

# МЕТАФИЗИКА СВЕТА И СОВРЕМЕННОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

## ОТ МЕТАФИЗИКИ СВЕТА К ФИЗИКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ю.С. Владимиров

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Институт гравитации и космологии РУДН*

Предлагается обобщение и реализация идей, давно обсуждаемых в рамках метафизики света. Во-первых, предлагается обобщение понятия света на все электромагнитное излучение. Во-вторых, высказывается идея, что электромагнитное излучение не только обеспечивает информацию об окружающем мире, но и ответственно за образование понятий пространства и времени. Приводится ряд свидетельств в пользу данного утверждения в виде идей Р. Фейнмана, Я.И. Френкеля, идеи о макроскопической природе пространства и времени, принципа Маха и т.д.

**Ключевые слова:** метафизика света, реляционно-статистическая парадигма, концепция дальнего действия, принцип Маха, макроскопическая природа пространства-времени, электромагнитное излучение.

### Введение

В ряде наших работ [1; 2], в том числе и в статьях данного журнала [3; 4], обсуждалась идея описания физического мироздания на базе идей реляционно-статистической парадигмы, отстаивавшейся в свое время в работах Г. Лейбница, Р.И. Бошковича, Э. Маха и ряда других мыслителей как далекого прошлого, так и настоящего.

Реляционно-статистическая парадигма опирается на три фактора: 1) реляционное понимание природы пространства-времени, 2) описание физических взаимодействий в рамках концепции дальнего действия и 3) принцип Маха, понимаемый как обусловленность локальных свойств систем глобальными свойствами окружающего мира.

Реляционное понимание природы пространства-времени существенно отличается от общепринятых представлений о классическом пространстве-времени как об априорно заданном фоне, на котором строится вся современная физика: пишутся лагранжианы, дифференциальные уравнения движений, применяются вариационные принципы и т.д. Согласно взглядам Г. Лейбница и Э. Маха, пространство и время не являются самостоятельными физическими категориями, а представляют собой абстракции от отношений между реально существующими материальными объектами и событиями с их участием.

В связи с этим приведем высказывание А. Эйнштейна о позиции Маха: «Мах в девятнадцатом столетии был единственным, кто серьезно думал об исключении понятия пространства, которое он пытался заменить представлением о всей сумме расстояний между всеми материальными точками [5. С. 749].

В настоящее время уже поставлена задача вывода классических пространственно-временных представлений из некоей системы более элементарных закономерностей, присущих физике микромира, вместо продолжения подкладывать пространство-время под все физические построения (теории).

Если нет непрерывного пространственно-временного фона, то сразу же становятся бессмысленными укоренившиеся представления о распространении по нему волновых полей, то есть становится несостоятельной вся концепция близкодействия, господствующая в современной физике. Это означает, что взаимодействия между физическими объектами должны описываться в рамках концепции дальнодействия. Эта концепция обсуждалась рядом авторов, в том числе А. Фоккером, Я.И. Френкелем, Р. Фейнманом, Ф. Хойлом и др. На ее основе было разработано несколько вариантов теории прямого межчастичного взаимодействия (см. в [6]).

Если в основу физического мироздания положены два отмеченных фактора, то становится естественной идея, в свое время высказанная Г. Лейбницем, а затем представителями немецкой физической школы середины XIX века и Э. Махом, воспитанным на ее взглядах. Она состоит в необходимости учета влияния всего окружающего мира на поведение локальных систем. Напомним слова Э. Маха: «Даже в простейшем случае, в котором мы как будто занимаемся взаимодействием только *двух* масс, отвлечься от остального мира невозможно. Дело именно в том, что природа не начинает с элементов, как мы вынуждены начинать. Для нас во всяком случае счастье то, что мы в состоянии временами отвлечь наш взор от огромного целого и сосредоточиться на отдельных частях его. Но мы не должны упускать из виду, что необходимо впоследствии дополнить и исправить дальнейшими исследованиями то, что мы временно оставили без внимания» [7. С. 199]. Напомним, что эти идеи в ранг принципа Маха возвел А. Эйнштейн в своей работе по основаниям общей теории относительности [8]. Однако, как вскоре выяснилось, что в ОТО принцип Маха не выполняется.

Ряд авторов пытался реализовать принцип Маха в рамках существующих теорий геометрической и теоретико-полевой парадигм. Здесь можно назвать работу Дж. Уилера [9], специально посвященную этому вопросу, а также работы Р. Фейнмана, Р. Дикке, Дж. Нарликара [10] и ряда других авторов. Некоторые успехи на этом пути были достигнуты, однако в полной мере этого пока не удалось сделать.

