

С 3Г  
Г-995

**А. А. Тяпкин**

**ОБ ИСТОРИИ  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
«ТЕОРИИ  
ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ»**

2004-138

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С 3 Г  
Т-995

А. А. Тяпкин

ОБ ИСТОРИИ  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
«ТЕОРИИ  
ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ»

*2-е издание, исправленное*

Объединенный институт  
Дубна 2004  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

146749

+ С 322

УДК 530.12  
Т99

**Тяпкин А. А.**

Т99      **Об истории возникновения «теории относительности». —**  
2-е изд., испр. — Дубна: ОИЯИ, 2004. — 152 с.

ISBN 5-9530-0068-5

УДК 530.12

© А. А. Тяпкин, 1996  
© Издательство «Белка», 1996  
© А. А. Тяпкин, 2004  
© Объединенный институт ядерных исследований, 2004

ISBN 5-9530-0068-5



## ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Предлагаемая читателю статья является одной из последних работ известного ученого профессора Алексея Алексеевича Тяпкина, долгое время проработавшего в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне. Ранее статья была опубликована в 1996 г. в журнале «Специальные исследования пространства» (т. 10), а также в книге «Проблемы современной физики. Выпуск III, посвященный памяти Дмитрия Дмитриевича Иваненко» (М.: Белка, 1996).

Главной целью настоящей публикации является рассказ о том, как во второй половине XX в. были устранены пробелы в описании истории возникновения механики околосветовых скоростей. В статье проводится сравнение работ Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна, приведших к созданию теории относительности. Проведенный автором анализ трудов Пуанкаре показал, что в них имеется почти все основное, что составляет содержание данной теории. Большое внимание в статье уделено освещению прямой связи представленного толкования теории относительности как со многими уже забытыми утверждениями основного ее создателя Пуанкаре, так и с развитием в последние десятилетия XX в. этого толкования, данного в работах А. А. Тяпкина и в другой литературе.

В разделе «Дополнение» рассказывается об интенсивной переписке Эйнштейна с крупнейшим математиком Гильбертом, состоявшейся в 1915 г. перед опубликованием завершающих работ по обобщенной теории тяготения. Оглашение этой переписки сделало достоянием общественности факт заимствования Эйнштейном тензорного уравнения, полученного только Гильбертом. Автор статьи проводит идею, что создателями теории тяготения необходимо считать Эйнштейна и Гильберта, не забывая при этом о вкладе других ученых.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

*...В мир с сокрушительной силой ворвалась теория относительности... Мне кажется, что ни до, ни после ни одна научная мысль, которой удавалось завладеть умами широких слоев публики, не производила равного по силе эффекта.*

Поль Дирак (1977)

Созданная в первые годы XX в. теория положила начало радикальному преобразованию ранее сложившихся физических представлений, легла в основу современной физики. Но, несмотря на столь значительное место этой теории во всей системе современных научных знаний, в традиционном изложении истории ее создания на долгие годы утвердился односторонний подход с несвойственными для точной науки весьма существенными пробелами. В сложившейся историографии оказался особенно недооценен период непосредственно предшествующий созданию, когда в поисках решения возникших противоречий были выдвинуты исходные положения новой физической теории.

Столь невнимательное отношение к периоду формирования исходных принципов фундаментальной теории нельзя объяснить потерей интереса ученых к историческим деталям возникновения новых научных концепций. В тот же период в физике формировались также исходные положения другой новой, еще более радикальной физической теории — квантовой механики. Но в описании истории ее создания начальный период развития исходных идей всегда высоко оценивался как важнейший этап отхода от господствующих тогда принципов классической механики. Действительно, началом квантовой эпохи принято считать 1900 г., когда М. Планк выдвинул гипотезу дискретных энергетических состояний осциллятора и на ее основе установил формулу для спектра равновесного излучения абсолютно черного тела. Высоко оценены были и последующие идеи А. Эйнштейна о фотонах (1905) и Л. де Бройля о гипотетической волне, фазовая скорость которой

определялась скоростью микрочастицы (1923). Во всяком случае, всегда отмечалось, что эти идеи лежат в основе созданной Э. Шредингером волновой механики. Для наглядного выявления пробелов в историографии полезно проводить сравнение описаний эквивалентных периодов в развитии данных двух теорий, составляющих фундамент современной физики.

