j}_e$ и $\mathbf{j}_m^c = 0$ приводит к полевой форме уравнений (1), имеющей вид первой пары уравнений Максвелла [9,10]:

$$\text{rot } \mathbf{E} = -(\partial\mathbf{B}/\partial t), \quad (4)$$

$$\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j}_e + (\partial\mathbf{D}/\partial t). \quad (5)$$

Наличие в этом выражении тока проводимости \mathbf{j}_e явным образом указывает на то, что эти уравнения относятся к веществу, а не вакууму, где они отсутствуют. Как видим, термодинамический вывод уравнений (4) и (5) обнаруживает их неполноту, вызванную заменой Герцем и Хэвисайдом полных производных $d\mathbf{D}/dt$ и $d\mathbf{B}/dt$ на частные $(\partial\mathbf{D}/\partial t)$ и $(\partial\mathbf{B}/\partial t)$. Это равноценно исключению из рассмотрения поляризационной составляющей «тока смещения» \mathbf{j}_e^c и его аналога – магнитного потока смещения \mathbf{j}_m^c , обусловленных смещением разноименных зарядов и полюсов в процессе поляризации и намагничивания диэлектрика и магнетика. Их учет позволяет устранить ряд «белых пятен» электродинамики, включая нахождение из них силы Лоренца, обоснование существования продольных волн, объяснение эффектов Роуленда – Эйхенвальда, Вильсона – Барнета и др. [16].

Выясним теперь, насколько эти уравнения применимы к субстанции, названной электромагнитным полем (ЭМП). Известно, что между четырьмя параметрами \mathbf{E} , \mathbf{H} , \mathbf{D} и \mathbf{B} , фигурирующими в этих уравнениях, в эфире или ЭМП существуют 3 уравнения связи: $\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E}$; $\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}$ и $\mathbf{H} = \mathbf{H}(\mathbf{E})^1$, где ϵ_0 , μ_0 – постоянные. Это означает, что если ЭМП описывать теми же параметрами, что и рассматриваемая электротехническая система, то из 4-х параметров независимым для него останется лишь один из них, характеризующий либо электрическую, либо магнитную степень свободы. Это означает, что никакого преобразования в нем энергии электрической степени свободы в магнитную и наоборот быть не может. В противном случае электромагнитная энергия поля $\epsilon_0 \mathbf{E}^2/2 + \mu_0 \mathbf{H}^2/2$ не остается неизменной вследствие синфазного изменения векторов \mathbf{E} и \mathbf{H} , что было обнаружено еще

¹⁾ Последнее обусловлено синфазностью изменений напряженностей электрического и магнитного полей в электромагнитной волне.

Фарадеем, т.е. закон сохранения энергии ЭМП в свободном пространстве *не выполняется*. Это еще раз доказывает, что отнесение уравнений Максвелла к пространству, лишенному электрических и магнитных свойств, является еще одним ошибочным постулатом [15].

3. Характеризует ли вектор Пойнтинга поток электромагнитной энергии? Весьма часто в качестве главного аргумента в пользу понимания электромагнитного поля как единой материальной сущности используют понятие потока электромагнитного поля, трактуя вектор Пойнтинга $\mathbf{\Pi}$ как его меру. Формально аналитическое выражение этого вектора легко получить, опираясь на уравнения Максвелла (4,5). Согласно им, изменение энергии системы единичного объема \mathcal{E}_v во времени (1) при обратимых взаимопревращениях электрической и магнитной энергии определяется выражением:

$$d\mathcal{E}_v/dt = \mathbf{E} \cdot \text{rot}\mathbf{H} - \mathbf{H} \cdot \text{rot}\mathbf{E} = -\text{div}(\mathbf{E} \times \mathbf{H}) = -\text{div}\mathbf{\Pi}. \quad (6)$$

Отсюда и следует известное представление вектор Пойнтинга:

$$\mathbf{\Pi} \equiv \mathbf{E} \times \mathbf{H}. \quad (7)$$

Согласно этому выражению, вектор Пойнтинга можно представить внешним произведением векторов напряженности электрического \mathbf{E} и \mathbf{H} магнитного полей. Этот вектор ориентирован по нормали к ним, что соответствует представлению Максвелла о потоке электромагнитной энергии как некотором подобии потока несжимаемой жидкости.

