

ВВЕДЕНИЕ

«Будем работать в этом направлении, чтобы оставить нашему потомству по возможности прочное наследие. Ибо, если что нас поддерживает и возвышает в терпеливой, часто скромной работе, требующей напряжения наших духовных и телесных сил, то это сознание, что мы работаем не ради минутного успеха, а, так сказать, для вечности». – М. Планк. Теоретическая физика, 1911.

Здесь нет нужды, лишний раз демонстрируя поверхностное знакомство с интерпретацией антикварных манускриптов по истории становления науки о природе, извлекать на свет божий из далекого бытия или небытия физику и метафизику Аристотеля (384 – 322 до н. э.), Св. Фомы Аквинского (1225 – 1274) – doctor angelicus, Уильяма Окамского (1285 – 1349) – doctor invincibilis, Роджера Бэкона (1220 – 1292) – doctor mirabilis или Филиппа фон Гогенгейма (Парацельса, 1493 – 1541). Первым шагом современной физики является концепция Николая Коперника (19.II.1473 – 24.V.1543), изложенная в его сочинении «О вращении небесных сфер» (1543). Иначе как научный подвиг это деяние оценить просто невозможно. Наиболее существенными достижениями, приведшими к повсеместному отказу от средневековой философии, теологии, аристотелизма и схоластики, отмечены работы Тихо Браге (14.XII.1546 – 13.X.1601), Иогана Кеплера (27.XII.1571 – 15.XI.1630), Фрэнсиса Бэкона (1561 – 1626) и Галилео Галилея (15.II.1564 – 8.I.1642). Только отказ от бесполезных и головолomных попыток трактовать *Природу* через какие-то там десять категорий, через действие и потенцию, через существенное и несущественное давал ключ к современной физике.¹

Начало электродинамики как науки чаще всего соотносится с фундаментальными исследованиями Уильяма Гильберта (24.V.1544 – 30.XI.1603), придворного врача королевы Елизаветы, который в 1600 г. издал трактат “О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле”, содержащем описание более 600 опытов, осуществленных при его непосредственном участии [9]. Объем работ был столь велик, а эксперименты были выполнены столь безукоризненно, что потребовалось еще почти сто лет после Гильберта, чтобы получить существенно новые

¹ У Аристотеля все тела стремятся к «конечной причине». В принципе, можно, приняв точку зрения Аристотеля, всё в физике объяснять «конечными причинами», то есть тем самым как бы уметь отвечать на вопрос *Почему?* Но ведь самым естественным вопросом для физики всегда оставался вопрос *Как?* Вот именно этого последнего желания, как нам кажется, недостает многим современным естествоиспытателям. Например, вопрос *Как?* часто подразумевается или даже преднамеренно объявляется неуместным во многих разделах квантовой электродинамики и атомной физики.

результаты. Именно Гильберт ввел в науку понятие *электрической силы*.² Теория Гильберта, получившая название теории об электрических излучениях, просуществовала сравнительно долго. Лишь после работ Стефена Грея (? – 1736) и Жана Теофила Дезагюлье (1683 – 1744) была признана необходимость принять существование электрической жидкости, как одной из субстанций, составляющих мир.

Безусловно, наиболее заметной фигурой, относящейся к началу “эпохи становления физики как науки”, является французский философ, математик и физик Рене Декарт (латинизированное имя – Картензий или Cartesius)³ (31.III.1596 – 11.II.1650). Рене Декарт, возможно, был первым, кто предпринял полномасштабную попытку построения физической картины мира. В принципе, именно с его работы «Диоптрика» [10] можно было бы вести отсчет современной истории физики. Выход в свет знаменитого труда Декарта “Диоптрика”, в котором излагаются идеи эфира как переносчика света, предлагаются теоретические, т.е. математические, доказательства закона преломления и обоснование теории радуги, датируется 1637 г. Интересно, что тем же годом датируется и издание “Геометрии”, положившей начало аналитической геометрии. На счету Декарта немало эвристических идей – это и закон сохранения количества движения, и закон инерции, и первые теории магнетизма, и введение понятия переменной величины и функции, и метод декартовых координат, и многое другое. Декарт отрицал действие на расстоянии. Он был убежден, что пространство заполнено средой, которая способна передавать взаимодействие между телами (однако мы её не можем ощущать). Эту среду он назвал *эфиром*.⁴ Далее, Декарт предлагал для каждого физического явления рассматривать механическую модель, хотя ни один из процессов *Природы*, пожалуй, он так и не изучил досконально.⁵ Это дало впоследствии основание Христиану

² Существительное *электричество* впервые ввел в обиход, как утверждает Э. Т. Уиттекер, сэр Томас Браун в своей работе «Pseudodoxia epidemica» (1646), с. 79.

³ Отсюда, кстати, происходит – *картезианцы*, т. е. последователи философии, учения или методов Декарта.

⁴ Изначально термин «эфир» был предложен еще в античные времена Аристотелем для обозначения материи, из которой состоит небо и все, что на небе (от греческого αἰθήρ – лучезарный). Следовательно, можно понимать, что αἰθήρ (греч.) – это голубое небо, верхние слои атмосферы; innubilis aether (лат.) – безоблачное небо. Возможно в такой подмене терминов и понятий, тянущейся с античных времен, кроется чисто психологическое неприятие в современной науке термина «эфир». Дискуссионным тогда остается вопрос: чем же лучше – физический вакуум, поле или материальная среда?

⁵ Декарту принадлежит летучий девиз: «Cogito, ergo sum!» (Мыслию, следовательно существую!) Однако не будем также забывать, что по Декарту общей причиной движения является Бог, который сотворил материю, движение и покой. Бог – источник объективной значимости человеческого мышления. Непростые “отношения” с Богом характерны для философов того времени, что, очевидно, дало право Доминику Франсуа Араго (26.II.1786 – 2.X.1853), ярчайшему представителю *века Просвещения* – XIX века, иронизировать по адресу Ньютона [12]: «Мы ни слова не скажем о теологических сочинениях бессмертного геометра; пожалеем только, что он бесполезно употреблял на них свое время, которое пригодилось бы для усовершенствования и распространения открытых им оснований

Гюйгенсу выступить с критикой в адрес Декарта: «Мне кажется, что Декарт завидовал славе Галилео и претендовал на звание автора новой философии, которую следовало изучать в высших учебных заведениях вместо аристотелизма. Он выдвигал свои гипотезы как истины, словно его клятвенное утверждение было равносильно их доказательству. Он должен был бы представить свою систему физики как попытку показать, чего следует вероятнее всего ожидать в этой науке, если принять исключительно принципы механики. Для науки подобные попытки достойны похвалы, но он пошел дальше и *заявил, что открыл абсолютную истину, тем самым препятствуя открытию истинного знания*»⁶ [11].

За “эпохой Декарта” последовала “эпоха Ньютона и Гюйгенса”. Относительно вклада Исаака Ньютона (4.I.1643 – 31.III.1727) в науку вполне приемлем следующий стереотип: «...Английский физик и математик, создавший теоретические основы механики и астрономии, открывший закон всемирного тяготения, разработавший (наряду с Г. Лейбницем) дифференциальное и интегральное исчисление, изобретатель зеркального телескопа и автор важнейших экспериментальных работ по оптике...». С именем И. Ньютона обычно связывается и идея дальнего действия – мгновенной передачи действия от одного тела к другому на расстояние через абсолютно пустое пространство без помощи материи. Справедливости ради следует признать, что Ньютон, в целом, никогда не отказывался от эфирных представлений, хотя в системе его воззрений эфир – это скорее всего промежуточное состояние между материей и светом. Последний же, согласно Ньютону, представляет собой потоки корпускул, испускаемых светящимися телами, причем свет ни в коей мере не может быть образован циклическими колебаниями эфира (колебания эфира ответственны за передачу тепла). В 1687 году Ньютоном был представлен точный закон тяготения. При этом Ньютон всячески подчеркивал, что его открытие дает необходимый инструмент для математического прогнозирования, но никоим образом не касается механизма тяготения. Тем не менее, именно в этой связи, насколько нам известно, Ньютон говорил, что «...полагать, что одно тело может воздействовать на другое, находящееся от него на некотором расстоянии, через вакуум без каких-либо “посредников”, ... - для меня настолько абсурдно, что по-моему ни один человек, обладающий хотя бы малейшим представлением о философских материях, не может в это верить».

Весьма разнообразными интересами оказалась насыщена исследовательская деятельность голландского физика, математика и

естественной философии. Мы уверены в справедливости нашего сожаления, потому что неизданные теологические сочинения Ньютона составляют целые тома, - сочинения, которые сам автор в своем письме к Локку называет мистическими мечтами». Впечатляющая оценка принадлежит Ф. Энгельсу [13]: «Ньютон оставил ему [Богу] еще “первый толчок”, но запретил всякое дальнейшее вмешательство в свою солнечную систему».

⁶ Фраза выделена нами – авт. Хотелось бы поставить вопрос – эта тенденция уже в прошлом? И насколько она злободневна сейчас?

астронома Христиана Гюйгенса де Зуйлихем (14.IV.1629 – 8.VII.1695). Однако особое место, вне всякого сомнения, занимает его волновая теория света, изложенная в основном в «Трактате о свете» (1650 г.) [14]. Ключевые идеи – световые возбуждения являются упругими импульсами в эфире, имеет место явление поляризации света, открытое им же, направление распространения волн подчиняется принципу построения огибающей волны – принципу Гюйгенса. Знаменитый принцип сформулирован был следующим образом: «При испускании световых волн следует иметь в виду, что каждая частичка материи, в которой распространяется волна, не должна сообщать свое движение только ближайшей частичке, находящейся на одной прямой с первой частичкой и источником света; она также должна сообщать его всем частичкам, которые соприкасаются с ней и препятствуют ее движению. Таким образом, необходимо, чтобы вокруг каждой частички зарождалась волна, центр которой был бы в этой частичке». Интересно, что несмотря на успешное развитие Гюйгенсом волновой гипотезы света, все-таки в натурфилософии на долгое время укоренились взгляды Ньютона, где нашли место не только идеи корпускулярной природы света, но также принципы мгновенного распространения взаимодействия – тяготения. В частности, попытку построения механической модели тяготения, которую предпринял в 1784 году Жорж Луи Лесаж (13.VI.1724 – 9.XI.1803), можно расценивать как стремление к объединению идей Декарта и Ньютона.⁷

Возможно, кто-то и не сочтет за лишнее вспомнить о той пикировке (если не сказать больше – войне), которая затянулась на целое столетие между картезианцами и их оппонентами из числа учеников Ньютона. Начало противостояния можно связывать с выходом в свет второго издания (1713 г.) ньютоновских «Начал», где в предисловии отметил молодой Роджер Котс (1682 – 1716), утверждавший [16]: «Цель теоретической физики – предсказание будущих событий, а все, что не является необходимым для достижения этой цели и что нельзя вывести непосредственно из наблюдаемых фактов, нужно убрать».⁸

И надо признать, что поначалу Р. Котс нашел немало горячих

⁷ Впервые Ж. Л. Лесаж предлагал рассматривать эфир как облако крошечных частиц, названных им корпускулами. В чем-то эти корпускулы должны бы нам напоминать современные нейтрино. Р. Фейнман убедительно обрисовал несостоятельность корпускул-лесажонов в приложении к тяготению, вообще, и эфиру, в частности [15].