В данной работе предлагается решение данной проблемы в тесном созвучии с идеями, обсуждавшимися еще в глубокой древности, затем настойчиво привлекавшими к себе внимание в Средние века, потом в Новое время и порой упоминающимися в наши дни. Эти идеи уже в XX веке были отнесены к **метафизике света**. Однако в работах на эту тему, во-первых, речь шла о видимом свете, а на самом деле следует говорить более широко – о всем электромагнитном излучении, во-вторых, следовало иметь в виду не только получение с его помощью информации об окружающем мире, но нечто более важное, что многие века оставалось без должного внимания. Оказывается, есть достаточно оснований утверждать, что **испущенное, но еще не поглощенное электромагнитное излучение формирует ключевые понятия окружающего мира**, такие как расстояния между материальными объектами, их импульсы и многое другое.

В следующих разделах этой статьи приводится совокупность свидетельств в пользу данного утверждения.

### 1. Фейнмановская интерпретация принципа Гюйгенса

В настоящее время большинство физиков соглашается с мыслью, что классические пространственно-временные представления теряют силу в глубоком микромире. Только обсуждается вопрос, на каких масштабах это происходит. Полагается, что от ответа на него зависит поиск новых закономерностей. Однако имеются достаточно веские основания полагать, что ситуация более серьезна – поиск самостоятельной системы закономерностей для физики микромира не ограничивается малыми масштабами. Волновые свойства света и микрочастиц явно сказываются в масштабах макромира, о чем свидетельствуют явления дифракции и интерференции электромагнитного излучения (света) и микрочастиц.

Как известно, происхождение дифракционной картины, возникающей при прохождении света через щели решетки, обычно объясняется на основе принципа Гюйгенса. Он состоит в процедуре сложения фазовых вкладов в произвольной точке экрана от фиктивных источников света, распределенных в щелях решетки.

Однако Р. Фейнман в своих «Фейнмановских лекциях по физике» дал иное, реляционное толкование происхождения дифракционной картины. Он писал: «Дифрагированная волна выглядит так, как будто источником служит дырка в экране. Мы должны выяснить причину этого явления, ведь на самом

деле именно в дырке *нет* источников, *нет* никаких зарядов, движущихся с ускорением» [11. С. 98].

Фейнман дал достаточно четкое разъяснение этого обстоятельства с позиций концепции дальнего действия. Он предложил называть электромагнитное воздействие источника  $S$  на возможный поглотитель  $P$ , как это принято, термином «поле», но только заключать его в кавычки<sup>1</sup>, которые должны напоминать, что о «поле» можно говорить только в тех местах, где имеется возможный приемник, и его нет в точках пустого пространства. Он предложил сравнить «поле» в точке  $P$  в двух ситуациях: а) когда отверстия в экране закрыты крышками, так что экран непрозрачен для света, и б) когда крышки убраны.

**А. Отверстия в экране закрыты крышками.** Согласно теории прямого межчастичного взаимодействия, «поле» в точке  $P$  складывается, во-первых, из «поля»  $F_S$ , создаваемого источником  $S$ , с некоторым запаздыванием по фазе, и, во-вторых, из переизлученных «полей»  $F_R$  и  $F_K$  от всех зарядов в экране  $R$  и в крышках  $K$ . Поскольку экран с крышками непрозрачен для света, то, очевидно, «поле»  $F_P$  равно нулю:  $F_P = F_S + F_R + F_K = 0$ , то есть «поле» источника *в точности компенсируется* переизлученными «полями» от всех атомов, составляющих экран и крышки.

**Б. Крышки убраны,** то есть имеет место обычное явление дифракции света на экране с отверстиями. В этом случае «поле»  $F'_P$  в точке  $P$  отлично от нуля и, согласно общим принципам теории прямого межчастичного взаимодействия, складывается из «поля»  $F_S$  источника и переизлученных «полей»  $F'_R$  атомами экрана (макроприбора), то есть имеем  $F'_P = F_S + F'_R$ .

Если отверстия достаточно велики, то можно положить, что переизлученные «поля» от экрана в обоих случаях одинаковы:  $F_R = F'_R$ . Вычитая из одного соотношения другое, имеем:  $F'_P = (F'_R - F_R) - F_K = -F_K$ .

Фейнман следующим образом интерпретирует это соотношение: «Мы приходим к выводу, что “поле” в точке  $P$  *при открытых отверстиях* (случай Б. равно (с точностью до знака) «полю», создаваемому *той частью* сплошного экрана, которая *находится на месте отверстий!* (Знак нас не интересует, поскольку обычно имеют дело с интенсивностью, пропорциональной квадрату поля.) Этот результат не только справедлив (в приближении не очень малых отверстий), но и важен; кроме всего прочего, он подтверждает справедливость обычной теории дифракции» [11. С. 100].

Таким образом, общепринятое объяснение дифракции света на основе принципа Гюйгенса в теории поля оказывается согласованным с описанием этого явления в рамках реляционной теории (концепции дальнего действия).

Из рассуждений Фейнмана можно сделать также два других более существенных вывода.

Во-первых, рассуждения Фейнмана явно демонстрируют, что явления дифракции и интерференции можно трактовать как тот факт, что **испущен-**

<sup>1</sup> Р. Фейнман в своей Нобелевской лекции называл это «поле» – «полем Френкеля».