Физический смысл вектора Пойнтинга, однако, резко изменяется с введением в энергодинамику (вслед за ТНП) понятия потока энергоносителя (в том числе \mathbf{j}_e , \mathbf{j}_e^c и \mathbf{j}_m^c), т.е. с различием интенсивных и экстенсивных параметров энергии и ее потока. Становится ясным, что вектор Пойнтинга вообще не отражает процесс переноса электромагнитной энергии через границы рассматриваемой системы. Это обнаруживается благодаря появившейся возможности аналитически различать процессы переноса и преобразования энергии по характеру потока энергоносителя. Если эти потоки не пересекают границы системы и подобно потокам \mathbf{j}_e^c и \mathbf{j}_m^c связаны только со смещением энергоносителя в пределах системы (как в процессе поляризации диэлектрика или намагничивания магнетика), они характеризуют процесс превращения энергии, т.е. упорядоченную работу, совершаемую над системой в процессе ее поляризации или намагничивания. Если же потоки энергоносителя того или иного рода пересекают границы системы, они характеризуют также и процесс обмена энергией в данной форме между системой и окружающей средой подобно тому, как это происходит в процессе теплообмена, массообмена и т.п. (по принципу: обмениваться можно лишь тем, чем располагают партнеры). Тогда-то и становится ясным, что потоки смещения $\mathbf{j}_e^c = (\mathbf{v}_e \cdot \nabla)\mathbf{D}$ и $\mathbf{j}_m^c = (\mathbf{v}_m \cdot \nabla)\mathbf{B}$, как и dW_{ev} и dW_{mv} в уравнении (1), отражают процесс преобразования энергии из электрической в магнитную (и наоборот) и потому имеют противоположный знак. Последнее означает, что рассматриваемая система и эфир не обмениваются между собой ни в электрической, ни магнитной энергией, а лишь той формой энергии, которая свойственна эфиру. Это обстоятельство не могло быть обнаружено самими уравнениями (4) и (5), поскольку они оперировали исключительно интенсивными параметрами поля \mathbf{E} и \mathbf{H} . Такие параметры не способны отразить процесс энергообмена между веществом и эфиром. Действительно, напряженности \mathbf{E} и \mathbf{H} не обращаются в нуль с прекращением энергообмена при изоляции (экранировании) системы. С математической точки зрения это очевидно, поскольку параметры \mathbf{E} и \mathbf{H} являются функциями состояния, а не процесса, как \mathbf{j}_e^c и \mathbf{j}_m^c .

Таким образом, предпринятый нами термодинамический вывод уравнений Максвелла обнаруживает противоречие трактовки вектора Пойнтинга $\mathbf{\Pi}$ как потока электромагнитной энергии исходному уравнению (1). Даже если потоки \mathbf{j}_e^c и \mathbf{j}_m^c выходили за границы системы, их противоположный знак означал бы, что они никоим образом не могут отра-

жать какую-либо «единую» материальную сущность типа электромагнитного поля¹⁾. Таким образом, трактовка вектора Пойнтинга как потока электромагнитной энергии основана на том же ошибочном предположении, что светоносная среда обладает электрической и магнитной энергией. В таком случае она, действительно, могла бы обмениваться с рассматриваемой системой энергией, отдавая ей энергию в одной форме и получая в другой. Однако для этого электрическое и магнитное поля в этой среде должны быть независимы, как это и имеет место в электростатике. Таким образом, «единой» сущности, названной электромагнитным полем, *в природе не существует*.

Может показаться невероятным, но представление о свете как о совокупности электрического и магнитного полей, которые непрерывно превращаются друг в друга и тем самым поддерживают распространение волны, до сих пор не подвергалось серьезной экспериментальной проверке. Не подтверждено экспериментально и равенство мощностей электрической и магнитной составляющей этой волны, вытекающее из (1). Недавно проведенные прецизионные эксперименты смогли обнаружить лишь признаки магнитной составляющей в непосредственной близости к световоду [19]. Недаром все детекторы света в конечном счете основаны на его воздействии на заряженные частицы.

4. Специфика эфира как энергоносителя. Коснемся теперь минимального объема сведений о свойствах эфира, необходимого для понимания его как материальной среды, которой принадлежит часть энергии электромагнитных колебаний в веществе. Известно, что скорость распространения возмущений в сжимаемых средах c определяется выражением $c^2 = (\partial p / \partial \rho)$, где p [Дж/м³] – давление, имеющее размерность и смысл плотности потенциальной энергии среды; ρ – плотность этой среды [кг/м³]. Величина этой производной зависит от условий протекания процесса объемной деформации рассматриваемой среды. Поэтому различают две скорости упругих волн – адиабатическую, когда тепло из нагретых (сжатых) участков не успевает перейти к холодным (разреженным), и изотермическую, когда температура в волне остается неизменной. Для эфира как среды с упорядоченной формой (колебательного) движения характерен второй случай, и тогда справедлива ньютоновская формула скорости распространения в нем возмущений