⁸ Далее Э. Т. Уиттекер еще более ополчается на эти принципы [17]: «Исследования физиков-теоретиков частично связаны с событиями, которые можно действительно наблюдать – назовем их явлениями – а частично с событиями, которые сами по себе невозможно обнаружить, но их существование предполагается в целях установления преемственности отдельных событий, наблюдаемых в действительности. Считается, что в логически связной картине мира подобная преемственность необходима. Такие гипотетические события современные ученые называют *промежуточными явлениями*... Согласно принципу Котса, *промежуточные явления* не следует брать в расчет, потому что их невозможно наблюдать, а также потому что формулы для предсказания можно вывести и без них... Современники Котса полагали, что распространение тяготения происходит мгновенно, а следовательно, времени на промежуточное явление оставаться не должно».

приверженцев своих непримиримых принципов, среди которых наиболее заметен был хорватский иезуит Р. Бошкович (1711 – 1787). Однако разум возобладал, и на протяжении следующих двух веков практически все физики считали, что понимание *промежуточных явлений* является «одной из первостепенных целей натурфилософии... понимание как перенос идей за пределы явлений, в области более глубокие и онтологически обоснованные» [18].⁹

На дальнейшее формирование научного мировоззрения оказывает влияние, которое трудно переоценить, Леонард Эйлер (15.IV.1707 – 18.IX.1783), обладавший выдающимися способностями в математике и механике. Нет возможности представить даже краткий перечень идей Эйлера, поскольку общее количество его научных трудов составило около 850, можно отметить лишь два момента, имеющие непосредственное отношение к электродинамике и волновым теориям. Л. Эйлер полагал, что все оптические, электрические, магнитные и другие явления - это результат взаимодействия “грубой” материи и более “тонкого” вещества (менее плотного, но более упругого) – *эфира*. Естественно, что Эйлер пытался объяснять наиболее известные в его время световые явления колебаниями эфира. Наконец, существует основательная убежденность, что именно Эйлер впервые записал уравнение плоской гармонической волны. Более всего, по-видимому, Л. Эйлера впечатляла идея о том, что испускание частиц вызвало бы снижение массы светящегося тела, если принимать в расчет корпускулярную теорию, что не наблюдалось никогда, тогда как испускание волн такого следствия не имеет. Уделяя внимание гипотезе Ньютона о том, что цвет зависит от длины волны,¹⁰ Эйлер в конечном итоге угадал (?!), что красный свет имеет минимальную частоту, а фиолетовый – максимальную. А в письмах Эйлера к своей ученице – принцессе Ангальт-Дессауской – вообще

⁹ Вместе с тем мода на Роджера Котса похоже вернулась в теоретическую физику с началом XX столетия. Увы, но это самое первое, что приходит на ум, когда изучаешь протоколы I Сольвеевского конгресса [19]. Об этом подробнее говорится в § 4 при обсуждении гипотезы квантов Планка. Еще более яркой иллюстрацией принципов Котса являются постулаты Н. Бора. Об идеях же В. Гейзенберга и М. Борна, для которых лишь начальные и конечные состояния существенно значимы, говорить, кажется, уже излишне [20]: «Гейзенберг предложил отказаться от всех *ненаблюдаемых* величин (координаты электрона, его скорость, траектория движения в атоме, орбитальные радиусы, частота обращения и т. д.), исключить их из рассмотрения, так как их нельзя ни увидеть, ни измерить, а опираться только на величины *наблюдаемые*, которые в эксперименте можно непосредственно измерить (частота излучаемых спектральных линий, их интенсивность и т. д.). «Он разрубил гордиев узел философским принципом, - пишет Борн, - и заменил угадывание математическим правилом». Это сразу снимало многие трудности». Макс Борну вторит Нильс Бор, которого идеи Гейзенберга восхитили [21]: «У нас всех вызвало огромное восхищение то обстоятельство, что двадцатитрехлетний [студент, перед этим работавший над диссертацией по гидродинамике, а посему имеющий возможность следить за развитием атомной физики “только со стороны”] Гейзенберг нашел, как одним ударом можно достигнуть цели».

¹⁰ Так называемая «длина приступов» в ньютоновской *теории приступов легкого прохождения и отражения* [22].

обнаруживается предвестие максвелловских воззрений, опирающихся на глубокое убеждение, «... что источник всех электрических явлений – тот же самый эфир, который распространяет свет: электричество есть ничто иное, как нарушение равновесия эфира... На основе эфира объяснялись не только электрические явления, но и явления тяготения» [23].

Проблема светоносной среды для XVIII века становится чрезмерно актуальной – многие выдающиеся умы обременены ей, что называется, по полной программе. По теории Иоганна Бернулли младшего¹¹ (1710 –1790) «... все пространство пронизано жидким эфиром, который содержит огромное количество чрезвычайно маленьких вихрей... Любопытно, что Бернулли говорит об этих колебаниях [эфира под действием световых корпускул] как о *продольных* и фактически сравнивает их с колебаниями натянутого шнура, который если его слегка оттянуть, а потом отпустить, совершает *поперечные* колебания в направлении, перпендикулярном направлению шнура» [24].

Параллельно с развитием физических концепций светоносного эфира, а другими словами – физической оптики, намечается заметный прогресс в физике электрических и магнитных явлений. Шарль Огюстен Кулон (14.VI.1736 – 23.VIII.1806) устанавливает основной закон электрического взаимодействия (1785 г.), однако, справедливости ради, следует отметить, что этот закон открывался до этого, по крайней мере, трижды – Д. Бернулли (1760 г.), Дж. Пристли (1766 г.), Г. Кавендиш (1771 г.).

Период с 1800 г. по 1815 г. интересен разнообразными пионерскими работами по интерференции света, по поляризации, по лучепреломлению, по измерению длин волн, по спектральному поглощению, связанными с такими именами, как Т. Юнг, Э. Малюс, Ж. Био, Л. Брюстер, Д. Араго, Ж. Берар, Й. Фраунгофер, О. Френель. Томас Юнг и Огюстен Френель высказали предположение о поперечности световых волн-лучей. Феномен гения можно было бы изучать на примере короткой жизни Огюстена Жана Френеля (10.V.1788 – 14.VII.1827), окончившего Школу мостов и дорог (1809), проработавшего несколько лет инженером по ремонту дорог и мостов и не имевшего специального физико-математического образования, который

¹¹ Немалый вклад в развитие натурфилософии осуществлен многими представителями уникальной научной династии Бернулли, основателем которой являлся выходец из Голландии Якоб Бернулли (? – 1583). Иоганн Бернулли старший (27.VII.1667 – 1.I.1748) в 1701 г. впервые сделал попытку связать закон преломления с механическим принципом сложения сил, однако безуспешно, поскольку не нашел достаточно убедительных физических аргументов. Его сын, обратившись к модели жидкого упругого эфира, решил преодолеть эти недостатки. С целью внести большую ясность напомним, что Иоганн Бернулли старший – это младший брат Якоба Бернулли (27.XII.1654 – 16.VIII.1705), заложившего совместно с братом начала вариационного исчисления (задача о брахистохроне) и получившего ряд замечательных результатов в теории вероятностей (закон больших чисел, схема последовательных испытаний). «Русский след» связан с Даниилом Бернулли (8.II.1700 – 17.III.1782), сыном Иоганна Бернулли. Основная работа по физике – «Гидродинамика», изданная в 1738 г. в Страсбурге, – начиналась еще в Петербурге, где он работал в 1725-33 в Петербургской АН.

лишь во время вынужденного “безделья”, вызванного арестом и ссылкой по политическим мотивам в 1815 году, *совершенно самостоятельно* занялся физическими проблемами. Занялся настолько эффективно и стремительно, что уже работами, выполненными к 1818 г., О. Френель положил начало оптике движущихся тел и в общих чертах построил теорию дифракции света, а в 1823 г. избирается в члены Парижской АН. После блестящих работ Юнга и Френеля волновая теория света заняла столь устойчивое положение, что возникла необходимость в создании новой теории светоносной среды, обладающей способностью совершать колебания перпендикулярно к направлению распространения света. Идеи Юнга и Френеля можно было выразить простым утверждением: *эфир ведет себя как упругое твердое тело*. Последнее обстоятельство многих исследователей приводило в замешательство, поскольку никаких природных аналогий таким качествам эфира не наблюдалось, и невозможно было бы предложить, как тогда представлялось, такие механизмы в обозримом будущем. Действительно – до открытия сверхпроводимости или сверхтекучести еще без малого сто лет. И, тем не менее, под нажимом эмпирических фактов Джордж Габриэль Стокс (13.VIII.1819 – 1.II.1903) нашел, казалось бы, удовлетворительные ответы на основные возражения по свойствам эфира. По Стоксу эфир ведет себя как упругое твердое тело при распространении быстрых колебаний, подобных световым, но подобно жидкости поддается медленному поступательному движению планет (фигурально выражаясь, эфир ведет себя как воск или смола). Закончилась ранняя эпоха концептуального развития светоносной среды, простиравшаяся от Джеймса Брайда (1692 – 1762) до Огюстена Френеля, начиналась эпоха гипотез эфира как упругого твердого тела, причем ответственного уже не только за оптические явления, но и за явления электростатики, магнетизма и тяготения. По разным причинам, в зависимости от желания аналитиков наделять светоносную среду теми или иными качествами, перечень различных механических моделей эфира к середине XIX века оказался весьма внушительным. Это нашло отражение в соответствующих теориях Навье, Пуассона, Коши, Неймана, МакКулага, Грина. В конце концов, на роль основной гипотезы стала претендовать теория Джеймса МакКулага (1809 – 1847) из Тринити Колледжа в Дублине, в рамках которой эфир, помимо свойств обыкновенного упругого твердого тела, наделялся свойством *вращения объемных элементов*, определяющим потенциальную энергию в среде. Так называемая динамическая теория света МакКулага публикуется в 1839 году, практически одновременно с этим выходят труды Грина по оптике кристаллов и теория неустойчивого эфира Коши.