Необычность выводов новой теории по самым, казалось бы, простым вопросам неизменно вызывала огромный интерес и за пределами научных кругов. Пожалуй, в широкой известности теории относительности, в ее популярности, организованной в основном далекими от науки литераторами, и заключена одна из причин историографических отступлений от точного и объективного описания истории крупнейшего научного открытия XX в. Искажения истории состояли не только в полном забвении решающего вклада выдающегося французского ученого Анри Пуанкаре в начальный период формирования исходных идей новой теории, но и в недооценке его фундаментальных трудов 1905(6) г. по созданию самой теории. Отступлением от явного замалчивания этих исследований стало издание на русском языке в 1935 г. сборника работ классиков релятивизма под редакцией В. К. Фредерикса и Д. Д. Иваненко [1]<sup>1</sup>. В отличие от изданного в 1913 г. в Германии сборника русское издание включало основную работу А. Пуанкаре

<sup>1</sup> Новым поколениям физиков мало известно о редакторе этого сборника профессоре Всеволоде Константиновиче Фредериксе (1885–1944), поскольку его имя как «врага народа» тщательно вычеркивалось из всех публикаций после 1936 г. (он был арестован 20 октября 1936 г., затем в мае 1937 г. безвинно осужден на 10 лет ссылки и скончался, не дождавшись освобождения). Нужно заметить, что В. К. Фредерикс в 30-е гг. был уже ученым с мировым именем, не только теоретиком, но и экспериментатором, известным своими исследованиями в области физики твердого тела и первыми опытами по физике жидких кристаллов.

Еще раньше, сразу после убийства С. М. Кирова, трагические события в начале 1935 г. разразились над несколькими известными физиками Ленинграда, и в том числе над Д. Д. Иваненко, который после выпавших на его долю тяжелых испытаний появился в Томске, благодаря «усилиям Л. И. Френкеля, А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилова и других ученых», как отмечал сам Д. Д. Иваненко в своих воспоминаниях «Эпоха Гамова глазами современника» (см. [2, с. 282]).

1905(6) г. В примечаниях редакторов к статьям сборника было подчеркнуто, что основная статья Пуанкаре «содержит в себе не только параллельную ей работу Эйнштейна, но в некоторых своих частях и значительно более позднюю — почти на три года — статью Минковского, а отчасти даже превосходит последнюю» [1, с. 367], а факт забвения этого фундаментального труда был охарактеризован как не имеющий аналогов в современной физике. Но и высокая оценка работы Пуанкаре оказала определенное влияние лишь на узкий круг физиков-теоретиков и не сразу стала достоянием историков науки даже в России. Отмеченные искажения истории создания теории на примере истории квантовой механики были бы равносильны полному вычеркиванию из истории труда М. Планка 1900 г. и одновременному исключению В. Гейзенберга из числа создателей квантовой теории на основании, допустим, сложности для физиков развитого им в работе 1925 г. операторного формализма<sup>2</sup>.

Следует, однако, уточнить, что замалчивание основной работы Пуанкаре все же не было абсолютным за весь период до выхода сборника 1935 г. Редкой объективностью описания истории отличалась лишь обзорная статья 1921 г. в немецком издании энциклопедии математических наук, написанная будущим выдающимся теоретиком, двадцатилетним студентом Мюнхенского университета В. Паули [3], изданная затем отдельной книгой. Статья начиналась кратким (всего на пять страниц) историческим обзором, который до выхода в 1953 г. книги Э. Уиттекера оставался самым полным и объективным.

Закончив неполный перечень работ, опубликованных в период, предшествующий созданию теории, Паули выделил для дальнейшего рассмотрения труды Лоренца [4], Пуанкаре [5] и Эйнштейна [6], «в которых были установлены положения и развиты

<sup>2</sup> Последнее допущение вполне могло осуществиться в реальной жизни, если бы не появление в том же году разъяснения М. Борна и П. Иордана идеей В. Гейзенберга на основе матричного подхода и своевременного (1926) доказательства самим Э. Шредингером полной

соображения, образующие фундамент теории» [3]. Действительно, имеются все основания считать авторов этих фундаментальных работ основными создателями теории, хотя имелось различие во вкладах каждого из них. Но, несмотря на большой успех книги Паули, многие ученые в последующем игнорировали его историческую оценку и в своих научных публикациях продолжали придерживаться широко распространенной в популярной литературе версии о единственном создателе теории — А. Эйнштейне.