$$p/\rho = c^2 \text{ [Дж/кг]}, \quad (8)$$

c – скорость света. Это выражение следует понимать в том смысле, что при колебаниях упорядоченной (потенциальной и кинетической) энергии $E = mp/\rho$ как функции ее плотности возникают волны, уносящие соответствующую часть энергии в форме энергии бегущей волны. При этом согласно (8)

$$dE = c^2 dm . \quad (9)$$

На этом основании Шрам (H. Schramm), Браумюллер (W. Braumüller), Н.Умов, Дж. Томсон (J. Thomson), Хэвисайд (O. Heaviside), Пуанкаре (J.H. Poincare) и Хазенорль (F. Hasenöhr) [20] задолго до А.Эйнштейна пришли к выводу о пропорциональности энергии излучения массе лучистого потока:

$$E = mc^2. \quad (10)$$

¹⁾ В электродинамике этот случай представляется так, будто вектор Пойнтинга «скользит» по поверхности проводника. В действительности потоки электрической и магнитной энергии в рассматриваемой системе пересекают разные границы – электрического и магнитного контуров и потому пространственно разделены.

Отсюда следует, что удельная энергия эфира $\varepsilon = c^2$. Это на многие десятки порядков меньше, чем предсказывает современная квантовая теория поля¹⁾. С другой стороны, из (9) следует, что в процессе поглощения волн может происходить образование вещества из эфира (его «конденсация»). Тогда масса M вещества, образовавшегося из эфира, равна убыли массы эфира, т.е. $M = -dm$, а его энергия $E = Mc^2 = -dE$. Таким образом, возможно как «сгущение», так и «разрежение» эфира. Первое является результатом обратного превращения вещества в эфир. Понять неизбежность такого превращения несложно, если представить полную энергию вещества \mathcal{E} в виде суммы энергии покоя E_0 и кинетической энергии E^k . В таком случае $E_0 = \mathcal{E} - E^k$, и становится ясным, что с приближением скорости движения вещества v к скорости света c его энергия покоя уменьшается и при $v = c$ обращается в нуль, поскольку в соответствии с ТО $E^k = Mc^2 = \mathcal{E}$. Вещество, таким образом, снова превратилось в эфир!

Как показано в [12], любая сила (внешняя и внутренняя, далекодействующая и короткодействующая, механическая и немеханическая) определяется градиентом соответствующей формы энергии. Соответственно этому и любая волна порождает в эфире пару сил, пропорциональных крутизне соответственно переднего и заднего её фронта [21]. Эта пара противоположно направленных сил, разнесенная в пространстве, и порождает эффекты притяжения одних и отталкивания других волн, создавая предпосылки для уплотнения эфира с образованием твердых, жидких и газообразных тел в одних областях пространства и разрежения его в промежутке между ними. Это и воспринимается как образование тел, обладающих свойством полной или частичной «непроницаемости» друг для друга. Таким образом, в эфире, как и в веществе, основной причиной протекающих в них процессов, равно как и взаимодействия между ними, является их пространственная неоднородность.

Эта неоднородность порождает и различие частоты колебаний плотности эфира. Диапазон частот колебаний настолько велик, что они могут вызвать резонансное взаимодействие с любыми колеблющимися структурными элементами вещества и потому вызывать в них самые разнообразные эффекты – от диссипации энергии до противоположных им процессов структурообразования. В частности, в диэлектриках и магнетиках это воздействие воспринимается как работа поляризации или намагничивания. Это и является причиной, по которой такие тела при применении их в качестве детекторов воспринимают это излучение как электромагнитное. В других телах оно вызывает ионизацию, фотоэффект, фотосинтез, флуоресценцию, фотоядерные реакции и т.д., включая процессы «самоорганизации» биологических систем. С этих позиций свет – это лишь часть диапазона колебаний эфира, проявляющаяся в телах в виде оптических эффектов. Еще меньшая его часть (в узком диапазоне длин волн от 0.4 до 4 мк) воспринимается телами как теплота, т.е. рассеивается. Такое излучение называют тепловым. Таким образом, нет никакой необходимости наделять эфир как носитель энергии какими-либо свойствами, характерными для вещества, за исключением единственного свойства, присущего всем формам материи – *его отличной от нуля плотности*.