Прорыв в области волновой оптики в 1820 г. сменяется не менее впечатляющим каскадом открытий в области электричества и магнетизма. Далее целесообразно отметить только очень фрагментарно ключевые моменты. Х. Эрстед открывает магнитное действие тока; А. Ампер – взаимодействие электрических токов; Ж. Био и Ф. Савар – закон, определяющий напряженность магнитного поля; Т. Зебек –

термоэлектричество. К этому же времени относится начало целой серии работ М. Фарадея (1791 – 1867), одно лишь только формальное перечисление которых способно составить объемный каталог, поэтому следует выделить наиболее значительное в этих исследованиях. Прежде всего, открытие явления электромагнитной индукции, во-вторых, явление вращения плоскости поляризации света в магнитном поле – первое экспериментальное доказательство связи между светом и магнетизмом, в-третьих, введение понятия “*силового поля*”. А. Эйнштейн по этому поводу отмечал: «Идея поля была самой оригинальной идеей Фарадея, самым важным открытием со времен Ньютона. Надо иметь могучий дар научного предвидения, чтобы распознать, что в описании электрических явлений не заряды и не частицы описывают суть явлений, а скорее пространство между зарядами и частицами».

Примерно с середины XIX в. резко усиливаются теоретические изыскания, направленные на создание более или менее всеобъемлющей физико-математической концепции в области электромагнитных явлений. Существенными достижениями в этом отношении отличается творческая деятельность представителей немецкой школы физиков-теоретиков – Ф.Э. Неймана (1798 – 1895) и В.Э. Вебера (1804 – 1891). Помимо успехов в создании первых теорий классической электродинамики следовало бы заметить, что, по-видимому, именно Вебером впервые была высказана гипотеза о прерывности электрического заряда и о существовании сверхлегкой заряженной частицы (за пятьдесят лет до открытия электрона Дж. Дж. Томсоном в 1897 г.).

Наряду с успехами физических наук XIX век может быть отмечен не меньшими (если не большими) достижениями в области математических наук. В частности, к середине прошлого века в достаточно совершенном виде (по крайней мере, для целей новой теоретической физики) сформировались такие разделы математики, как векторное исчисление (хотя сама терминология - “векторный анализ” - была введена Дж. Гиббсом позже, в 1881 г.), вариационное исчисление, математическая физика. В этой связи нельзя не отметить влияние на формирование научного мировоззрения П.С. Лапласа (1749-1827), Ж.Б.Ж. Фурье (1768-1830), К.Ф. Гаусса (1777-1855), С.М. Пуассона (1781-1840), М.В. Остроградского (1801-1861), У.Р. Гамильтона (1805-1865), Ж. Лиувилля (1809-1882). Более того, в истории науки сложилась уникальная ситуация, когда актуальнейшая проблема философии и естествознания – проблема эфира – захватила и увлекла все лучшие умы интеллектуальной элиты, включая математиков, механиков, аналитиков. Многие задачи были рассмотрены и решены, – именно математиками в большей степени, чем физиками, – С. М. Пуассоном, Дж. Грином, Дж. Г. Стоксом, У. Р. Гамильтоном. Например, Огюстен Луи Коши (1789 – 1857) разработал две теории, связанные с оптикой кристаллов, три

теории отражения и теорию дисперсии света.¹² Грину принадлежит приоритет во введении понятия *потенциальной функции*, а Пуассону – в выводе уравнения электростатического потенциала:

$$\nabla^2 V + 4\pi\rho = 0.$$

Таким образом, складывалась благоприятная ситуация для создания теоретической электродинамики, как принято говорить в таких случаях – «идеи витали в воздухе». Черту подвел Д.К. Максвелл, который в период с 1860 г. по 1865 г. обобщил всю сумму экспериментальных данных и предложил в виде системы уравнений теорию электромагнитного поля, выражающую все основные закономерности электромагнитных явлений. Элементами новизны в этой теории были введенное им понятие тока смещения, а также предсказание ряда эффектов – существование в свободном пространстве электромагнитного излучения (волн), распространение электромагнитных волн в пространстве со скоростью света. Справедливости ради стоит отметить, что Л.В. Лоренц, не имея информации о работах Максвелла, чуть позже, в 1867 г., во многом повторил результаты последнего. Существенным достижением обоих исследователей является неопровержимое установление электромагнитной природы света, то есть логическое завершение связи между оптическими и электромагнитными явлениями.

К настоящему времени не установлено ни единого экспериментального факта, который позволил бы усомниться в справедливости электромагнитной теории Д.К. Максвелла. Однако не существует до сих пор и строгого вывода основных соотношений этой теории. Поскольку электрон был открыт значительно позже (Дж. Дж. Томсоном в 1897 г.), а дискретность же электрического заряда и его величина были установлены позднее (Р. Э. Милликеном в 1910-1914 гг.), то в основе теории Максвелла лежали представления о “заряде-жидкости”, то есть теория Максвелла – это, прежде всего, макроскопическая электродинамика. Умение изобретать динамические модели и предлагать аналогии тем физическим явлениям, которые “не торопились” раскрывать свою сущность, всегда культивировалось “кембриджской школой физики”. Такими способностями, в первую очередь, отличались Дж. Грин, Дж. Г. Стокс, М. Фарадей, У. Томсон, Дж. К. Максвелл, среди которых господствовало убеждение, что любое физическое действие основано на динамике. В модели эфира Максвелла электрической

¹² «Стоит повторить мнение Гамильтона, которое он высказал в 1833 году: «Главные теории алгебраического анализа (к которым я отношу и вычисления) необходимо полностью трансформировать; и Коши сделал очень много для этой великой цели. Много сделал и Пуассон, но мне кажется, что он, несмотря на свой великий талант и ясность ума, не способен рассуждать так логично, как Коши. Но им обоим, на мой взгляд, далеко до Фурье, которого я ставлю во главе французской школы математической философии, даже превыше Лагранжа и Лапласа, хотя их я считаю талантливее Коши и Пуассона». Уильям Томсон (лорд Кельвин) и Оливер Хевисайд были ярыми почитателями Фурье... «Никто не восхищается Фурье сильнее меня», - сказал [однажды] Хевисайд» [25].

силе и электрическому току приписывают линейный характер, а магнетизму – вращательный характер. Современный вид уравнениям Максвелла¹³ придал, как известно, Оливер Хевисайд, и этим шедевром (красоты и гениальности) стоит полюбоваться:¹⁴

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \frac{4\pi}{c} \mathbf{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t},$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t},$$

$$\operatorname{div} \mathbf{B} = 0,$$

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = 4\pi\rho.$$

Первое уравнение отражает обобщение эмпирического закона Био – Савара, второму соответствует закон электромагнитной индукции Фарадея, третье несет информацию об отсутствии магнитных зарядов, четвертое представляет собой выражение законов электростатики – закон Кулона (или

¹³ Дж. К. Максвелл в своих работах использовал алгебру кватернионов – гиперкомплексных чисел, которая, несмотря на временный “бум” в середине XIX века, все-таки не получила дальнейшего сколько-нибудь заметного развития. Термин «*вектор*» (от лат. vector, букв. – *несущий*) ввел в 1845 г. Вильям Гамильтон. Современные же обозначения в векторном анализе принадлежат О. Хевисайду (1891), при этом дело зашло столь далеко, что одно время уравнения Максвелла именовались уравнениями Герца – Хевисайда. В 1850 г. 36-летний английский математик Джеймс Джозеф Сильвестр ввел понятие «*матрица*» для обозначения прямоугольного упорядочения чисел. Матричная алгебра, ни шатко, ни валко развиваясь усилиями Вильяма Гамильтона и Артура Кэли, дождалась-таки “момента истины” в теориях Вернера Гейзенберга. Наконец, тензорная алгебра, столь резко востребованная А. Эйнштейном для своей ОТО, берет свою современную форму от пионерских работ профессора Падуанского университета Грегорио Риччи-Курбастро, выполненных им в основном в 1880-90-х годах.

¹⁴ В «Феймановских лекциях по физике» в выпуске «Электродинамика» обнаруживаем [26]: «Итак, мы дошли до центра электромагнитной вселенной. У нас в руках полная теория электричества, магнетизма и света, полное описание полей, создаваемых движущимися зарядами, и многое, многое другое. Все сооружение, воздвигнутое Максвеллом, во всей его полноте, красе и мощи сейчас перед нами. Это, пожалуй, одно из величайших свершений физики. И чтобы напомнить о его важности, мы переписываем все формулы вместе и обводим их красивой рамкой». И там же, но чуть-чуть раньше читаем: «Итак, в одной небольшой таблице мы собрали все фундаментальные законы классической физики, даже хватило места выписать их словами и еще с некоторым излишком. Это великий момент. Мы покорили большую высоту. Мы на вершине К-2 [К-2 – вторая по высоте вершина мира в северо-западных отрогах Гималаев, называемых Каракорум], мы почти подготовлены покорить теперь Эверест, т. е. квантовую механику. В основном мы пытались научиться понимать эти уравнения. А теперь, когда мы собрали их воедино, мы собираемся разобраться, что означают эти уравнения, что нового скажут они о том, чего мы еще не поняли. Мы много потрудились, чтобы вскарабкаться к этой точке. Это потребовало больших усилий, а теперь мы собираемся начать приятное путешествие – спуск с горы в долину, там мы увидим все, чего мы достигли».