**ное электромагнитное излучение устанавливает некие отношения не только между излучателем и приемником, но и между всеми возможными поглотителями.**

При этом возникает законный вопрос: устанавливаемые отношения между возможными поглотителями только вносят вклад в амплитуду наблюдаемого процесса поглощения света или играют еще какую-то роль в мироздании?

Во-вторых, вскрывается тот факт, что **взаимодействие (отношение) между источником излучения и его приемником существенно зависит от распределения окружающих материальных объектов.** Но это как раз в какой-то степени и соответствует содержанию принципа Маха – локальные свойства систем (в данном случае значение амплитуды вероятности) зависят от свойств окружающего мира!

Отметим, что волновые свойства массивных микрочастиц принято рассматривать по аналогии с электромагнитными волнами, то есть описывать дифракцию на решетке также на основе классического принципа Гюйгенса. Тогда рассуждения Фейнмана можно распространить и на явление дифракции массивных частиц, что позволяет интерпретировать происхождение дифракционной картины через отношения частиц к реальным атомам дифракционной решетки.

## **2. Концепция дальнего действия и электромагнитное излучение**

В качестве следующего важного свидетельства назовем идеи, высказанные во время диспута в Ленинградском политехническом институте в 1930 году, на котором обсуждался вопрос о выборе одной из двух концепций описания электромагнитных взаимодействий: ближнего действия или дальнего действия [12]. В этом диспуте, проходившем под руководством академика А.Ф. Иоффе, участвовал П. Эренфест и ряд ведущих физиков и философов Советского Союза. Две стороны этого диспута представляли члены-корреспонденты АН СССР Я.И. Френкель и В.Ф. Миткевич. Френкель отстаивал концепцию дальнего действия, а Миткевич – концепцию ближнего действия.

Как нам представляется, наиболее существенным был принципиально важный вопрос, заданный Я.И. Френкелю его оппонентом (Миткевичем): «Допустим, что радиостанция “А” в некоторый момент времени начинает генерировать очень мощное излучение, распространяющееся на колоссальное расстояние. Возьмем расстояние столь большое, что оно проходится электромагнитным излучением в десять лет, пока оно не дойдет до некоторого удаленного радиоприемника “В”. Предположим, что после того, как радиостанция “А” уже поработала, мы ее совершенно уничтожим. Допустим, что радиоприемник “В” в момент излучения может даже не существовать и лишь потом, в конце десятого года, мы можем успеть построить приемную систему. Через десять лет излученная электромагнитная энергия бу-

дет принята системой “В”. А в промежутке, в течение десяти лет, где находилась излученная энергия, где находился физический агент, который должен в конце концов воздействовать на приемник “В”? С точки зрения Я.И. Френкеля, **нигде**. Такое объяснение физически не допустимо» [12. С. 54–55]. Другими словами, вопрос сводился к следующему: если принять концепцию дальнего действия, то где локализована энергия испущенного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения?

Ответ Я.И. Френкеля был весьма своеобразным: «С точки зрения непосредственного действия элементов заряда друг на друга, без торгового посредника, которым является поле, – с этой точки зрения энергия нигде не находится, представляя собой нелокализуемую физическую величину. С точки зрения непосредственного действия электронов друг на друга, энергия их нигде не сосредоточена. <...> При этом можно сказать, что энергия находится всюду, во всем пространстве. Аналогичным образом, и в таком же самом смысле можно сказать, что энергия электрического тока находится либо нигде, либо во всем пространстве, в зависимости от того, рассматриваем ли мы взаимодействие между движущимися зарядами, как непосредственное действие, пропорциональное величине зарядов и их скоростям, или же рассматривается это взаимодействие при помощи промежуточного понятия поля» [12. С. 27–28].

С точки зрения последовательного реляционного подхода оба варианта утверждений Френкеля не выдерживают критики. Относительно первого, что «нигде», следует согласиться с Миткевичем, а относительно второго, что «энергия излучения находится во всем пространстве», следует сделать разъяснения с учетом первой составляющей реляционного подхода. Как уже отмечалось, в этом подходе пространство-время не является априорно заданной сущностью (фоном), а заменяется на совокупность отношений между объектами, в данном случае между зарядами. Следовательно, утверждение, что «электромагнитная энергия находится во всем пространстве» следует трактовать так, что она **распределена в отношениях между всеми зарядами – возможными поглотителями**. Ничего другого в данном подходе не остается. Напомним, что в более поздних работах Р. Фейнмана и Дж. Уилера утверждалось, что не может быть излучения, если нет его возможных поглотителей.

### 3. Макроскопическая природа пространства-времени

Третьим серьезным доводом в пользу обусловленности метрики совокупностью вкладов из «моря» излученного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения является идея о макроскопической (статистической) природе классических пространственно-временных понятий.

Сегодня трудно сказать, кому принадлежит приоритет выдвижения идеи о происхождении классических понятий в результате суммирования огромного количества неких микрофакторов. В связи с этим приведем вы-

сказывание по этому вопросу Б. Римана в середине XIX века: «Или то реальное, что создает идею пространства, образует дискретное многообразие, или же нужно пытаться объяснить возникновение метрических отношений чем-то внешним – силами связи, действующими на это реальное» [13].