История становления концепции невидимой всепроникающей среды уходит своими корнями в далекое прошлое религиозных, метафизических и научных поисков первооснов бытия [1]. Философы всех времен и народов выдвигали логические аргументы в обоснование ее существования, а многие ученые предлагали физические модели такой среды. Одной из них была теория вихрей Гельмгольца, в которой эфир представлялся совокупностью вихрей, которые вращаются вокруг их осевой линии и движутся в то же время поступательно. Как показал дальнейший математический анализ, выполненный В. Томсоном и Дж. Томсоном [22], условия образования и существования таких вихрей в жидкостях и газах таковы, что, раз возникнув, вихрь становится неразрушимым индивидуумом среди

¹⁾ Плотность планковской энергии флуктуаций физического вакуума, по оценке Д. Уиллера, составляет величину порядка 10^{114} Дж/м³, что на десятки порядков превышает плотность энергии, заключённой внутри элементарных частиц вещественной материи.

остальной массы жидкости, обладающим всеми свойствами, которые мы приписываем атому. На этом основании В. Томсон выдвинул идею «вихревых атомов», разнообразие формы которых обуславливает разнообразие веществ. Ряд других моделей и теорий эфира описан Г.А. Лоренцом [23].

Главным аргументом против такой концепции с момента ее возникновения явилось невозможность создания вихрей в идеальной жидкости. Если же жидкость вязкая, то вихревое движение в ней через некоторое время само собой прекратится. Кроме того, в таком случае движение твердых тел через эфир сопровождалось бы диссипацией энергии и возникновением «эфирного ветра», обусловленного наличием градиента скорости в так называемом «пограничном слое» частично увлекаемого твердыми телами эфира. Поэтому многие экспериментаторы (Физо, Фуко, Араго, Майкельсон и Морли, Гаэль и Миллер, Харисон, Саньяк и Погани) потратили немало лет на постановку опытов по обнаружению этого «ветра». До сих пор официально считается, что они не привели к его обнаружению, поскольку давали возможность неоднозначного их толкования. Это послужило основанием для отказа от концепции "эфира".

Между тем отсутствие в эфире вязкости отнюдь не препятствует возникновению в нем автоколебаний плотности. Поэтому в этом вопросе рано ставить точку. Это тем более верно, что с позиций энергодинамики явления трения и диссипации энергии не свойственны микромиру. Действительно, диссипативный характер процесса трения обусловлен тем, что перемещение тел в какой-либо среде связано с разрывом старых и образованием новых молекулярных связей (т.е. выведением системы из равновесия и ее последующей релаксацией). Первый из этих процессов носит упорядоченный характер и потому требует затраты некоторой работы, второй – самопроизволен и осуществляется неупорядочено (без совершения полезной работы), при этом энергия, затраченная на разрушение связей, возвращается уже в виде тепла. Этот необратимый процесс возможен только в системах, обладающих хаотической (тепловой) формой энергии. Естественно поэтому, что в микромире и в особенности в эфире, где такой формы энергии нет, нет и диссипации энергии. Поэтому в эфире вполне могут существовать *кольцевые (замкнутые) бегущие волны*, в которых отсутствует как перенос самого эфира, так и рассеяние энергии [12]. Достоин сожаления, что практически все новые гипотезы, как справедливо отметил еще Лейбниц, строятся на старых, исчерпавших себя, средневековых идеализациях и представлениях.

5. Возможно ли вообще существование поля без его источников? Как известно, сила \mathbf{F} как главная характеристика поля определяется как производная от потенциальной энергии поля $E^п$ по координате \mathbf{r} , взятая с обратным знаком: $\mathbf{F} = -(\partial E^п/\partial \mathbf{r})$. Отсюда с необходимостью следует, что *возникновение какого-либо силового поля обусловлено пространственной неоднородностью в распределении энергии и всех определяющих ее экстенсивных свойств системы*. К таким свойствам относятся масса, заряд, энтропия, числа молей компонентов системы, механический и электрический импульс (ток) и т.д. Это позволяет энергодинамике обобщить данное выше определение понятия силы на внешние и внутренние, дальнедействующие и короткодействующие, активные и пассивные, полезные и диссипативные, механические и немеханические силы. Всем они, включая ускоряющие, центробежные, кариолисовы и т.п. силы, имеют в энергодинамике единое аналитическое выражение, единую размерность и единый смысл «антиградиента» соответствующей формы энергии [12]. Отсюда следует, что не только силовые, но и любые другие поля также представляют собой функцию распределения в пространстве носителя данной формы энергии (энергонапителя), являющегося источником этого поля. Действительно, в отсутствие каких-либо масс, зарядов и токов силовое поле не возникнет. Об этом недвусмысленно указывают законы Ньютона и Кулона