в интегральной форме обычно называется теоремой Гаусса).

Стефану Цвейгу приписывают слова, смысл которых сводится к тому, что боги не дарят смертному более одного великого деяния. Так вот, также как и Ньютону, боги допустили возможность совершить два великих деяния Джеймсу Максвеллу. Создание электродинамики – это уже второе его великое деяние, а вот первое – это создание статистической физики. Классическая термодинамика и статистическая физика берут свое начало от работы Сади Никола Леонарда Карно (1.VI.1796 – 24.VIII.1832) – 12 июня 1824 г. выходит из печати первая и единственная научная работа 28-летнего военного инженера «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Дальнейшее развитие идей Карно связывается с деятельностью Бенуа Клапейрона и Уильяма Томсона (лорда Кельвина). Ни один раздел физики не развивался до сих пор столь стремительными темпами как классическая термодинамика. Усилиями выдающихся физиков XIX столетия, буквально в течение 75 лет, термодинамика обретает черты завершеного учения. Прежде всего в этой связи следовало бы упомянуть труды Юлиуса Майера (1814 – 1878), Джеймса Джоуля (1818 – 1889), Рудольфа Клаузиуса (1822 – 1888), Густава Кирхгофа (1824 – 1887), Уильяма Томсона (1824 – 1907), Джозайи Гиббса (1839 – 1903), Джона Рэлея (1842 – 1919), Макса Планка (1858 – 1947), Вальтера Нернста (1864 – 1941). Однако наибольшим вкладом в развитие термодинамики и статистической физики, отмечены, конечно же, достижения Джеймса Максвелла и Людвиг Больцмана. В частности, в 1859 г. Максвелл устанавливает статистический закон, описывающий распределение молекул газа по скоростям:

$$dn = F(v) dv = 4\pi n \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{mv^2}{2kT}} v^2 dv,$$

в 1867 впервые показывает статистическую природу второго начала термодинамики (с привлечением так называемых «демонов Максвелла»), а в 1878 г. уже вводит понятие «*статистическая механика*». За короткий промежуток времени с 1868 г. по 1872 г. выдающийся австрийский физик Людвиг Эдуард Больцман предлагает знаменитое статистическое распределение:

$$f(\mathbf{p}, \mathbf{r}) = A \exp \left\{ -\frac{\frac{\mathbf{p}^2}{2m} + U(\mathbf{r})}{kT} \right\},$$

формулирует *H-теорему* и, наконец, доказывает статистический характер второго начала термодинамики, связав энтропию физической системы с вероятностью ее состояния.

Существенным шагом вперед в области электродинамики

представляются работы Х. А. Лоренца (18.VII.1853 – 4.II.1928), которого по праву считают создателем классической электронной теории. Достижения Лоренца заключаются, прежде всего, в том, что он успешно ввел в учение об электричестве атомистику. Электромагнитная теория Лоренца (уравнения Лоренца - Максвелла) базируется на анализе движений дискретных электрических зарядов. Круг интересов, а соответственно и работ Х.А. Лоренца, весьма обширен, и, в частности, известны под его именем формулы Лоренца-Лоренца (зависимость показателя преломления от плотности вещества), сила Лоренца (сила, действующая на движущийся в электромагнитном поле заряд), соотношения, устанавливающие взаимосвязь теплопроводности и электропроводности. Нобелевская премия была вручена ему за предсказание и разработку теории расщепления спектральных линий в сильном магнитном поле (эффект Зеемана).

Особый интерес в рамках электродинамики представляет собой гипотеза Лоренца о сокращении размеров тел в направлении их движения, обусловленном деформацией электрических полей (так называемое сокращение Лоренца – Фитцджеральда или контракционная гипотеза¹⁵). Уже к 1904 году Лоренцем были выведены основные формулы и соотношения электродинамики движущихся тел для преобразования координат, времени, массы [27, 28]. Официально считается, что именно Х.А. Лоренц подготовил переход от классической физики к теории относительности и квантовой механике. Справедливости ради надо отметить, что в это же время Жюль Анри Пуанкаре (1854-1912), известный современному среднему студенту более как математик, нежели физик, обогативший математическую науку работами первостепенной важности, формулирует принцип относительности в качестве всеобщего и строгого положения. В 1904-1905 гг. он вводит в обиход терминологию - “преобразования Лоренца”, “группа Лоренца”; показывает, что исходя из представлений об эфире и уравнений Максвелла-Лоренца, невозможно обнаружить абсолютное движение [29, 30]. Следует обратить внимание на то, что еще до А. Эйнштейна Анри Пуанкаре закладывает основы специальной теории относительности и первый вариант релятивистской теории гравитации. Однако не стоит умалять заслуг в развитии теории электродинамики движущихся тел многих исследователей, имена которых находятся на слуху еще в меньшей степени, чем Пуанкаре. Например, Вольдемар Фогт еще в 1887 г. показал преобразования, которые с точностью до масштабного множителя соответствовали преобразованиям Лоренца [31]. В 1889 г. появилась статья Джорджа Фрэнсиса Фитцджеральда в американском журнале «Science» [32], где впервые излагается гипотеза о том, что мы сейчас называем сокращением Фитцджеральда – Лоренца.

¹⁵ Вообще-то говоря, словосочетание *контракционная гипотеза* физиками не очень жалуются по той простой причине, что в середине XIX в. французским геологом Л. Эли де Бомоном совместно с австрийским коллегой Э. Зюссом была предложена *контракционная гипотеза* (от лат. *contractio* – сжатие) в геотектонике, которая оставалась актуальной еще и в первой четверти XX в., то есть как раз в тот период, когда разгорались страсти в отношении СТО.

Правда, гипотеза сформулирована в общих чертах – качественно, без каких-либо релятивистских предположений. Неоднократно к гипотезе Фитцджеральда обращался в своих лекциях Оливер Джозеф Лодж, благодаря которому Лоренц и узнал в конечном итоге в 1893 г. о гипотезе фитцджеральдовского сокращения. Кроме того, «...не вызывает сомнения то, что Джозеф Лармор вывел преобразования Лоренца и получил выражение для сокращения независимо от Лоренца и раньше него. Любопытно, что ни в переписке Лармора с Лоренцем, ни в статьях Лоренца ни разу не упоминается об этом результате Лармора¹⁶» [33]. Известно лишь, что Лоренц настойчиво подчеркивал, пользуясь любым сколько-нибудь подобающим поводом, что к основной идее контракционной гипотезы он пришел совершенно независимо от Фитцджеральда.

Результаты опытов А.А. Майкельсона (совместно с Морли) по обнаружению так называемого “эфирного ветра”, как известно, оказались отрицательными, и именно это обстоятельство сыграло существенную роль в дальнейшем развитии физики. Не будет преувеличением сказать, что данные результаты были возведены в ранг некоей истины в последней инстанции, поэтому и оценка их должна проводиться, по возможности, наиболее объективно.

После этих экспериментов развитие электродинамики пошло по пути отрицания эфира как материальной среды, и одним из следствий этого отрицания явилось дальнейшее развитие принципа относительности и создание СТО. С принятием физиками на вооружение постулатов теории относительности как опытного факта без достаточного их теоретического обоснования решение *Проблемы эфира* было отодвинуто на неопределенное время.

С возникновением СТО была создана видимость успешного развития электродинамики, но загадка физического вакуума, то есть эфира, так и осталась тайной за семью печатями. Более того, возникали все новые проблемы и различные парадоксы, трудно объяснимые с точки зрения здравого мышления, что привело к явному расколу в рядах физиков-теоретиков.

Развитие электродинамики могло пойти и по другому пути, а именно: отказ от поспешных выводов после первого же неудачного опыта и тщательное взвешивание всех аргументов “за” и “против” признания эфира, а также анализ результатов всех последующих экспериментов с учетом накопленного опыта.

С позиций сегодняшних знаний можно утверждать, что детальное исследование проблемы эфира было бы вполне естественным ходом развития фундаментальной физики, тем более, что сам Эйнштейн примерно десять лет

¹⁶ Далее А. Пайс замечает [34]: «Впервые я услышал о работах Лармора в начале 50-х годов от Адриана Фоккера (ученика Лоренца). Оказывается, в Лейдене знали о том, что Лармор получил преобразования Лоренца раньше Лоренца. К сожалению, я так и не спросил Фоккера, что говорил по этому поводу сам Лоренц».

спустя после создания СТО возвратился обратно к эфиру, не введя соответствующих поправок в СТО, чего требовала логика развития теории. Возможно, это произошло из-за того, что электродинамика тогда вернулась бы вновь к варианту Лоренца – Пуанкаре с неподвижным эфиром, а принцип относительности, рассмотренный впервые ими, приобрел бы значение частного случая, справедливого лишь для стационарных процессов и не выполняющегося в общем случае.

Известно, что Майкельсон, подводя итог своей жизни, все-таки высказал сомнение в справедливости написанных им уравнений. По его собственному признанию: «...отрицательный результат обусловлен тем, что в самой теории заключена какая-то неполнота и неясность». Действительно, расчет движения электромагнитной волны в направлении движения Земли проводился таким образом, что деформация полей и волн, обусловленная динамикой, в этой ситуации не учитывалась. По меньшей мере, это удивительно, поскольку к середине XIX в. накопилось немало экспериментальных данных по доплеровским эффектам в акустике и оптике; теоретическое обоснование принципа Доплера датируется 1842 г. Очевидно, Х. А. Лоренц (а точнее и Фитцджеральд, и Лармор, и Фогт, и Лодж, и Пуанкаре) просто делает следующий вполне логичный шаг, когда обращает внимание на то, что все элементы установки Майкельсона - Морли имеют сложное материальное строение, в основу которого естественным образом заложены силовые поля, то есть те же самые, в конечном счете, электромагнитные взаимодействия.