Издание в 1935 г. на русском языке сборника работ классиков релятивизма под редакцией В. К. Фредерикса и Д. Д. Иваненко имело большое значение для последующего уточнения историографии теории. А высокая оценка исследования Пуанкаре [5, 6], данная редакторами сборника в заключительных примечаниях, не случайно была поддержана и получила дальнейшее развитие именно в России в трудах следующего поколения физиков. Так, мною был составлен и в 1973 г. издан в «Атомиздате» самый полный сборник пионерских работ по специальной теории относительности, который включал переводы на русский язык статей Пуанкаре за 1895–1906 гг. [7]. А затем в 1984 г. А. А. Логуновым была опубликована книга «К работам Анри Пуанкаре “О динамике электрона”» [8].

Предлагая издать более полный сборник работ классиков релятивизма, я, на примере сборника «Принцип относительности» (1935),<sup>3</sup> видел в публикациях переводов подлинников забытых

---

тождественности созданной им волновой механики и окончательно сформулированной в том же 1926 г. матричной квантовой механики.

<sup>3</sup> Этот сборник мне удалось в 1946 г. разыскать в библиотеке при Строительной выставке, когда я был студентом Московского инженерно-строительного института. Именно знакомство со сборником и с книгой Д. И. Блохинцева «Введение в квантовую механику» (1944) помогло мне принять окончательное решение об изменении специальности. До знакомства с работами создателей теории я прочел только одну книгу о ней. Это была книга Б. М. Гессена «Основные идеи теории относительности» (см. статью [9]). Ее мне доверительно вручил доцент кафедры математики в МИСИ В. Э. Фриденберг, попросив меня никому не показывать, поскольку ее автор был арестован в 1935 г. как «враг народа».

ранних трудов А. Пуанкаре и Дж. Лармора самый лучший способ убеждения читателей в решающей роли этих ученых в создании концепции пространства-времени и в подготовке научной атмосферы для окончательного решения проблемы. Сборник [7] включал целый раздел «Возникновение концепции относительности», в который наряду с ранее опубликованной на русском языке работой Лоренца 1895 г. были включены работы Пуанкаре 1895, 1898, 1901 (лекции 1899 г.), 1902 и 1904 гг.

В книге А. А. Логунова, посвященной двум публикациям А. Пуанкаре 1905–1906 гг. [5], выбрана нестандартная форма изложения анализа работ. Вместо обычного цитирования отрывков обсуждаемых подлинников в книгу включены были полные тексты этих двух статей, опубликованных А. Пуанкаре под одним названием «О динамике электрона», которые время от времени прерывались весьма существенными дополнениями А. Логунова. Его комментарии подчинены были в основном одной цели — показать глубокий физический смысл и принципиальную новизну отдельных положений и соотношений, установленных Пуанкаре. При этом А. А. Логунов часто текст своих разъяснений прерывает цитатами из более ранних статей Пуанкаре. Из этих добавлений становится предельно ясно, что основные положения новой теории были выдвинуты французским ученым задолго до 1905 г., а некоторым новым понятиям типа «местного» времени в ранних статьях дано было наглядное объяснение их физического смысла. Одновременно становится ясно, насколько выиграла бы тогда в глазах физиков основная статья Пуанкаре, предназначенная для

---

О том, что жестокая участь постигла и редакторов сборника [1], мне тогда ничего не было известно. Весной 1949 г. на методологическом семинаре физического факультета МГУ при обсуждении «материалистической теории» профессора математики Н. А. Леднева я, тогда студент 5-го курса Инженерно-физического факультета, позволил себе публично выступить на семинаре с резкой критикой, упрекнув и профессора Д. Д. Иваненко в недостаточном мужестве, проявленном им при защите теории относительности. Бестактность этого упрека стала мне ясна только в последние годы, после того, как я обнаружил в опубликованных протоколах допроса Л. Д. Ландау упоминание об аресте Д. Д. Иваненко в 1935 г. [10].