В середине XX века более определенно высказывался нидерландский математик Ван Данциг: «Можно считать метрику описанием некоторого “нормального” состояния материи (включая излучение) и дать ей статистическую интерпретацию как некоторое усреднение физических характеристик окружающих событий, вместо того чтобы класть ее в основание всей физики» [14].

Приведем также высказывание отечественного математика П.К. Рашевского: «Между тем трудно сомневаться в том, что макроскопические понятия, в том числе и наши пространственно-временные представления, на самом деле уходят своими корнями в микромир. Когда-нибудь они должны быть раскрыты как некоторый статистический итог, вытекающий из закономерностей этого мира – далеко еще не разгаданных – при суммарном наблюдении огромного числа микроявлений» [15. С. 258].

Рашевский неоднократно обращался к этой идее. Так, свой капитальный труд «Риманова геометрия и тензорный анализ» он завершает словами: «Возможно, что и сам четырехмерный пространственно-временной континуум с его геометрическими свойствами окажется в конечном счете образованием, имеющим статистический характер и возникающим на основе большого числа простейших физических взаимодействий элементарных частиц. Но, конечно, подходы к этому вопросу должны носить совсем иной характер, поскольку они должны базироваться на квантовой механике – теории совершенно иного стиля, чем теория относительности» [15. С. 658].

Добавим к этому еще более определенные высказывания физиков-теоретиков второй половины XX века. Так, американский физик-теоретик Е. Циммерман в своей работе с характерным названием «Макроскопическая природа пространства-времени» писал: «...микроскопические системы взаимодействуют способами, которые также должны описываться абстрактно, то есть без ссылок на пространство и время. Когда огромное число таких микроскопических систем взаимодействует, простейший и самый фундаментальный результат состоит в создании пространственно-временного каркаса, который придает законность классическим представлениям о пространстве и времени, но лишь на макроскопическом уровне» [16].

Можно существенно продолжить приведение высказываний такого рода, в разное время сделанных и другими известными авторами. Особенно следует отметить работы Р. Пенроуза, который в последней трети XX века предпринял реальную попытку вывести модель классического пространства-времени из физики микромира на основе специально развитой для этой цели твисторной программы. В одной из статей Р. Пенроуза с сотрудниками писалось: «В предшествующих работах (Р. Пенроуза. – Ю.В.) было показано, что можно ввести понятие евклидова пространства, исходя из предела веро-

ятности взаимодействия большой сети частиц, квазистатически обменивающихся спинами. При таком подходе евклидова структура возникает из комбинаторных правил, которым удовлетворяет полный угловой момент в релятивистской квантовой механике. <...> Мы надеемся, что развитие твисторной теории приведет в конечном счете к построению лоренцевых многообразий, которые будут служить моделями пространства-времени» [17. С. 132]. Однако, как признался Пенроуз в беседе с автором, ему пока так и не удалось решить поставленную задачу на основе своей теории твисторов.

К концу XX века и на рубеже XX и XXI веков высказывания о необходимости реализации идеи о макроскопической природе пространства-времени звучали более настойчиво. Все это показывает, что здесь речь идет о необходимости решения давно назревшей проблемы.

Однако следует заметить, что подавляющее большинство авторов, писавших о макроскопической природе понятий пространства и времени, не указывали достаточно определенно микрофакторы, влияния которых подлежат суммированию. В обсуждаемом здесь реляционно-статистическом подходе таковыми предлагается считать вклады из «моря» испущенного внешним миром, но еще не поглощенного электромагнитного излучения.

#### 4. Какова природа квантовых ансамблей?

Если уже остро поставлен вопрос о статистической (макроскопической) природе классических понятий пространства и времени, то аналогичный вопрос о природе статистического характера понятий квантовой механики встал сразу же после ее создания. Так, А. Эйнштейн полагал, что в квантовой механике волновая «функция ни в коем случае не описывает состояние, свойственное одной единственной системе; она относится скорее к нескольким системам, то есть к «ансамблю систем», в смысле статистической механики. <...> Тот факт, что квантовая механика позволяет столь просто получить выводы, касающиеся прерывных переходов (кажущихся) из одного общего состояния в другое, не давая физически представления об отдельных процессах, связан с другим фактом, а именно, что теория в действительности оперирует не с отдельной системой, а с ансамблем систем» [18. С. 55].

Позже об этом писали другие авторы. Так, академик Л.И. Мандельштам в своих «Лекциях по квантовой механике» отмечал: «В обоих случаях, и в классической теории, и в квантовой механике мы имеем дело с большой совокупностью элементов с некоторым признаком. Назовем эту совокупность, над которой продельвается статистическая обработка, коллективом. Коллектив должен быть как-то выделен, иначе теряет смысл постановка любого вопроса о нем. Так вот, говорят, что  $\psi^2$  – вероятность. Но в каком коллективе? Если это не указать, то возможны всякие неясности и парадоксы» [19. С. 332].