В данном контексте невозможно пройти мимо чисто психологического феномена, а именно: весьма часто преобразования Лоренца ассоциируются со специальной теорией относительности (СТО). Как известно, в основе СТО лежит идея полного отказа от эфира как от материальной среды. Складывается труднообъяснимая ситуация, когда с непонятной настойчивостью, как бы само собой, навязывается логический стереотип: если преобразования Лоренца имеют место, следовательно, имеет место и СТО, а эфир тем самым из природы исключается категорически, чуть ли ни как анахронизм, как настолько несовременная гипотеза, что она уже не подлежит ни рассмотрению, ни обсуждению.¹⁷

Однако еще раз стоит подчеркнуть, что именно Лоренцем были предложены теория и преобразования, призванные скорее узаконить эфир, а не отменить его. Пока же дело зашло настолько далеко от изначальных целей и истин, что современные исследователи весьма часто, намереваясь подвергнуть критике те или иные положения СТО, начинают с попыток отменить преобразования Лоренца [35-37]. Вследствие этого может быть получен обратный эффект - невольное упрочнение концепции СТО, вплоть

¹⁷ Все чаще в научно-популярной и специальной литературе встречается термин “преобразования Лоренца - Эйнштейна”, а иногда и более краткое - “преобразования Эйнштейна”.

до канонизации. По-видимому, самым разумным и взвешенным подходом к проблеме эфира является комплексный анализ всей совокупности обширнейшего экспериментального материала с позиций современных знаний.

В противном случае приходится иметь дело и с такими крайними точками зрения, что «...проведение опытов, подобных эксперименту Майкельсона - Морли, не имеет ни малейшего смысла, т.к. единственное, что они подтверждают, - так это волновую природу света. Можно сказать, что если источник и приемник волн имеют жесткую связь, то при любой их скорости субстанциальный эффект полностью скомпенсирован субстантивным, т.е. оптическая система в таких опытах таутохронна» [38].

Здесь автором используются не совсем привычные термины, которые означают следующее: субстанциальный эффект вызван движением источника излучения и связан с изменением длины волны в среде (поля как субстанции); субстантивный эффект вызван движением приемника излучения и не связан с изменением длины волны. Система называется таутохронной, если она не вносит никаких изменений в характер интерференционной картины.

Такие резкие утверждения малообоснованны, т.к. аргументация, приводимая в работе [38], содержит некоторые, на наш взгляд, элементарные ошибки. В то же время в качестве позитивного вклада следует признать то, что в данной работе А. Г. Замятина достаточно убедительно и на обширном экспериментальном материале демонстрируется некорректность экспериментов типа классического опыта А. Физо. Как оказалось, оптическая плотность жидкости (воды) существенным образом зависит от давления, которым обеспечивается движение жидкости (динамическое давление). Характерным явилось то, что, не устранив перепад динамического давления, вызывающий сдвиг интерференционной картины, делать выводы о прецизионных измерениях по сложению скорости воды со скоростью света вряд ли возможно. Вообще говоря, такой результат заслуживает внимания, поскольку является сильным аргументом против укоренившегося мнения, будто именно в опытах Физо релятивистская формула сложения скоростей находит неопровержимое подтверждение. Тем более что, если придерживаться исторической точности, опыты Физо сыграли важную роль в утверждении волновой теории света, а также при формировании и проверке основных уравнений электродинамики движущихся сред Максвелла - Лоренца.

Уже значительно позже, то ли с некоторой долей оптимизма, присущего эпохе великих открытий в физике, то ли с непреодолимым желанием внедрения релятивизма, и в первую очередь Эйнштейном, культивировалось мнение: «...Специальная теория относительности выкристаллизовалась из теории Максвелла-Лоренца электромагнитных явлений. Тем самым, все опытные данные, подтверждающие эту теорию электромагнитных явлений, подтверждают и теорию относительности... Экспериментальные аргументы в пользу теории Максвелла-Лоренца, являющиеся вместе с тем и аргументами

в пользу теории относительности, слишком многочисленны, чтобы излагать их здесь... Прежде всего, замечу, что, насколько мне известно, сегодня вряд ли можно найти ученого, из тех, кто внес заметный вклад в теоретическую физику, не признающего, что теория относительности является логически вполне замкнутой и что она согласуется со всеми твердо установленными данными опыта...» [39]. Подобного рода сентенции имеют скорее отношение к публицистике, чем к теоретической физике.

В любом случае, эксперименты по обнаружению движения относительно абсолютной системы координат (иными словами - относительно абсолютного пространства или относительно эфира) должны бы иметь принципиально иное, в отличие от опыта Майкельсона - Морли, решение. Например: признать, что это либо однонаправленные эксперименты по измерению скорости света в одном направлении, либо эксперименты неволнового характера, либо космологические наблюдения анизотропии мирового пространства. В данном аспекте наибольший интерес представляют, пожалуй, работы, краткое резюме которых представлено ниже.

В течение длительного времени, в 1970-1980-х годах, Стефаном Мариновым была осуществлена целая серия различных экспериментов по измерению однонаправленной скорости света [40-45] по методикам, принципиально отличающимся от идеи эксперимента Майкельсона - Морли. Результаты экспериментов С. Маринова с вращающимися дисками свидетельствуют в пользу факта движения Земли в абсолютном пространстве (т.е. относительно неподвижного эфира) со скоростью порядка 300 км/с.

Более или менее подробное описание техники еще одного эксперимента, с синхронно вращающимися зеркалами, приводится, в частности, в работе [41]. Авторское наименование эксперимента - "coupled mirrors" experiment (эксперимент со связанными зеркалами). Следует признать, что в техническом отношении эксперимент весьма сложен и требует тщательной настройки как механических, так и оптических систем аппаратуры. Основная идея заключается в регистрации изменения скорости лучей света при прохождении этих лучей по определенным траекториям между двумя синхронно вращающимися зеркалами. При этом С. Мариновым с коллегами было установлено, что скорость света, измеренная вдоль выбранного направления на земной поверхности, различна в разное время суток (а значит, - при разной ориентации относительно абсолютного пространства).

По мнению С. Маринова, «в последнее время, точнее - десятилетия, постулат Эйнштейна о постоянстве скорости света вдоль всех направлений в любых инерциальных системах отсчета приобрел столь устойчивую популярность, что для большей части физиков эта проблема оказалась закрытой, как, скажем, проблема вечного двигателя. Тем не менее, до настоящего времени экспериментального доказательства этого эйнштейновского постулата в пределах первого порядка точности в отношении v/c нет. Исторический эксперимент Майкельсона - Морли, обеспечивающий неприкосновенность догмы о постоянстве скорости света,

дает, как известно, точность второго порядка в v/c , но эффекты первого порядка, на самом деле, при этом не отмечаются. Таким образом, отрицательные результаты опыта Майкельсона - Морли не могут трактоваться как решающее доказательство в пользу концепции постоянства скорости света».

Один из последних экспериментов С. Маринова вообще поверг некоторых современных исследователей в смятение, если не в шок.¹⁸ Речь идет об эксперименте с вращающимися дисками с прорезями для отсечки света, выполняющими роль механических затворов, – это в определенном смысле современный вариант опытов Физо, в которых, соответствуя духу современности, задействованы лазеры, фотодиоды и суперскоростная техника. Стефан Маринов напоминает [46]: «Такой эксперимент впервые провел Физо в 1849-м году. Сегодня люди проводят сотни тысяч подобных измерений за день, так как на Земле функционируют сотни тысяч радаров. Однако, никто (повторяю, никто, никто, никто) не постарался измерить скорость света в одном направлении, хотя такой эксперимент предложили еще Майкельсон и Морли в их известной статье 1881 года, где они сообщают о нулевом результате, полученном при попытке определения абсолютной скорости Земли с помощью Майкельсонова интерферометра. Суть подобного эксперимента настолько проста, что даже ребенок, разобравшись в эксперименте Физо, может его предложить. Однако, как это ни странно, никто в мире не взялся такой эксперимент поставить, тем более что технических трудностей не так уж много». Параметры “настоящего опыта Физо – Маринова”¹⁹: расстояние между дисками 1200 мм, прорези удалены от оси вращения на 120 мм, скорость вращения дисков 400 об/с. Удачной идеей эксперимента является также то, что фотоприемники включены по мостиковой (балансной) схеме. Последнее обстоятельство позволяет осуществлять необходимую точность даже при работе на “фронтах”

¹⁸ Небезызвестный диссидент и “альтернативщик” О. И. Митрофанов вообще как-то в одном из последних обзоров [47] решается на следующую эскападу: «Последний гвоздь в релятивистские бредни вколотил С. Маринов... Итак, вопреки категорическому запрету теории Эйнштейна, измерена абсолютная скорость Земли в неподвижном эфире. Казалось бы, на защиту святыни должны быть немедленно брошены лучшие силы. Вместо этого опыт Маринова замалчивают. Релятивисты сидят тихо, как мышь под веником, не потому что «настоящих буйных мало», а просто крыть нечем... Впрочем, какие-то меры все же были приняты – после публикации результатов «эксперимента со связанными затворами» Маринов выбросился [при весьма странных обстоятельствах! молва людская – мол-де, выбросили. – Авт.] из окна университетской библиотеки». Интересно также то, что еще лет пять назад – когда нами готовился к изданию первый вариант монографии «Введение в классическую электродинамику и атомную физику» – в среде официальной академической физики никто (мы повторяем – никто) ничего не знал, не ведал о работах Маринова. Как личную заслугу можно отметить настойчивую работу А. Л. Шалапина на интернетовских сайтах и физических форумах, результатом которой, в частности, становится привлечение внимания широкой научной общественности к проблемам эфира. По крайней мере, появились первые “официальные” отклики на работы Маринова [48].

¹⁹ Авторское название эксперимента – “эксперимент со связанными затворами” (coupled shutters experiment).

световых импульсов. Эксперименты, осуществленные Мариновым с 9-го по 13-е февраля 1984 г. в Граце (Австрия), дали следующие результаты для модуля абсолютной скорости Земли и для экваториальных координат ее апекса

$$V=362\pm 40 \text{ км/сек}, \delta=-24^{\circ}\pm 7^{\circ}, \alpha=(t_{si})_a=12,5^h\pm 1^h.$$

Кроме всего прочего, пространное письмо С. Маринова в журнал «Физическая мысль России», обозначенное им как «Экспериментальные нарушения принципов относительности, эквивалентности и сохранения энергии», представляет собой, по сути дела, краткий обзор экспериментальных работ, посвященных проблемам электродинамики и эфира [46]. В принципе, таких обзоров, допущенных к публикации, наберется не так уж и много. Можно, пожалуй, отметить обзор, выполненный Весли и Монштейном [49]. Удивительно полный обзор, посвященный истории становления теории относительности, выполненный в свое время А. А. Тяпкиным [50], вызвал немало упреков и недовольного брюзжания со стороны “хранителей чистоты академического знания”. Характерной же остается ситуация по переизданию обзоров ортодоксального (канонического) толка в отношении *проблемы эфира* [51, 52].