математического журнала «Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo», от привлечения его ранних объяснений или хотя бы ссылок на свои статьи по поводу таких разъяснений физического смысла.

Важно отметить, что в книге А. А. Логунова все формулы в приведенных статьях Пуанкаре даны впервые с использованием современных обозначений, что существенно облегчает понимание теоретических соотношений.

Рассказ о том, как в основном во второй половине XX в. были устранены пробелы в описании истории возникновения механики околосветовых скоростей, и составляет главную цель нашего сообщения. Мы также кратко обсудим те утверждения А. Пуанкаре и Г. А. Лоренца, которые способствовали развитию в последние годы более глубокого понимания сущности теории. Тем самым мы наглядно продемонстрируем, что невнимательное отношение к истории создания крупнейшего научного открытия привело прежде всего к обеднению утвердившегося на долгие годы понимания сущности происшедшего в начале XX в. преобразования основных физических представлений. Мы кратко обсудим также возникновение идеи обобщения принципа эквивалентности инерциальных систем отсчета (ИСО) и непростую историю поисков и создания ковариантных уравнений гравитационного поля.

## 2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ИСХОДНЫХ ИДЕЙ

*Опыт дал множество фактов, которые допускают следующее обобщение: невозможно обнаружить абсолютное движение материи или, точнее, относительное движение весомой материи и эфира.*

Анри Пуанкаре (1895)

В описании истории специальной теории относительности, по крайней мере до 1953 г., вообще отсутствовало упоминание о формулировке исходных идей теории в период, предшествующий ее

созданию. Только отмечалось формальное использование в работах В. Фойгта (1887) и Г. А. Лоренца (1892 и 1895) «местного» времени в движущейся системе с началом отсчета времени, линейно возрастающим от пространственной координаты.

Новое слово в историографию этой теории было внесено появлением в 1953 г. второго тома исторического труда известного английского математика Э. Уиттекера [11] (первый том вышел в 1910 г.). В нем впервые было обращено внимание на то, что знаменитый французский математик и физик-теоретик Анри Пуанкаре в 1899 г. в своих лекциях в Сорбонне высказал твердое убеждение в принципиальной невозможности наблюдения в оптических опытах абсолютного движения в силу строгого выполнения принципа относительности для оптических явлений. Эту идею ученый высказал затем и в докладе на Международном физическом конгрессе в Париже в 1900 г. [12]. В своей книге Э. Уиттекер привел следующее весьма четкое предсказание новой механики из доклада А. Пуанкаре на конгрессе искусств и науки в Сент-Луисе (1904): «На основе всех этих результатов должна появиться новая динамика, которая помимо всего прочего характеризовалась бы правилом, что ничто не может иметь скорость, превышающую скорость света» [13].

Глава книги Уиттекера, посвященная специальной теории относительности, вызвала оживленную дискуссию и, несомненно, пробудила интерес у многих ученых к самостоятельным историческим исследованиям периода, предшествовавшего созданию этой теории. В результате не только более детально были изучены указанные Уиттекером работы Пуанкаре, но и спасено от забвения еще несколько его выступлений в печати [14, 15]. Выяснилось, что принцип эквивалентности ИСО для электромагнитных явлений был выдвинут Пуанкаре еще раньше, в 1895 г. в двух статьях, посвященных обсуждению теории Лармора. Приведенный в начале данного раздела настоящей статьи эпиграф взят нами из заключительной части последней статьи 1895 г. [14]. Далее, ссылаясь на опыт Майкельсона, А. Пуанкаре подчеркнул, что



теория должна удовлетворять этому принципу без всяких ограничений по точности.

В работе [16] мною было обращено внимание на то, что в 1898 г. Пуанкаре в статье «Измерение времени» [15], обсуждая проблему определения количественных характеристик физического времени, пришел к важным выводам о конвенциональной сущности понятия одновременности, представляющим не только исторический интерес, но и позволяющим уяснить ограниченность существующей трактовки пространственно-временного аспекта специальной теории относительности. Пуанкаре отметил, что постулат постоянства скорости света «дал нам новое правило для поиска одновременности». Но в отношении используемого при этом предположения о независимости скорости света от направления распространения автор сделал следующее категорическое утверждение: «Это есть постулат, без которого нельзя было бы предпринять никакого измерения этой скорости. Данный постулат никогда нельзя проверить прямо на опыте» [15].