Далее можно процитировать аналогичные высказывания Д.И. Блохинцева [20] и ряда других авторов. Конечно, при этом имеются в виду не те

авторы, которые выступают за неоклассическую теорию «скрытых параметров». Возврата к классическим представлениям в физике микромира не будет. Однако авторы, выступающие за раскрытие сущности квантовомеханических ансамблей, либо оставляют этот вопрос неясным, либо с их доводами трудно согласиться полностью.

## 5. Принцип Маха

Изложенные идеи самым непосредственным образом свидетельствуют о проявлениях принципа Маха в формировании основных понятий окружающего мира. Согласно взглядам Маха, физический мир представлялся единым неразрывным целым, так что свойства его отдельных частей, обычно понимаемые как локальные (присущие отдельно взятым частицам или системам), на самом деле обусловлены распределением всей материи мира, или, точнее, глобальными свойствами Вселенной.

Аналогичное утверждал и А. Пуанкаре: «Все части мира связаны между собой, и как ни далек Сириус, он все-таки несколько действует на то, что происходит у нас» [21]. Позже об этом писали А. Эйнштейн, введший сам термин «принцип Маха», Ф. Хойл, Дж. Нарликар, Дж. Уилер и ряд других известных авторов. Так, Уилер во время пребывания в Москве в 1971 году на стене кафедры теоретической физики физфака МГУ написал слова: «Не может быть физики элементарных частиц, имеющей дело лишь с самими элементарными частицами». Из беседы с ним следовало, что здесь он имел в виду учет всего окружающего мира, то есть учет принципа Маха.

Однако тут же встает вопрос, как технически реализовать учет принципа Маха? Эйнштейн некоторое время полагал, что принцип Маха уже содержится в основании созданной им общей теории относительности, но вскоре понял, что это не так. Лишь косвенно можно согласиться с этим, имея в виду, что Сириус и другие далекие объекты Вселенной как-то влияют на нас гравитационным образом.

В наших работах, выполненных в рамках теорий прямого межчастичного электромагнитного и гравитационного взаимодействий (в рамках унарной реляционной парадигмы), было показано [2], что **гравитация представляет собой своеобразное квадратичное проявление прямых электромагнитных взаимодействий.**

В связи с этим уместно напомнить, что на протяжении большей части XX столетия происходил напряженный поиск более тесной связи гравитационных взаимодействий и всей геометрической парадигмы с электромагнетизмом. В геометрической парадигме она была явно вскрыта в рамках 5-мерной теории Т. Калуцы и в ряде вариантов ее обобщений.

Значительное внимание связи гравитации и электромагнетизма уделял в своих исследованиях Г. Вейль. Для решения этой проблемы он разработал обобщение геометрии Римана – открыл так называемую геометрию с неметричностью, ныне именуемую геометрией Вейля. Ее характерным свойством

является изменение длин векторов при параллельном переносе, что Вейль предложил считать обусловленным электромагнитным полем. Однако, на наш взгляд, Вейлю следовало «копнуть» глубже – объявить, что само понятие длины обусловлено электромагнетизмом.

Если согласиться с тем, что гравитация представляет собой своеобразный квадрат электромагнетизма, то встает другой вопрос: ограничиваются ли электромагнитные влияния на нас только через свою квадратичность в виде гравитации или имеются какие-то другие формы его воздействий?

## 6. «Метафизика электромагнитного излучения»

Исходя из совокупности изложенных идей, в рамках последовательного реляционного подхода можно сделать следующий вывод: поскольку в реляционной парадигме нет самостоятельной категории пространства-времени, а вместо него выступает совокупность отношений между материальными объектами (зарядами), а кроме того, имеется «море» испущенного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения, то возникают веские основания выдвинуть идею, что **испущенное, но еще не поглощенное электромагнитное излучение участвует в формировании самой идеи пространственно-временных отношений**. Более того, можно высказать даже более сильное утверждение, что именно **испущенное, но не поглощенное электромагнитное излучение, ответственно за формирование классического пространства-времени**.

Близкая идея высказывалась нидерландским математиком Д. Ван Данцигом (1900–1959) в его статье «О соотношении геометрии и физики и концепция пространства-времени», где он писал: «С давних пор считается, что понятия и теоремы геометрии являются предпосылками для использования в математических моделях физики. Причины преобладания такого отношения кажутся скорее порождениями истории и традиций, чем логики. Это остается верным для евклидовой и римановой геометрии, предложенной Эйнштейном в качестве модели гравитации, так же как и пятимерности и проективного обобщения, и более свежих общих линейных связностей, использовавшихся Эйнштейном и Шредингером. Недостаточно ясно, какие логические или эпистемологические преимущества у интерпретации части геометрического объекта, как, скажем, электромагнитного поля, а не наоборот» [14].

Другими словами, Ван Данциг ставил вопрос: почему физики нацелены на описание электромагнетизма через геометрические понятия, а не наоборот, – почему не стремятся вывести геометрию, исходя из понятий электромагнетизма? Фактически он писал, что нет каких-либо логических или эпистемологических запретов на постановку обратной задачи – вывода понятий классического пространства-времени из более элементарных понятий и закономерностей физики, которыми, в частности, являются электромагнитные взаимодействия.