В 1980-е годы Д.Г. Торр и П. Колен осуществили серию экспериментов по измерению относительных вариаций скорости света при однократном прохождении трассы [53]. В этих экспериментах сравнивалась фаза двух рубидиевых стандартов частоты, разнесенных на расстояние 500 м, с целью обнаружения возможной анизотропии скорости распространения света при однократном прохождении трассы. При реализации экспериментов обнаружены большие суточные вариации скорости света, порядка 10^{-3} - 10^{-2} для разнесенных часов, тогда как при сближении часов подобных вариаций не наблюдалось. На основе анализа точности показано, что предлагаемые эксперименты могут надежно обнаружить движение Солнечной системы в плоскости Галактики при достаточно длительном накоплении данных. Результаты экспериментов Торра - Колена, в принципе, можно было бы интерпретировать как еще одно свидетельство о нарушении принципа относительности, согласно которому невозможно обнаружение абсолютного движения Земли в абсолютном пространстве (эфире).

Однако мы погрели бы против истины, если бы замолчали тот факт, что в экспериментах Торра – Колена как раз-то и не хватало той экспериментальной техники, которая присуща экспериментам Маринова, то есть измерения выполнялись абсолютным образом, а не по балансным схемам, таким образом ошибки при прохождении трассы не компенсировались, а суммировались. Остается лишь сожалеть – «что за опыт без ума». Тем не менее, можно констатировать, что все-таки определенный эффект фиксировался. Однако на фоне шумов (или ошибок, или флуктуаций, возможно даже связанных с атмосферными явлениями) этот эффект не выглядит безоговорочно убедительным. Помимо этого эксперимента, Торром

и Коленом (с коллегами) был предпринят еще один эксперимент по измерению “однонаправленной” скорости света – «Guided Wave Measurement of the One-Way Speed of Light» [54], однако, как нам кажется, он даже проигрывает по технике эксперимента их же предыдущей работе.

Признанию результатов экспериментов С. Маринова (в принципе, результаты работ Торра и Колена можно рассматривать, как вариант, в порядке дискуссии), которые более всего согласуются с теорией абсолютного пространства-времени Лоренца и свидетельствуют о нарушении эйнштейновского принципа относительности, широкой научной общественностью мешает, скорее всего, определенный психологический барьер “ужаса абсолютного пространства” [41].

Наконец, в работе [55] приведены результаты эксперимента “Реликт”, проведенного в 1983-1984 гг. с помощью спутника “Прогноз-9”. Измерение интенсивности реликтового излучения проводилось на длине волны 8 мм (37000 МГц). При вычете эффекта абсолютного движения Солнечной системы и Земли относительно мирового пространства (эфира) анизотропия реликтового излучения не превысила 0,005%. Таким образом, в пределах чувствительности используемых приборов в абсолютной системе координат, связанной с мировым пространством, т.е. эфиром, не было обнаружено анизотропии реликтового излучения. Проведенные измерения позволили установить абсолютное движение Земли в мировом пространстве со скоростью около 295 км/с.

В настоящее время становится уже чуть ли не “дурным тоном”, если в работах по космологии и теоретической астрофизике не присутствует обсуждение экспериментов с реликтовым излучением, подобных тому, что упоминается выше. Известный популяризатор астрофизической науки, профессор ГАИШ МГУ А. Д. Чернин, само собой, также отдает должное проблемам реликтового излучения [56]: «В ряде экспериментов, сделанных на высотных самолетах и «баллонах», «косинусоидальная анизотропия» реликтового фона была действительно найдена.²⁰ В направлении на созвездие Льва температура фона оказалась на 0,13% выше, чем в поперечном к нему направлении; в противоположном направлении она на столько же ниже.²¹ Такой амплитуде отвечает скорость 390 км/с. С учетом сообщаемых наблюдателями погрешностей измерений, нужно написать $v = 390 \pm 60$ км/с. Это и есть скорость движения Земли относительно

²⁰ Как нетрудно показать – в соответствии с универсальным характером эффекта Доплера – встречные кванты (мы не будем здесь протестовать против термина “кванты”, т. к. в данном случае принципиально не это) немного горячее, а догоняющие – немного холоднее, так что относительное изменение температуры составит величину $\frac{\Delta T}{T} = -\left(\frac{v}{c}\right)\cos\theta$.

²¹ Любопытно, что идея эксперимента по определению абсолютного движения относительно неподвижного эфира с помощью измерения разницы теплоты, выделяющейся на термопаре, долгое время владела замыслами А. Эйнштейна. Однако он не обладал необходимой предприимчивостью, да и технические возможности тех времен были явно недостаточными. Остается пофантазировать о путях развития физики, имея на руках Эйнштейн сегодняшние результаты.

реликтового фона. Она близка к скорости обращения Солнца вокруг центра Галактики, $v_{\odot} = 220 \div 250$ км/с (скорость движения Земли вокруг Солнца 30 км/с, много ниже ее²²). Но по направлению скорости v и v_{\odot} почти в точности противоположны. Значит, центр Галактики (и Галактика как целое) имеет относительно реликтового излучения скорость около 600 км/с. С другой стороны, известно, что скорость Галактики относительно всей совокупности галактик, заключенных в объеме радиусом 100 Мпк вокруг нас, оценивается в $400 \div 500$ км/с. Однако – как это ни удивительно – направление этой скорости составляет угол $\sim 120^\circ$ к направлению движения Земли относительно реликтового фона. Выходит, что из измерений движения Земли относительно реликтового фона следует вывод о движении большой совокупности галактик со скоростью $500 \div 600$ км/с относительно нового эфира. То, что такая большая масса имеет столь быстрое движение, оказалось [полной] неожиданностью».

Итак, опасные слова – *новый эфир* – произнесены. Профессор А. Д. Чернин не был бы профессором ГАИШ МГУ (а скорее всего вообще не был бы профессором), если тут же не стал покаянно разъяснять большую-пребольшую, ну просто огромную разницу между *новым эфиром* и *эфиром старой физики*. Там даже параграф такой есть специальный под названием «Новый эфир» [56]: «С открытием реликтового излучения изотропия мира получила необычайное по силе подтверждение... Реликтовое излучение, равномерно заполняющее всю Вселенную, служит как бы мировым эфиром – идеальной всепроникающей системой отсчета, охватывающей всю Вселенную. Эфир старой физики был придуман в XVIII веке, чтобы избежать относительности движения и покоя: абсолютный покой – это покой по отношению к эфиру, а абсолютное движение – это движение по отношению к эфиру, сквозь него. Эфиру приписывались свойства полной проницаемости и вместе с тем упругости, чтобы, например, электромагнитные волны можно было понимать как упругие колебания эфира. Такого эфира в природе не существует: покой и равномерное прямолинейное движение всегда относительны, а электромагнитные волны могут распространяться и в полном вакууме». Да полноте, профессор, тут и без нас хватает толкователей и путаников,²³ тут и именитым седовласым академикам никак не разобраться

²² Отсюда, кстати, становится ясно, что всякие эксперименты по обнаружению “эфирного ветра”, обусловленного *только* вращением Земли вокруг собственной оси или *только* вокруг Солнца, можно заведомо расценивать как шарлатанство или провокацию. Скорости-то явно не те.

²³ Вот уже даже и в телевизионных программах Александра Гордона на массовую аудиторию вещают ученые мужи. Игорь Дмитриевский из МИФИ: «Дело в том, что во всех физических теориях так или иначе присутствует понятие *эфира*... [Одно время] отказались от этого понятия и стали строить физику без эфира. Но эфир, который был изгнан за дверь, влезал в окно. Возникло понятие физического вакуума, который по существу заменяет эфирную гипотезу... Реликтовое излучение как раз может быть той средой, которая не учитывается в квантовой механике, делает ее неполной. При этом многие парадоксы квантовой механики могут быть решены с этой новой точки зрения».

с *проблемой эфира*, порожденной юным экспертом Бернского патентного бюро. Действительно, разобраться с интерпретацией А. Эйнштейна легко не получается.

И к месту, и не к месту широко цитируются положения работы А. Эйнштейна “Принцип относительности и его следствия” (1910 г.) [50]: «Нельзя создать удовлетворительную теорию, не отказавшись от существования некоей среды, заполняющей все пространство», т.е. эфира. Однако уже в последующих работах А. Эйнштейн писал [59]: «Резюмируя, можно сказать, что общая теория относительности наделяет пространство физическими свойствами, таким образом, в этом смысле эфир существует. Согласно общей теории относительности пространство немислимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но не могли бы существовать масштабы и часы и не было бы никаких пространственно-временных расстояний в физическом смысле слова». (“Эфир и теория относительности”, 1920 г.). Или еще чуть-чуть позже [60]: «Мы не можем в теоретической физике обойтись без эфира, т.е. континуума, наделенного физическими свойствами, ибо общая теория относительности, основных идей которой физики, вероятно, будут придерживаться всегда (?!), исключает непосредственное дальное действие, каждая же теория близкодействия предполагает наличие непрерывных полей, а следовательно, существование эфира». (“Об эфире”, 1924 г.).

По-видимому, в качестве наивысшего достижения А. Эйнштейна на нелегком поприще, когда приходилось трактовать физический смысл электромагнитных полей и эфира, остается рассматривать следующее признание [61]: «Между тем ближайшее рассмотрение показывает, что *специальная теория относительности не требует безусловного отрицания эфира. Можно принять существование эфира; не следует только заботиться о том, чтобы приписывать ему определенное состояние движения*; иначе говоря, абстрагируясь, нужно отнять у него последний механический признак, который ему еще оставил Лоренц. Позднее мы увидим, что общая теория относительности оправдывает такое представление...