Такие весьма глубокие соображения дали ему полное основание закончить статью следующим категорическим выводом: «Одновременность двух событий или порядок их следования, равенство двух длительностей должны определяться таким образом, чтобы формулировка естественных законов была бы настолько простой, насколько это возможно. Другими словами, все эти правила, все эти определения являются лишь плодом неосознанного соглашения» [15].

Эти ценные идеи крупнейшего мыслителя, к сожалению, не были в достаточной степени в явном виде использованы при создании специальной теории, в отличие от его установки на строгое выполнение принципа эквивалентности ИСО для электромагнитных явлений. Не были осмыслены они в полной мере и позднее. Так, не было осознано, что в основе вывода о конвенциональной сущности одновременности разноместных событий лежит принципиальная невозможность измерения скорости света в одном направлении без принятия соглашения о соотношении скоростей физических процессов в противоположных направлениях [16].

О недопонимании этого принципиального вопроса даже специалистами, как было показано в моей статье [17], убедительно свидетельствует факт публикаций в ряде центральных физических журналов ложно обоснованных предложений измерить скорость света в одном направлении. Такие предложения неявно противоречат принципу причинности, и публикация их столь же бесславна для редакций солидных научных журналов, как и обсуждение предложений по созданию «*perpetuum mobile*».

Дальнейшее развитие идеи определения времени на основе постулата о постоянстве скорости света было дано Пуанкаре в статье 1900 г. «Теория Лоренца и принцип реакции» [18]. В этой работе впервые была дана физическая интерпретация введенного Лоренцем «местного» времени как времени, соответствующего показаниям часов, синхронизированных световым сигналом в предположении постоянства скорости света. Так, Пуанкаре в данной работе писал: «Я предполагаю, что наблюдатели, расположенные в различных точках, регулируют свои часы с помощью световых сигналов, что они подправляют эти сигналы на время передачи, игнорируя при этом поступательное движение, в котором они находятся, и считая вследствие этого, что сигналы распространяются одинаково быстро в обоих направлениях. Они ограничиваются тем, что проводят перекрестные наблюдения, посылая сигналы из  $A$  в  $B$ , затем — из  $B$  в  $A$ . Местное время  $t'$  есть время, отмечаемое часами, отрегулированными таким образом» [18, с. 272]. Данная статья игнорировалась историографией, хотя его разъяснения сущности собственного времени в инерциальных системах были приняты наукой после того, как Эйнштейн в своей знаменитой работе 1905 г. повторил те же рассуждения, сохранив в них даже характерную для Пуанкаре операционалистскую подмену времени показаниями часов.

К данному периоду следует отнести и исследования, в которых были получены новые преобразования пространственно-временных координат, занявшие затем центральное место в теории. В литературе широко распространено мнение, что впервые эти преобразования были приведены Лоренцем в работе 1904 г. Менее

известен факт появления их в книге «Эфир и материя» английского физика-теоретика Дж. Лармора в 1900 г. [19]<sup>4</sup>. И уже совсем осталось не отмечено историками, что впервые Лоренц пришел к этим преобразованиям, получившим по предложению Пуанкаре название группы Лоренца, в работе 1899 г. [20]. В данной статье Лоренц добавил множитель  $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$  к введенным им в 1895 г. преобразованиям. Только после добавления этого множителя новые преобразования стали строго удовлетворять требованиям (математической) группы и соответствовать инвариантности уравнений Максвелла.