Ван Данциг призывал «к построению более реалистичной модели физики, так называемой «модели вспышек», где материя представляется в виде конечного числа конечных групп элементарных событий, называемых вспышками, где конечные группы представляют импульс энергии, а также пространственно-временные отношения. Программа устранения из фундамента математической физики идеи пространственно-временного континуума и замены его на конечный набор дискретных событий с пространственно-временными отношениями между ними может быть поддержана теми аргументами, которые первоначально привели Эйнштейна к специальной и общей теории относительности» [14].

Это несомненный призыв к развитию реляционной парадигмы физического мироздания, в которой пространство-время не имеет статуса первичной категории, а представляет собой абстракцию от системы отношений между событиями (вспышками).

Особо важную роль при реализации данной программы играют волновые свойства света (электромагнитного излучения). Издавна они вызвали оживленные дискуссии. Следствием волновых свойств света является вероятностный характер его поведения – испущенное излучение может поглотиться разными объектами. Даже если излучение сфокусировано и нацелено на попадание в определенные объекты, то это связано с фазовыми влияниями (вкладами) на его поглощение теми или иными объектами со стороны фокусирующего устройства. Это свойство излучения обычно воспринималось как некое досадное свойство природы, которое объективно есть, и его необходимо учитывать и только. Однако, с точки зрения реляционного подхода, вероятностный характер поведения излучения является чрезвычайно важным обстоятельством, ответственным за возникновение классических пространственно-временных понятий. **Если бы волновых свойств излучения не было, то не было бы и понятий длин и общепринятых распределений объектов в пространстве.**

В реальном мире мы имеем дело не с одним испущенным излучением, а с огромной их совокупностью, обусловленной множеством происходящих в мире процессов взаимодействий. Это представляется достаточным основанием для утверждения, что **именно огромная совокупность актов излучения ответственна за макроскопическую природу пространственно-временных отношений.**

## 7. Экскурс в историю

Отметим, что мотивы изложенных выше идей высказывались давно, причем любопытные соображения можно найти в дошедших до нас сведениях даже из глубокой древности. Затем некоторые из этих идей развивались в средневековой арабской философии, а также некоторыми представителями европейской науки. В какой-то степени изложенное выше можно считать возрождением и развитием древних идей.

Позднее работы в области метафизики света разделились на три направления: естественнонаучное, морально-философское и религиозно-мистическое. Для рассматриваемой здесь проблемы главный интерес представляет естественнонаучное направление исследований. В его рамках было получено множество результатов о физических свойствах света, а затем уже была установлена связь с электромагнетизмом.

Истории развития представлений об электромагнетизме посвящено множество публикаций (см., например, [22]). Некоторые авторы предлагают считать начало науки об электричестве с труда В. Гильберта 1600 года, а наука о магнетизме возникла значительно раньше. Чрезвычайно важным достижением явилось открытие Ш.О. Кулоном в 1785 году формулы зависимости электрического поля от расстояния до источника (закона Кулона), которая была записана по аналогии с ранее установленным законом Ньютона для гравитации. Вскоре Кулоном же была записана аналогичная формула и для магнитных взаимодействий.

В течение последующего более чем столетия постепенно решался ряд задач как физического, так и метафизического характера. К ним, в частности, относился вопрос о сочетании классико-механических представлений о мироздании с закономерностями электрических взаимодействий. Важной вехой в развитии теории электромагнетизма явилось объединение электрических и магнитных взаимодействий в теорию электромагнетизма. Здесь важное значение имели работы Фарадея и Максвелла. Следующей вехой явилось открытие электромагнитной природы света.

Заметим, что в процессе развития теории электромагнетизма выдвигался и видоизменялся ряд сопутствующих метафизических идей, в частности, введение и постепенное объединение нескольких эфиров: электрического, магнитного, светового. Параллельно происходили дискуссии о выборе между концепциями дальнего действия и ближнего действия. Доминировала то одна из них, то другая. Так, в середине XIX века в немецкой физической школе доминировала концепция дальнего действия, а затем после работ Максвелла на первый план вышла английская физическая школа, опиравшаяся на концепцию ближнего действия. При этом также немаловажным был вопрос о том, какой тип дальнего действия использовать: распространявшийся с конечной или бесконечной скоростью.

Немаловажным фактором явился вопрос выбора подходящего математического аппарата, в частности, выход на использование дифференциальных уравнений второго порядка для электромагнитных потенциалов по образцу дифференциальной формы второго закона механики Ньютона.

В итоге к концу XIX века была сформулирована теория электромагнетизма, опирающаяся на представления о едином электромагнитном вакууме. В работе Вл.П. Визгина [22] этот период, длившийся примерно полтора десятилетия, был назван периодом развития электромагнитно-полевой программы (ЭПП). В ней исходной материальной сущностью считалась непрерывная субстанция – электромагнитное поле, которую именовали эфиром.