$$\mathbf{F}_g = - G_g m M / R_{12}^2, \quad (11)$$

$$F_e = Q_1 Q_2 / 4\pi\epsilon_0 R_{12}^2. \quad (12)$$

Согласно им, при удалении всех присутствующих в пространстве масс m , M или зарядов Q_1 , Q_2 силы F_g и F_e (поле) исчезает. Отсюда следует, что возникновение силового поля в промежутках между материальными телами невозможно без «полеобразующих» масс, зарядов и токов, являющихся его «источником». Им в конечном счете и принадлежит энергия совокупности материальных тел. Приписывание энергии «пробным» массам, зарядам и токам, как бы находящимся во внешнем (не зависящем от них) «поле» является искусственным приемом, позволяющим ввести понятие потенциала поля и облегчить практические расчеты, когда потенциал определенной конфигурации полеобразующих тел известен. Однако наличие масс, зарядов и токов является только *необходимым*, но еще *не достаточным* условием возникновения силового поля. Чтобы убедиться в этом, достаточно представить себе «полеобразующую» массу M или заряд Q_1 в законах Ньютона и Кулона равномерно «размазанными» по всему пространству, так, чтобы в нем не оказалось места для «пробной» массы m или заряда Q_2 . Тогда m , $Q_2 = 0$, и согласно (8), (9) поля F_g и F_e обратятся в нуль не зависимо от величины полеобразующих масс M или зарядов Q_1 . Более того, достаточно просто удалить пробную массу или заряд Q_2 на бесконечное расстояние R_{12} , чтобы гравитационное поле F_g исчезло. Это означает, что *поля создаются не массами, зарядами и токами самими по себе, а их неравномерным распределением в пространстве* [24].

Сказанное в полной мере относится и к эфиру, отличающемуся от вещества только его сплошностью¹⁾. Пространственная неоднородность эфира обусловлена самими колебаниями его плотности, которые представляют собой отклонение его от состояния внутреннего равновесия и делают плотность энергии волны ρ_v зависящей от пространственных координат \mathbf{r} . Эта энергия определяется известным выражением, единым для акустических, гидродинамических, и электромагнитных и волн:

$$\rho_v = \rho A_v^2 v^2 / 2, \quad (\text{Дж/м}^3). \quad (13)$$

Здесь ρ , A_v , v – плотность среды распространения волны, ее амплитуда и частота.

Если представить какую-либо область эфира как некий осциллятор, изменение его энергии ρ_v во времени $d\rho_v/dt$ можно представить в виде произведения движущей силы процесса лучистого энергообмена $\mathbf{X}_v = -\nabla\psi_e$ (с^{-1}), именуемой в термодинамике необратимых процессов «термодинамической силой», на плотность потока лучистой энергии в светонесущей среде \mathbf{j}_v , как это принято в термодинамике необратимых процессов [15]:

$$-d\rho_v/dt = \mathbf{X}_v \cdot \mathbf{j}_v \quad (\text{Вт/м}^3), \quad (14)$$

где $\psi_e = A_v v$ ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$) – потенциал волны с частотой v ; $\mathbf{j}_v = \rho A_v v \mathbf{v}$ (Дж/м^3) – поток волновой формы энергии; \mathbf{v} – скорость ее переноса (равная по модулю скорости света c).

В эфире возникновение термодинамических сил \mathbf{X}_v обусловлено наличием у любой волны пары сил, пропорциональных крутизне ее переднего и заднего фронта. Такие силы являются внутренними (не способными вызвать движение объекта как целого) и потому именуются обычно «внутренними напряжениями». Таково, например, поверхностное натяжение. Наличие таких сил и обуславливает напряженное состояние эфира, которое и является причиной всех происходящих в нем процессов, включая перенос излучения [25].

Если теперь применить к эфиру известный термодинамический метод установления условий материального равновесия его с веществом, несложно показать, что, как и в других случаях, они соответствуют обращению в нуль термодинамической силы, порождаю-

¹⁾ В границах существующих экспериментальных средств обнаружения структурных элементов.