### 3. СОЗДАНИЕ ТЕОРИИ

*Специальная теория относительности не является трудом одного человека, она возникла в результате совместных усилий группы великих исследователей — Лоренца, Пуанкаре, Эйнштейна, Минковского.*

Макс Борн (1959)

Таким образом, к концу прошлого века проблема объяснения отсутствия «эфирного ветра» трудами Пуанкаре, Лоренца и Лармора была достаточно подготовлена для окончательного решения. В частности, Пуанкаре уже высказал в научной печати основные необходимые и достаточные исходные положения. Именно этой завершенностью идейной подготовки, на наш взгляд, объясняется тот факт, что научная проблема, остро вставшая перед физиками более пятнадцати лет назад, была решена в течение сравнительно короткого времени (в 1904–1905 гг.) тремя выдающимися

<sup>4</sup> К приведенным историческим сведениям следует добавить, что в книге Лармора в гл. XI п. 113 впервые была получена формула сложения скоростей, а в п. 114 автор впервые обсуждал эффект замедления электромагнитных процессов в движущейся через эфир материальной системе.

учеными — Лоренцем [4], Пуанкаре [5] и Эйнштейном [6]<sup>5</sup>. Работа Лоренца была доложена на заседании Амстердамской академии наук 23 апреля 1904 г. и напечатана 27 мая 1904 г.; краткое сообщение о полученных результатах было сделано Пуанкаре 5 июня 1905 г. и, датированное тем же числом, было опубликовано в докладах Французской академии наук, а его следующая статья под тем же названием поступила в печать 23 июля 1905 г. и была опубликована в январе 1906 г.<sup>6</sup>; статья Эйнштейна поступила в журнал 30 июня 1905 г. и опубликована была в сентябрьском номере того же года.

Все указанные статьи имели весьма скромные названия, и в самих названиях не было и намека на содержащееся в них решение центральной проблемы, связанной с невозможностью наблюдения движения относительно электромагнитного эфира. Работа Лоренца называлась «Электромагнитные явления в системе, движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света», обе статьи Пуанкаре напечатаны под одним и тем же названием «О динамике электрона», а статья Эйнштейна — под названием «К электродинамике движущихся тел».

История завершающего периода создания специальной теории относительности осложнена лишь различием в оценках значения известных параллельных работ и проистекающим отсюда

<sup>5</sup> Эта же мысль о подготовленности научной обстановки в 1905 г. для окончательного решения проблемы была высказана в конце жизни и самим Эйнштейном, который в связи с вопросом Карла Зелига писал: «Это несомненно, что специальная теория относительности, если мы рассмотрим ее развитие ретроспективно, созрела для открытия в 1905 г. Уже Лоренц заметил, что для анализа максвелловых уравнений существенны преобразования, которые позднее стали известны под его именем, а Пуанкаре еще более углубил это знание». Мы цитируем этот отрывок по английскому изданию книги М. Борна, в которой сам ответ Эйнштейна приведен на немецком языке [21, с.193].

<sup>6</sup> Следуя В. Паули, мы объединяем эти работы Пуанкаре в одной ссылке, поскольку они представляют собой две публикации одного и того же исследования и, соответственно, опубликованы автором под одним названием.

недостаточным вниманием к альтернативным подходам. В этих расхождениях проявились прежде всего объективные трудности понимания теоретических построений — в одном случае, и постижения логики размышления — в другом. Но, к сожалению, здесь присутствовала и необъективность оценок исследований, вызванная тенденциозным выделением работы, первой получившей широкое признание. Конечно, в историческом анализе не следует впадать в крайности и нужно трезво оценивать как значение первых, но весьма еще нечетких формулировок новой физической теории (Лармор, Лоренц), так и преимущества возникших несколько позднее изложений той же теории (Эйнштейн, Пуанкаре, Минковский). Тогда при объективном рассмотрении нетрудно будет установить, что эта теория, как и квантовая механика, создана рядом выдающихся ученых начала XX в.

Статья Эйнштейна (тогда никому не известного молодого исследователя), опубликованная в центральном немецком научном журнале («Annalen der Physik»), сразу же обратила на себя большое внимание. Чтобы подчеркнуть необычность возникшего внимания и указать на нетривиальность объяснения огромного успеха работы молодого ученого, заметим, что она не содержала ни одного нового соотношения или нового физического эффекта, не опубликованного до 1905 г.<sup>7</sup> И в то же время данная статья не содержала ни одной