С другой стороны, можно привести некоторый важный аргумент в пользу гипотезы об эфире. *Отрицать эфир – это в конечном счете значит принимать, что пустое пространство не имеет никаких физических свойств. С таким воззрением не согласуются основные факты механики...*

Эфир общей теории относительности есть среда, сама по себе лишенная всех механических и кинематических свойств, но в то же время

Ему вторит оппонент по телеэфире, профессор МГУП Владимир Горбачев: «Теорию эфира тоже можно много обсуждать. Это очень противоречивая теория. Исследователям проще было представить, что волна в механическом смысле распространяется через эту среду путем взаимодействия частиц. А реликтовое излучение – это реальный, материальный носитель среды. И в этом смысле можно говорить уже не об эфире или вакууме, а о среде» [57].

определяющая механические (и электромагнитные) процессы».

Как известно, в свое время Эйнштейн сетовал, что отказ от эфира в какой-то мере мотивируется еще и тем, что уж к больно сложной механической модели в таком случае приходится прибегать. Можно подумать, что «...среда... лишенная всех механических и кинематических свойств, но в то же время определяющая механические (и электромагнитные) процессы» - это намного проще. Вот, например, реликтовое излучение, представляющее собой материальную среду и относительно которого можно определять абсолютную скорость, в достаточной мере лишено всех механических и кинематических свойств или нет? И вообще, не похоже ли это на красивую игру слов – *эфир старый, эфир новый, физический вакуум, поле?*

Как уже отмечалось выше, предлагается, как само собой разумеющееся, мнение, что специальная теория относительности (СТО) в том виде, в котором ее предложил А. Эйнштейн, имеет чуть ли ни неисчислимы эмпирические подтверждения. Это весьма далеко от реального положения дел [62]. Основные релятивистские эффекты - зависимость эффективной массы частицы от ее скорости, дефект масс атомов, формула $E=mc^2$, которые постулированы в СТО и якобы подтверждают теорию Эйнштейна, на самом деле требуют более детальной проработки таких понятий, как **“масса”**, **“время”**. Эти эффекты, как показано в работах [63, 64], имеют электромагнитную природу и могут быть, с одной стороны, объяснены в рамках классической электродинамики Максвелла - Лоренца, а с другой - в лучшем случае свидетельствовать о справедливости преобразований Лоренца.

Что касается эксперимента Эддингтона, который трактуется как наиболее весомый аргумент в пользу теории относительности Эйнштейна, следует более тщательно учесть различные факторы, которые повлияли на отклонение луча света при прохождении его вблизи Солнца. При обработке результатов измерений отклонений света массой Солнца не учитывались, как мы полагаем, некоторые существенные факторы: рефракция в солнечной атмосфере, формирующейся в результате выбросов раскаленного газа в виде протуберанцев, хорошо наблюдаемых при солнечных затмениях, и учет солнечного ветра, состоящего из потока газа и заряженных ионов, которые при достижении Земли вызывают магнитные бури и полярные сияния; ненормальная рефракция в земной атмосфере благодаря холодному воздуху внутри теневого конуса Луны; искажения положений звезд в оптической части аппаратуры, нарушения, связанные с засветкой пластины короной Солнца. К тому же экстраполяция данных по гиперболическому закону в область, в которой вообще не было никаких измерений, также требует своего обоснования, поскольку от этого существенно зависит результат [62].

Прежде чем подвести окончательную черту в данном введении-обзоре и перейти к основному материалу, целесообразно все-таки сделать несколько предварительных замечаний, которые помогут осознать тот факт, что проблематика эфира, разработка классической электродинамики к

настоящему времени все еще далеки от окончательного решения. Потому-то и присутствуют в работах самого автора СТО и ОТО противоречия и пессимизм.

Можно полностью согласиться с автором монографии [65], что «отказ от необходимости учета роли физического носителя энергии возмущений, каковым является эфир, есть, в первую очередь, отказ от необходимости изучения физической сущности явлений, попытка ограничиться лишь его формально-математическим описанием, подобрав последнее так, чтобы выводы, следующие из предложенных формульных зависимостей, формально совпадали с экспериментальными данными. Никакие математические выкладки не в состоянии объяснить физическое существо явления, если оно не заложено в исходные условия. Объяснение физической сущности означает не описание явления, а вскрытие его внутреннего механизма, прослеживание причинно-следственных взаимоотношений между его составляющими».

Эта же идея последовательно проводилась авторами настоящей работы при попытках интерпретации эффекта дифракции электронов с классических позиций, без обращения к де-Бройлевским постулатам, подменяющим реальные электромагнитные поля математической абстракцией [66]. В приложениях, помимо классического решения проблемы дифракции электронов, рассматривается также некоторый круг задач, которые до сих пор находили решение не иначе, как в рамках квантовой теории. Разумеется, что это отнюдь не полный и не окончательный пересмотр задач, образующих фундамент квантовой механики, а лишь самый предварительный ответ на вопросы, которые сразу непосредственно возникают, если только последовательно оставаться на классических позициях при построении всеобъемлющей теории электродинамики движущихся сред. С другой стороны, поспешный отказ от “классики” и эфира пока что привел к известному итогу [А. Einstein. Gegenwärtiger Stand der Relativitäts-theorie - 14.10.1931]: «Попытки найти единые законы материи, породить теорию поля и квантовую теорию не прекращались. Речь идет о том, чтобы найти структуру пространства, удовлетворяющую условиям, выдвигаемым обеими теориями. **Результатом оказалось кладбище погребенных надежд.** Между обеими идеями все еще сохраняется пропасть» [67].

Следует признать, что растерянность и пессимизм – частый атрибут науки, но, как правило, временный. Действительно, достаточно обратиться к творчеству “отца классической электродинамики” Д. К. Максвелла, как сразу же обнаруживаются и необходимый оптимизм, и научная интуиция, и удивительное предвидение [68]: «Если мы хотим открывать законы природы, мы можем достичь этого лишь путем возможно более точного ознакомления с явлениями природы, а не путем выражения философским языком неопределенных мнений человека, который вовсе не обладает знанием тех фактов, которые больше всего проливают света на эти законы...

С какими бы трудностями в наших попытках выработать состоятельное представление о строении эфира ни приходилось нам сталкиваться, но

несомненно, что межпланетное и межзвездное пространства не суть пространства пустые, а заняты материальной субстанцией или телом, самым обширным, и, нужно думать, самым однородным, какое только нам известно...

Однако, говоря об энергии поля, я хочу, чтобы меня понимали буквально. Вся энергия есть то же, что и механическая энергия, независимо от того, существует ли она в форме движения или в форме упругости или в какой-либо другой форме. Энергия электромагнитных явлений есть механическая энергия...

Едва ли мы можем избежать вывода, что свет состоит из поперечных колебаний той же самой среды (эфира), которая является причиной электрических и магнитных явлений».

Библиографический список

1. Шаляпин А. Л., Стукалов В. И. Введение в классическую электродинамику и атомную физику. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ, 1999. – 194 с.
2. Фейнман Р. КЭД – странная теория света и вещества. – М.: Наука, 1988. С. 13.
3. Marinov St. The velocity of light is direction dependent. Czechosl. J. Phys. 1974, V. 24, № 9, p. 965 – 970.
4. Marinov St. Rotating disk experiments // Found. Phys. 1978, vol. 8, N 1 – 2, p. 136 – 156.
5. Ефимов А. А., Шпитальная А. А. Об анизотропии вспышечной и пятнообразовательной деятельности Солнца в инерциальном пространстве. / Физические аспекты современной астрономии. – Л.: ЛГУ, 1985, с. 147 – 154.
6. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики: Пер. с англ. / Под ред. Л. И. Пономарева. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1985, 384 с.
Jammer M. The Conceptional Development of Quantum Mechanics, N. Y., McGraw-Hill, 1966.
7. Кляус Е.М., Франкфурт У.И. Макс Планк (1858- 1947). – М.: Наука, 1980. - 392 с.
8. Пуанкаре А. О теории квантов. // А. Пуанкаре. Избр. труды, т. 3, с. 521.

9. Гильберт В. О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле. М.: Изд-во АН СССР, 1956.
10. Декарт Р. Избранные произведения. – М.: Госполитиздат, 1950; Рассуждение о методе. – Л.: Изд-во АН СССР, 1953.
Асмус В. Ф. Декарт. – М.: Госполитиздат, 1956.
Матвиевская Г.П. Рене Декарт. – М.: Наука, 1976.
11. Уиттекер Э.Т. История теории эфира и электричества. Классические теории. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». – 2001, 512 с. С. 25.
A History of the Theories of Aether and Electricity. The Classical Theories. – Thomas Nelson and Sons Ltd, London Edinburg Paris Melbourne Toronto and New York, 1953.
12. Араго Ф. Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров. Том I. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000, 496 стр. С. 113.
13. Энгельс Ф. Диалектика природы. – М.: Политиздат, 1969, 358 стр. С. 171.
14. Гюйгенс Х. Трактат о свете. – М., Л., 1935; Три трактата о механике. – М.: Изд-во АН СССР, 1951.
Франкфурт У. И., Френк А. М. Христиан Гюйгенс. – М.: Изд-во АН СССР, 1962.
15. Фейнман Р. Характер физических законов: Пер. с англ. – 2-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987, 160 стр. С. 33 – 35.
16. Уиттекер Э.Т. История теории эфира и электричества. Классические теории. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». – 2001, 512 с. С. 50.
A History of the Theories of Aether and Electricity. The Classical Theories. – Thomas Nelson and Sons Ltd, London Edinburg Paris Melbourne Toronto and New York, 1953.
17. Ibid., с. 50 – 51.
18. Ibid., с. 51.
19. «Conseil de Physique, Institute Solvay, 1911. Rapports». Paris, Gauthier, 1912.
20. Кляус Е.М., Франкфурт У.И., Френк А. М. Нильс Бор (1885 - 1962). – М.: Наука, 1977. – 384 с. С. 98 – 99.