щей лучистый энергообмен $\mathbf{X}_v = -\nabla(A_v v)$. Отсюда следует, что нарушить условия «радиантного» равновесия можно, искусственно понизив амплитуду или частоту собственных колебаний в веществе, взаимодействующим с эфиром. Поскольку время релаксации вещества очень мала в связи с высокой скоростью переноса лучистой энергии, нарушить его равновесие с эфиром можно, только осуществляя сверхбыстрое воздействие на вещество (применением различного рода разрядников, кавитацией, ультразвуком, высокочастотными электролизом, электровзрывом и т.п.). Это и происходит, по-видимому, в «сверхединичных» устройствах (с КПД выше 100%), наиболее вероятным источником энергии которых является эфир [26].

Существование в эфире незатухающих колебаний плотности делает его носителем собственной (внутренней) энергии, не зависящей от наличия каких-либо иных полей. Поэтому подмена эфира неким «электромагнитным полем», якобы не зависящим от источников, не имеет под собой реальной почвы. С позиций классической (доквантовой) физики единственной субстанцией, обладающей помимо вещества собственной энергией, является эфир. Приведенные здесь термодинамические аргументы, не опирающиеся на какие-либо гипотезы и постулаты, являются существенной поддержкой сторонников реабилитации эфира, продолжающих делать это на основании каких-либо его моделей [7,27,28 и др.].

6. Эфирно-солитонная концепция вещества. Экспериментальное обнаружение неэлектромагнитной составляющей оптического диапазона излучения и «тонких физических полей» [27] порождает тенденцию современной физики представить весь материальный мир как волны и только как волны. Волновой концепции материи придерживался, в частности, один из столпов квантовой механики Шрёдингер, который писал: «...вообще существуют только волны. Как свет, так и то, что раньше принималось за частицы, на самом деле являются волнами. Значит, вообще не существует частиц, и материю, которую раньше считали состоящей из частиц, мы должны представить себе как состоящую из волн. Это в значительной степени способствовало бы достижению единства нашей картины мира» [30, с.17]. Веским экспериментальным доказательством волновой природы вещества является рождение электрон-позитронных пар из физического вакуума и их обратное превращением в гамма-излучение.

Соответствующая такому представлению волновая теория строения вещества представляет прямую угрозу кажущимся незыблемыми «атомистическим» представлениям древности. Это относится и к гипотезе квантов М. Планка, предложившего модель вещества (в т.ч. полости абсолютно черного тела) как осциллятора, который может находиться только в определенных дискретных состояниях с энергиями $\epsilon_n = nh\nu$, где $n = 1, 2, \dots$ – целочисленное неотрицательное число, названное впоследствии квантовым. Эта модель квантовала *энергию* как *функцию состояния*, а не только сам *процесс* излучения, что было бы более естественным ввиду дискретности любой волны. Поэтому представляет немалый интерес вывод закона излучения Планка из первых принципов энергодинамики, исходящей из необходимости различать интенсивные и экстенсивные свойства потоков энергии и не опирающейся на какие-либо гипотезы и постулаты. Согласно незыблемому закону сохранения, энергия атомов остается неизменной, если движение его орбитальных электронов происходит под действием только внутренних (центральных) сил, исходящих из их ядра. Следовательно, излучение телом энергии возникает только в том случае, если на его атомы действуют сторонние (нецентральные) силы \mathbf{F} , исходящие из окружающей среды (эфира). Когда направление этих сил \mathbf{F} совпадает с направлением скорости \mathbf{v} движения орбитальных электронов ($\mathbf{F} \cdot \mathbf{v} > 0$), возникает их ускорение. В противном случае ($\mathbf{F} \cdot \mathbf{v} < 0$) электроны испытывают кратковременное торможение, длительность которого также определяется полупериодом колебания эфира на резонансной частоте атомного осциллятора. При таком торможении возникает единичное возмущение эфира, которое распространяется в нем в виде волны. Совокупность возмущений, исходящих от множества атомов и их

орбитальных электронов, и образует спектр излучения данного тела. Ввиду того, что процесс торможения или ускорения электронов кратковременен, сопровождающий его процесс излучения и поглощения атомами энергии также приобретает дискретный характер. С этих позиций квантовая природа излучения обусловлена самим характером волнового процесса и отнюдь не противоречит классической механике.

Очевидно, что если период колебания эфира больше времени обращения какого-либо орбитального электрона, его торможение отсутствует или наступает в среднем за два, три и более оборота электрона. Такие орбиты остаются в течение некоторого времени невозмущенными (устойчивыми). Однако по мере увеличения частоты ν электроны успевают претерпеть за один виток своей орбиты уже не один, а множество актов торможения или ускорения под действием силы F . Соответствующее число раз происходит и изменение их траектории (ее «размазывание»). При таком подходе частота излучения ν приобретает смысл числа актов торможения или ускорения орбитальных электронов в единицу времени. Это и является действительной причиной появления спектральных серий, дискретности энергии электрона на ней, скачкообразного изменения размеров атома и т.п. При этом устраняется и противоречие гипотезы Планка $\epsilon_n = nh\nu$ выражению (13), согласно которому интенсивность излучения пропорциональна второй, а не первой степени частоты [31].