<sup>7</sup> Вполне обоснованно называют именем Эйнштейна фундаментальный закон пропорциональности между энергией и массой  $E/m = c^2$ , но это знаменитое соотношение между массой и энергией было опубликовано не в обсуждаемой нами работе [6], а в следующем исследовании Эйнштейна того же года (1905) [22]. Однако в нем не было ни одной ссылки на предшествующие работы других авторов, хотя ранее ряд ученых обсуждал эту проблему и некоторые из них вплотную приблизились к установлению правильного соотношения. Правда, только Эйнштейн, доказав данное соотношение для электромагнитного процесса, сделал предположение о его справедливости для всех форм энергии и массы, но ссылку на постановку самой проблемы взаимосвязи энергии и массы, а также сравнение с ранее полученными результатами, конечно, полагалось привести даже автору окончательного решения

прямой литературной ссылки. По этому поводу М. Борн позднее так писал о статье Эйнштейна: «Поразителен тот факт, что она не содержит ни одной ссылки на предшествующие работы. Она создает у вас впечатление чего-то совершенно нового в науке. Но это, как я старался показать, конечно, не так» [7, с. 236; 21, с. 193]. К этим словам остается лишь добавить, что полным отсутствием ссылок статья Эйнштейна резко нарушала все сложившиеся в научном обществе самые элементарные правила написания научных трудов.

И несмотря на столь существенное отступление от правил, именно эта статья сыграла первостепенную роль в признании теории передовыми учеными того времени. Ее несомненный успех можно было бы объяснить только вескими и объективными причинами, а именно в том случае, если бы статья Эйнштейна содержала последовательное, строгое и целостное построение новой физической теории с подробным объяснением необходимости принятия новых представлений о пространстве и времени, а также содержала наглядное разъяснение физического смысла нового понятия о собственном времени каждой инерциальной системы координат.

Но, отмечая преимущества статьи Эйнштейна по сравнению с параллельными работами других авторов, не следует впадать в крайность и считать, что этими важными для признания теории преимуществами одного из первых изложений теории сколько-нибудь исчерпывался сам предмет научного исследования. На самом же деле работы Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна, дополняя друг друга, вскрывали разные аспекты проблемы, и в том числе важнейшее понимание абсолютного содержания теории.

проблемы. *Примечание редакции.* В книге В. П. Карцева «Приключения великих уравнений» (М.: Знание, 1971) говорится, в частности, об Оливере Хевисайде — удивительном великом ученом, который, возможно, даже считал публикацию статей в научных журналах постыдным времяпровождением. Как пишет Карцев, «знаменитая формула  $E/m = c^2$  была выведена Хевисайдом за 15 лет до Эйнштейна, которому эта замечательная заслуга приписывается в известной степени несправедливо». После смерти Хевисайда в 1925 г. рукописи его были похищены.

### 3.1. Феномен из патентного бюро

К отмеченной выше особенности написания научных статей, я полагаю, имеет прямое отношение школа, пройденная молодым Эйнштейном за годы работы техническим инспектором в Швейцарском патентном бюро в Берне. Ведь в обязанности инспектора по патентным заявкам входит и оказание помощи авторам в правильном составлении заявок на технические изобретения. А в представлении о правильном составлении заявки входит и умение обходить патенты предшественников изобретателя. Строгие законы охраны так называемой «духовной собственности» в области технического творчества предопределены сугубо материальными соображениями, возможностями воплощения идей в материальном производстве.

А истинно духовные ценности научного творчества, процесса научного познания самой природы находятся под защитой только зыбких норм самого научного сообщества. Ученый публикует в печати свои идеи незаконченного научного труда только для того, чтобы другие, воспользовавшись ими, смогли продвинуться ближе к окончательному решению проблемы. При этом он, конечно, надеется, что и его вклад в общее дело будет не забыт простым упоминанием его статьи или даже указанием важности содержащейся в работе новой идеи. Но такая ненадежная охрана духовной собственности научного творчества все же была оправдана тем бурным прогрессом научного познания, который обусловлен широким обменом информацией на всех этапах научного творчества и особенно важного на этапе обсуждения путей преодоления встретившихся трудностей<sup>8</sup>.