Движения этой субстанции описывались уравнениями Максвелла. Как пишет Визгин, «возникновение электромагнитно-полевой программы относится к 90-м годам XIX века и связано с именами Г. Герца, Х.А. Лоренца, Дж.Дж. Томсона, Дж. Лармора, О. Хевисайда, Э. Вихерта (открытие электромагнитных волн и электрона, концепция электромагнитной массы, разработка основ электронной теории и электродинамики движущихся тел и т. д.) Особенно важны в укреплении позиций ЭПП были опыты В. Кауфмана по исследованию зависимости массы электронов от скорости их движения, которые, как будто, подтверждали концепцию электромагнитной массы. Начало XX в. казалось временем триумфа ЭПП» [22. С. 10–11].

Отметим, что на протяжении нескольких веков альтернативой реляционной парадигме выступали представления о субстанциальной природе классического пространства, заполняемого или даже полностью отождествляемого с эфиром. В частности, Г. Вейль был горячим сторонником гипотезы эфира. Так он писал: «Неспроста великий немецкий поэт-романтик Гельдерин еще в начале XIX века посвятил “Отцу Эфиру” прекрасные “космические” песни. И для сегодняшней натурфилософии он остается великой загадкой; и для моего понимания, в том числе, грандиозное превосходство эфира над материей остается *глубочайшей* тайной» [23. С. 210].

Заметим, что ничто не мешает называть «океан» излученного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения электромагнитным эфиром в реляционно-статистической парадигме. Дело только в том, что сущность этого эфира принципиально отличается от представлений об эфире конца XIX века. Более того, этот подход значительно усиливает идею Вейля о роли электромагнетизма в «базовой мировой структуре».

Близкую точку зрения на понимание эфира можно усмотреть в высказываниях Николы Теслы. Он настаивал на существовании электромагнитного эфира. По этому вопросу он писал: «Экспериментируя с импульсами высоких напряжений, я сразу же стал глубоко размышлять над проблемой природы электрической материи и энергии. Вскоре мысли об океане волн электрической материи, заполняющей Вселенную, привели меня к новому физическому образу мирового электрического эфира. Уже в новом веке я смог развить эфирный принцип до такой степени, что получил новую динамическую теорию гравитации» (цит. по [24. С. 240]).

В первой трети XX века возникли теория относительности (сначала специальная, а затем и общая теория относительности), а также квантовая теория. Как известно, эти теории отвергли понятие электромагнитного эфира в прежнем его понимании, однако, на наш взгляд, эти новые программы не смогли подвергнуть сомнению важность и даже доминирующую роль электромагнетизма в структуре физического мироздания. Специальная теория относительности фактически связала теорию электромагнетизма со свойствами пространства-времени, а квантовая механика (особенно на первых этапах развития) лишь уточнила свойства электромагнетизма: открыла

дискретный характер электромагнитного излучения, а затем позволила описать особые закономерности электромагнитных взаимодействий в атомах.

### Заключение

До последнего времени метафизику было принято относить к сфере философии. Некоторые философы даже называли метафизику «теоретическим ядром философии» [25]. В настоящее время исследования в области фундаментальной теоретической физики тесно смыкаются с вопросами, ранее относимыми к сфере метафизики, более того, можно утверждать, что ряд метафизических идей принимают непосредственное физическое звучание.

При обсуждении подобных вопросов у многих вызывает желание увидеть за ними конкретные физические следствия. Укажем некоторые из них.

Прежде всего, отметим решения на базе реляционно-статистического подхода ряда фундаментальных проблем теоретической физики [2]:

- 1) обоснование 4-мерности классического пространства-времени;
- 2) обоснование сигнатуры (+ – – –) пространства-времени;
- 3) обоснование квадратичного мероопределения в используемой геометрии;
- 4) обоснование расслоенности пространства-времени на базу (координатное пространство) и слой (пространство скоростей).

Отметим, что на попытки решения этих проблем в XX веке были затрачены большие усилия.

В области физики микромира в рамках данного подхода были получены следующие результаты:

- 1) дано обоснование спинорного характера элементарных частиц в электродинамике [1; 2];
- 2) на основе рассмотренной в этой статье идеи о вкладах в отношения между микрообъектами со стороны мирового электромагнитного излучения была построена теория атомов без использования понятий пространства-времени и общепринятых уравнений Шредингера, Клейна–Фока или Дирака [26];
- 3) предложена реляционно-статистическая интерпретация квантовой механики;
- 4) для описания элементарных частиц, участвующих в сильных и электрослабых взаимодействиях, предложено использовать теорию 3-компонентных финслеровых спиноров [27].