21. Ibid., с. 99 – 100.
22. Уиттекер Э.Т. История теории эфира и электричества. Классические теории. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». – 2001, 512 с. С. 40 - 41.
A History of the Theories of Aether and Electricity. The Classical Theories. – Thomas Nelson and Sons Ltd, London Edinburg Paris Melbourne Toronto and New York, 1953.
23. Ibid., с. 125 – 126.
24. Ibid., с. 123.
25. Ibid., с. 161.
26. Фейнман Р., Лэйтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 6. Электродинамика. – М.: Мир, 1966. С. 82, 148.
27. Lorentz H. A. Versuch Einer Theorie der Electricischen und Optischen Erscheinungen in Bewegten Körpern. Collected Papers. – Leiden: Brill, 1895. – Bd 5. – S.
Лоренц Х. А. Интерференционный опыт Майкельсона: Перев. с франц. / В кн.: Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности / Под ред. А. А. Тяпкина. – М.: Атомиздат, 1973, 332 с. С. 8 – 12.
28. Lorentz H. A. Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that of light. Proc. Acad. Sci., Amsterdam, 1904, v. 6, p. 809 (Заседание Академии наук 23 апреля 1904 г. Напечатано 27 мая 1904 г.): Verslag, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Juni 1904, d. XII, s. 986.
Лоренц Х. А. Электромагнитные явления в системе, движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света: Перев. с франц. / В кн.: Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности / Под ред. А. А. Тяпкина. – М.: Атомиздат, 1973, 332 с. С. 67 – 88.
29. Poincaré H. Electricité et Optique, Paris, G. Carré et C. Naud, 1901, p. 535 – 536.
Пуанкаре А. Оптические явления в движущихся телах. Из курса лекций по теории электродинамики, прочитанного в Сорбонне в 1899 г. и изданного в 1901 г.: Перев. с франц. И. С. Зарубиной / В кн.: Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности / Под ред. А. А. Тяпкина. – М.: Атомиздат, 1973, 332 с. С. 21 – 22.
Poincaré H. Revue de Métaphysique et de Morale, 1898, t. VI, p. 1 – 13.

- Пуанкаре А. Измерение времени: Перев. с франц. И. С. Зарубиной / В кн.: Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности / Под ред. А. А. Тяпкина. – М.: Атомиздат, 1973, 332 с. С. 12 – 21.
30. Poincaré H. Sur la dynamique de l'électron. Comptes Rendues, Academie des sciences (Paris), 1905, v. 140, p. 1504.
Пуанкаре А. О динамике электрона. Опубликовано 5 июня 1905 г. в докладах Французской академии наук: Перев. с франц. И. С. Зарубиной / В кн.: Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности / Под ред. А. А. Тяпкина. – М.: Атомиздат, 1973, 332 с. С. 90 – 93.
Poincaré H. Sur la dynamique de l'électron. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo, 1906, v. XXI, p. 129. (Статья на языке оригинала поступила в печать 23 июля 1905 г.)
Пуанкаре А. О динамике электрона. Перев. с франц. И. С. Зарубиной / теории относительности / Под ред. А. А. Тяпкина. – М.: Атомиздат, 1973, 332 с. С. 118 – 160. В кн.: Принцип относительности. Сборник работ по специальной
31. Voigt W. // Goett. Nachr. – 1887. – S. 41.
32. Fitzgerald G. F. Aether and Atmosphere of the Earth. Science. – 1889. – Vol. 13. – P. 349.
33. Larmor J. Aether and Matter. – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1900.
Лармор Дж. Эфир и материя. Главы из книги «AETHER AND MATTER», Cambridge, 1900, p. 162 – 193. – Перев. с англ. Н. И. Надеждиной и Ю. И. Иваньшина / В кн.: Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности / Под ред. А. А. Тяпкина. – М.: Атомиздат, 1973, 332 с. С. 48 – 66.
34. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна: Пер. с англ. / Под ред. акад. А.А. Логунова. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989, 568 с. С. 124.
35. Ацюковский В. А. Материализм и релятивизм. Критика методологии современной теоретической физики. – М.: Энергоатомиздат, 1992.
36. Секерин В. И. Очерк о теории относительности. – Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1988.
37. Денисов А. А. Мифы теории относительности. – Вильнюс: ЛитНИИНТИ, 1989.

38. Замятин А. А. Принцип близкодействия. – Свердловск: © Замятин А. А., 1988, 153 стр. С. 120 – 122.
39. Эйнштейн А. Физика и реальность. Сборник статей / Составитель У. И. Франкфурт / Ответственный редактор Б. Г. Кузнецов. – М.: Наука, 1965, 360 стр. С. 191.
Эйнштейн А. О специальной и общей теории относительности (Общедоступное изложение). (Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie, gemeinverständlich). Книга напечатана в 1917 г. в Брауншвейге.
40. Marinov St. A reliable experiment for the proof of the space-time absoluteness // *Phys. Lett.* 1975, A54, N1, p. 19 – 20.
41. Marinov St. The velocity of light is direction dependent. *Czechosl. J. Phys.* 1974, B. 24, № 9, p. 965 – 970.
42. Marinov St. Rotating disk experiments // *Found. Phys.* 1978, vol. 8, N 1 – 2, p. 136 – 156.
43. Marinov St. Moving platform experiments // *Indian J. Phys.* 1981, B55, N5, p. 403 – 418.
44. Marinov St. Measurement of the one-way speed of light and the Earth's absolute velocity // *Proc. 2 Marcel Grossman Meet. Gen. Relativity, Trieste, 5 – 11 July, 1979. Part A. Amsterdam e. a., 1982, p. 547 – 550.*
45. Marinov St. *Classical Physics (East-West, Graz, 1981).*
46. Маринов С. Экспериментальные нарушения принципов относительности, эквивалентности и сохранения энергии. *Физическая мысль России*, 1995, № 1, стр. 52 – 77.
47. Митрофанов О. И. Какого цвета скорость света? *Техника – молодежи*, 2004, № 2, стр. 10 – 13.
48. Малыкин Г. Б. О возможности экспериментальной проверки второго постулата специальной теории относительности. *УФН*, **174**, № 7, 2004, с. 801.
49. Wesley J. P., Monstein C. Solar System Velocity from Muon Flux Anisotropy. *Apeiron*, vol. 3, Nr. 2, April 1996, p. 33 – 37.
50. Принцип относительности. Сборник работ по специальной теории относительности/Под ред. А. А. Тяпкина. – М.: Атомиздат, 1973, 332с.

51. Франкфурт У. И. Специальная и общая теория относительности. Исторический очерк. – М.: Наука, 1968. – 331 с.
52. Терлецкий Я. П. Парадоксы теории относительности. – М.: Наука, 1966, 120 с.
53. Torr D. G., Kolen P. An Experiment to Measure Relative Variations in the One-Way Velocity of Light / Us Depp. Commer. Nat. Bur. Stand., Spec. Publ. 617 (1984), p. 675 – 679.
54. Gagnon D. R., Torr D. G., Kolen P. T., Chang T. Guided-wave measurement of the one-way speed of light. *Physical Review A*, 1988, vol. 38, N 4, p. 1767 – 1772.
55. Струков И., Скулачев Д. Эксперимент “Реликт”: первые результаты. *Наука и жизнь*, 1985, № 4, стр. 152.
Радунская И. Л. Предчувствия и свершения. – Книга третья. Единство. – М.: Дет. лит., 1987. – 382 с. С. 297 – 304.
56. Чернин А. Д. Звезды и физика. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 176 с. Стр. 163 – 167.
57. Гордон А. Г. Ночные диалоги. – М.: Предлог, 2004. – 320 с. С. 4 – 26.
58. Эйнштейн А. Принцип относительности и его следствия в современной физике. Собр. науч. трудов в 4-х томах. – М.: Наука, 1965. Т.1, с. 138-164.
Principe de relativité et ses consequences dans la physique moderne. Arch. Sci. phys. Natur., ser. 4, 1910, 29, 5 –28, 125 – 144.
59. Эйнштейн А. Эфир и теория относительности. Собр. науч. трудов в 4-х томах. – М.: Наука, 1965. Т.1, с. 682-689.
Ather und Relativitätstheorie. Verlag von Julius Springer. Berlin, 1920. (Речь, произнесенная 5 мая 1920 г. в Лейденском университете по поводу избрания Эйнштейна почетным профессором этого университета).
60. Эйнштейн А. Об эфире. Собр. науч. трудов в 4-х томах. – М.: Наука, 1965. Т. 2, с. 154 – 160.
Über den Äther. Schweiz. naturforsch. Gesellschaft, Verhandlungen, 105, 1924, 85-93.
61. Эйнштейн А. Эфир и теория относительности. Собр. науч. трудов в 4-х томах. – М.: Наука, 1965. Т. 1, 700 с. С. 682 – 689.

Äther und Relativitätstheorie. Verlag von Julius Springer. Berlin, 1920. (Речь, произнесенная 5 мая 1920 г. в Лейденском университете по поводу избрания Эйнштейна почетным профессором этого университета. Перевод со 2-го немецкого издания.)

62. Ацюковский В. А. Логические и экспериментальные основы теории относительности. Аналитический обзор.– М.: Изд-во МПИ, 1990.–54с.
Ацюковский В. А. Блеск и нищета теории относительности Эйнштейна. – Жуковский: Петит, 2000. – 17 с.
63. Шаляпин А. Л. О природе дефекта масс связанных частиц и релятивистском движении / Урал. политехн. ин-т, Свердловск, 1986. Деп. в ВИНТИ, 1986. № 8246.
64. Шаляпин А. Л. О динамике частиц и механизме формирования электромагнитных полей / Урал. политехн. ин-т, Свердловск, 1989. Деп. в ВИНТИ, 1989. № 118 – В89.
65. Ацюковский В. А. Материализм и релятивизм. Критика методологии современной теоретической физики. – М.: Энергоатомиздат, 1992.
66. Шаляпин А. Л., Стукалов В. И. К вопросу о применимости метода Фурье в дифракционных моделях / УГТУ-УПИ, Екатеринбург, 1996. Деп. в ВИНТИ, 1996. № 2693 – В 96.
67. Эйнштейн А. Физика и реальность. Современное состояние теории относительности. Сборник статей / Составитель У. И. Франкфурт / Ответственный редактор Б. Г. Кузнецов. – М.: Наука, 1965, 360 стр. С. 274.
68. Максвелл Д. К. Статьи и речи. – М.: Наука, 1968.