Серьезную поддержку получает такая трактовка процесса излучения с позиций эфирно-солитонной концепции строения материи, которая представляет как вещество, так и излучение состоящим из солитонов (локализованных в пространстве структурно устойчивых частицеподобных волн). Эта теория не нуждается в постулировании дуализма «волна-частица» (ибо солитон и есть волна со свойствами частицы); в ней нет противопоставления эфира веществу (ибо оно отличается лишь наличием границ), для нее излишни специфические квантовые представления (ибо солитон и его энергия заведомо дискретны) [32].

Интерес к волновой теории строения вещества существенно возрастает по мере увеличения числа объектов, подпадающих под определение солитона. Ранее считалось, что структурная устойчивость уединенной волны обусловлена исключительно компенсацией «расползания» волны нелинейной зависимостью скорости перемещения ее фронта от высоты (амплитуды) волны (дисперсией света). Однако в эфире, где диссипация отсутствует, структурная устойчивость волны обеспечивается и в отсутствие дисперсии ее скорости, в том числе и в случае равенства этой скорости нулю [33].

Представление гармонической волны как последовательности солитонов (их потока j_c), позволяет выразить поток лучистой энергии прямой пропорциональной зависимостью $j_e = h_c j_c$ с коэффициентом пропорциональности h_c , имеющим размерность действия (Дж·с) и величину, много меньшую постоянной Планка. При этом фотон приобретает смысл волнового пакета солитонов с амплитудой, спадающей до нуля на его концах (где $\mathbf{F} \cdot \mathbf{v} = 0$)¹⁾, и с числом солитонов, равном числу актов торможения электронов на одном витке его замкнутой или незамкнутой орбиты. Тем самым отпадает необходимость в постулатах Планка и Бора, а солитон как среднестатистический квант действия приобретает простой физический смысл. Такой подход предотвращает возникновение «ультрафиолетовой катастрофы» тем, что с увеличением частоты волны не только уменьшается ее амплитуда (при сохранении формы волны), но и относительная доля волн с большой амплитудой. В таком случае закон излучения М. Планка удается получить в рамках волновой механики как раздела классической физики [34].

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости ревизии аксиоматических представлений современной физики и делает целесообразным возврат (по крайней мере в классической физике) к концепции эфира. К этому побуждает и запоздалое признание А.Эйнштейна в том, что согласно его убеждению поле отнюдь не вид материи, а её свойство, «ибо поле не обладает совокупностью свойств, присущих материи, а является средством взаимодействия материальных систем» [9]. При этом уже не достаточно определе-

¹⁾ Это и обуславливает восприятие фотона щелчком детектора как неделимого кванта излучения.

ния поля как области пространства, в котором обнаруживаются какие-либо силы, поскольку наряду с силовыми (векторными) полями современная физика рассматривает скалярные и тензорные поля температур, давлений, концентраций, скоростей, деформаций и других свойств материальных тел.

Наиболее общая позиция сводится к пониманию поля как удобной математической функции, определяющей зависимость какой-либо величины от положения в пространстве. Этим взглядам придерживался и Р.Фейнман, который считал, что «реальное поле – это математическая функция, которая используется нами, чтобы избежать представления о дальнем действии» [35]. При таком подходе любое (скалярное, векторное или тензорное) поле рассматривается как *свойство* материи, а не ее разновидность. В частности, силовое поле (гравитационное, электростатическое, электродинамическое (магнитное), сильное, слабое, торсионное и т.п.), понимается как напряженное состояние эфира.

В соответствии с этим появляется возможность логически непротиворечиво разделить материю на *вещество* – структурированную (дискретную) часть материи, занимающую только часть пространства и потому имеющую границы, и *эфир* – бесструктурную часть материи, непрерывно заполняющую все пространство и потому не имеющую границ. Такой подход позволяет рассматривать эфир как неперемнную компоненту любой материальной системы.

Остается надеяться, что постепенное накопление «критической массы» экспериментальных данных вынудит научную общественность пересмотреть установившиеся взгляды на природу «невещественной» формы энергии и более внимательно отнестись к возможности ее использования.