Идея вывода классических пространственно-временных представлений из более элементарных закономерностей физики микромира открывает новые возможности для иного понимания ряда обсуждаемых ныне свойств астрофизических объектов и космологии, в частности, предлагается иная, реляционно-статистическая интерпретация космологического красного смещения [28], становятся естественными предложения в рамках MOND

(модифицированной ньютоновой динамики) в качестве альтернативы гипотезы темной материи [29] и многое другое.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимиров Ю.С.* Физика дальнего действия: Природа пространства-времени. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
2. *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница – Маха. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
3. *Владимиров Ю.С.* Проблема вывода классического пространства-времени из закономерностей физики микромира // *Метафизика*. – 2015. – № 2 (16). – С. 21–27.
4. *Владимиров Ю.С.* Реляционно-статистическая интерпретация квантовой механики // *Метафизика*. – 2015. – № 1 (15). – С. 10–24.
5. *Эйнштейн А.* Относительность и проблема пространства // *Собр. научных трудов*. – Т. 2. – М.: Наука, 1966.
6. *Владимиров Ю.С., Турыгин А.Ю.* Теория прямого межчастичного взаимодействия. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
7. *Мах Э.* Механика. Историко-критический очерк ее развития. – Ижевск: Ижевская республиканская типография, 2000.
8. *Эйнштейн А.* Принципиальное содержание общей теории относительности // *Собр. науч. трудов*. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 613–615.
9. *Уилер Дж.* Принцип Маха и граничные условия для уравнений Эйнштейна // *Гравитация и относительность*. – М.: Мир, 1965. – С. 468–536.
10. *Нарликар Дж.* Инерция и космология в теории относительности Эйнштейна // *Астрофизика, кванты и теория относительности: сб.* – М.: Мир, 1982. – С. 498–534.
11. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. – Т. 3: Излучение, волны, кванты. – М.: Мир, 1965.
12. Сборник «Природа электрического тока» (Беседы-диспут в Ленинградском политехническом институте). – М.-Л.: Изд-во Всесоюзного электротехнического общества, 1930.
13. *Риман Б.* О гипотезах, лежащих в основании геометрии // *Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб.* – М.: Мир, 1979. – С. 18–33.
14. *Данциг Ван Д. (Van Dantzig D.)* On the relation between geometry and physics and concept of space-time // *Funfzig Jahre Relativitätstheorie Konferenz Bern, Basel*. – 1955. – Bd. 1. – S. 569.
15. *Рашиевский П.К.* Риманова геометрия и тензорный анализ. – М.: Наука, 1967.
16. *Циммерман Е.Дж. (Zimmerman E.J.)* The macroscopic nature of space-time // *Amer. J. Phys.* – 1962. – Vol. 30. – P. 97–105.
17. *Пенроуз Р., Мак-Каллум М.А.Х.* Теория твисторов: подход к квантованию полей и пространства-времени // *Твисторы и калибровочные поля: сб.* – М.: Мир, 1983. – С. 131–224.
18. *Эйнштейн А.* Физика и реальность. – М.: Наука, 1965.
19. *Мандельштам Л.И.* Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. – М.: Наука, 1972.
20. *Блохинцев Д.И.* Пространство и время в микромире. – М.: Наука, 1970.
21. *Пуанкаре А.* О науке. – М.: Наука, 1983.
22. *Визгин Вл.П.* Единые теории поля в первой трети XX века. – М.: Наука, 1985.
23. *Вейль Г.* Бог и Вселенная // *Альманах «Метафизика. Век XXI»*. – М.: БИНОМ, 2011. – С. 209–210.
24. *Арсенов О.О.* Никола Тесла. Открытия реальные или мифические. – М.: Эксмо, 2010.

25. Миронов В.В. Становление и смысл философии как метафизики // Метафизика. Век XXI: сб. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – С. 18–40.
26. Владимиров Ю.С., Терещенко Д.А. Реляционно-статистическое обоснование O(4)-симметрии атома водорода // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия, 2016. – № 1 (14). – С. 43–53.
27. Владимиров Ю.С., Соловьев А.В. Финслеровы n-спиноры с комплексными компонентами // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. – 2009. – Т. 5. – № 2 (10). – С. 90–100.
28. Vladimirov Yu.S., Molchanov A.B. Relational interpretation of the cosmological redshift // Gravitation and Cosmology. – 2015. – Vol. 21. – No. 4. – P. 279–282.
29. Владимиров Ю.С., Ромашка М.Ю. Модифицированная ньютоновская динамика (MOND) и ее возможные интерпретации // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. – 2012. – Vol. 21. – № 1 (2). – С. 64–77.

## FROM THE METAPHYSICS OF LIGHT TO THE PHYSICS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION

Yu.S. Vladimirov

It offers the generalization and implementation of the ideas that have long been discussed within the metaphysics of light. Firstly, it offers the generalization of the concept of light by extending it to all types of electromagnetic radiation. Secondly, it puts forward the idea that electromagnetic radiation not only carries information about the surrounding world, but also is the source for such concepts as space and time. It presents evidence to confirm this view by drawing on the ideas of R. Feynman, Ya.I. Frenkel, the concept of the macroscopic nature of space and time, the Mach's principle, etc.

**Key words:** metaphysics of light, the relational-statistical paradigm, the concept of long-range action, the Mach's principle, the macroscopic nature of space-time, electromagnetic radiation.