Литература

1. Философский словарь. Изд. 4-е. -М.: Политиздат, 1981. - 445 с.
2. Уиттекер Э. История теории эфира и электричества. – Москва – Ижевск, 2001. 512 с.
3. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству, т.1–3.М., 1947–1959.
4. Максвелл Дж. К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля: Пер. с англ.- М.: Гостехтеориздат, 1952.
5. Герц Г. Об электродинамических волнах в воздухе и их отражении. //Ann. der Ph., В. 34, s. 609...623. (Пер. с нем. в сб. под ред. Г.М. Голина и С.Р. Филоновича «Классики Физической науки»), Высшая школа, 1989.Тесла Н. Лекции. Статьи. – М., Tesla Print.- 2003. - 386 с.
6. Тесла Н. Лекции. Статьи. – М., Tesla Print.- 2003. - 386 с.
7. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика.- М. Энергоиздат, 1990.
8. Эйнштейн А. Об эфире. 1924 г. Собрание научных трудов. М.: Наука. 1966. Т. 2. С. 160.
9. Мигдал А.Б. Квантовая физика для больших и маленьких. – М.: Наука, 1989.- 144 с.
10. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики – развитие идей от первоначальных понятий до теории. – М.: Наука, 1965.
11. Тамм И.Е. Основы теории электричества. – М. «Наука», 1976.- 616 с.
12. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии).- СПб, Наука, 2008. 409 с.
13. Эткин В.А. Энергодинамический вывод уравнений Максвелла. // Доклады независимых авторов. 2013. – Вып. 23.- С. 165-168.
14. Базаров И.П. Термодинамика. Изд.4-е. М.Высшая школа, 1991.
15. Хаазе Р. Термодинамика необратимых процессов. Пер.с англ. – М.: мир, 1964. 544 с.
16. Эткин В.А. О неполноте уравнений Максвелла. <http://do.gendocs.ru/docs/index-120618.html>.

17. *Эткин В.А.* Описывают ли уравнения Максвелла электромагнитное поле? <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12201.html>. 2.09.2012.
18. *Эткин В.А.* Описывает ли вектор Пойнтинга поток электромагнитной энергии? <http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12299.html>. 18.10.2012.
19. *Эткин В.А.* О неэлектромагнитной природе света. // Доклады независимых авторов. 2013. – Вып. 24. С. 160...187.
20. *Эткин В.А.* Эквивалентны ли масса и энергия? [viXra:1205.0049](https://arxiv.org/abs/1205.0049).
21. *Эткин В.А.* О радиантной энергии. <http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12319.html>. 25.10.2012.
22. *Томсон Дж. Дж.* Взаимоотношения между материей и эфиром по новейшим исследованиям в области электричества: Пер. с англ./ Под ред. И. И. Боргмана. СПб.: Изд-во "Естествоиспытатель". 1910. 23 с.
23. *Лоренц Г.А.* Теории и модели эфира: Пер. с англ./ Под ред. А.К. Тимирязева. М.-Л.: ОНТИ, 1936.
24. *Эткин В.А.* Нетривиальные следствия системного подхода в физике. // Системные исследования и управление открытыми системами, 2006. – Вып.2. – С.39–44.
25. *Эткин В.А.* О потенциале и движущей силе лучистого теплообмена. // Вестник Дома ученых Хайфы, 2010.–Т.ХХ. – С.2-6.
26. *Эткин В.А.* Теоретические основы бестопливной энергетики. – Канада, «Altaspera», 2013. 155 с.
27. *Хайдаров К.А.* Эфирная механика. <http://n-t.ru/tp/ns/em.htm>.
28. *Горбачевич Ф. Ф.* – Основы теории непустого вакуума. - Аппатиты, 1998.
29. *Эткин В.А.* О неэлектромагнитной природе света. // Доклады независимых авторов. 2013. – Вып. 24. С. 160...187.
30. *Шредингер Э.* Новые пути в физике. – М.: Наука, 1971. – 428 с.
31. *Эткин В.А.* О законе излучения Планка. // Вестник Дома ученых Хайфы, 2008. –Т.16. – С.12-17.
32. *Эткин В.А.* Энергия колебаний эфира. http://samlib.ru/editors/e/etkin_w_a/energijakolebaniyefira.shtml. 16.05.2013.
33. *Эткин В.А.* От фотонов – к солитонам. <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11812.html>. 19.02.2012.
34. *Эткин В.А.* О законе излучения Планка. // Вестник Дома ученых Хайфы, 2008. –Т.16. – С.12-17.
35. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. М.: Мир, 1966. С.15).