Теперь представим себе молодого сотрудника патентного бюро, вступившего на поле «чистой» науки. Если он обладает незаурядными способностями и сможет среди идей, разбросанных по многим научным журналам, выделить действительно

<sup>8</sup> Известно, например, что Пьер и Мария Кюри после семейного обсуждения сознательно приняли решение не патентовать свое открытие радия, чтобы ради собственной материальной выгоды не нанести вред научному прогрессу строгими законами охраны патента.

перспективные, то он почувствует себя на этом поле науки как среди разбросанных алмазов и подберет сразу несколько самых крупных для дальнейшей огранки. Такому ученому, увидевшему среди россыпи идей сразу несколько перспективных научных предложений для приложения собственных способностей, может, конечно, помешать только распыление своих сил. Но при удачном исходе собственных исследований ему, как воспитанному на законах патентного права, будет нелегко признаться в использовании незавершенных идей других авторов.

Эти рассуждения могли бы показаться пустыми домыслами о гении, попавшем на богатые россыпи незавершенных идей, если бы не пример Эйнштейна, давшего в один год многократное подтверждение данным суждениям. В 1905 г. он опубликовал в центральном немецком журнале четыре статьи по самым актуальным в то время направлениям, находящимся в центре внимания физиков разных стран. В каждом из направлений, можно сказать, уже назревало радикальное решение проблемы, подготовленное предыдущими исследованиями. Но чтобы один автор в один год дал долгожданное существенное продвижение сразу по четырем направлениям, такого в истории физики еще никогда не было не только до 1905 г., но и во все последующие годы бурного развития физики. Каждая отдельная статья могла навечно сделать имя крупнейшего физика любому молодому исследователю, и тем с большим успехом, чем подробнее автор обсудил бы научные источники предложенного им решения проблемы.

Физика, накопив свои проблемы, как бы ждала прихода такого проницательного ученого, который своим свежим взглядом сумеет заметить давно созревшие для решения проблемы и сможет снять обильный урожай, отделив их от проблем, требующих дальнейшего длительного созревания, упорного подготовительного труда крупнейших исследователей. Так, например, давно ждала своего решения проблема доказательства существования атомов и молекул. Крайне нуждалась в дальнейшем развитии и радикальная гипотеза М. Планка о дискретных уровнях осцилляторов вещества. Настоятельно требовала объяснения давняя проблема

невозможности наблюдения каких-либо эффектов, связанных с абсолютным движением системы через эфир. Также окончательного решения ожидала проблема взаимосвязи энергии и массы, поставленная еще в 1881 г. Дж. Дж. Томсоном как задача увеличения массы наэлектризованного тела.

Перечисленные выше проблемы потому и накопились в физике к началу XX в., что их окончательное решение, а в случае с квантом действия Планка даже дальнейшее развитие самой идеи, требовало необычайной смелости мышления, способности посягнуть на, казалось бы, незыблемые устои классической физики Ньютона. Конечно, молодому ученому вполне естественно было начать свою научную деятельность с продолжения более традиционных исследований маститых ученых. Но молодой Эйнштейн выбрал для себя весьма смелый путь развития радикальных идей предшественников, а риск остаться непризнанным гением он, похоже, решил уменьшить реализацией смелых начинаний в разных научных направлениях. Опубликовав в один год свои фундаментальные исследования по важнейшим проблемам новейшей физики, он заявил о себе всему научному миру как об ученом, обладающем необыкновенным чувством нового и редкой способностью развивать самые смелые начинания других ученых.

На эту удивительную особенность творчества молодого Эйнштейна обратил внимание А. Пуанкаре, который в своем ответе на поступивший в конце 1911 г. запрос швейцарских коллег писал: «Господин Эйнштейн — один из самых оригинальных умов, которые я знал; несмотря на свою молодость, он уже занял весьма почетное место среди ученых своего времени. То, что нас больше всего должно восхищать в нем, это легкость, с которой он приспособливается (s'adapte) к новым концепциям и умеет извлечь из них все следствия» [23, с. 408; 24, с. 111].

Конечно, не только поразительная склонность А. Эйнштейна к новым нетрадиционным научным решениям, но и тщательность анализа, и глубина проникновения в проведенную до него идейную проработку научной проблемы позволили ему, новому

исследователю, так эффективно включиться в поиски радикального решения важнейшей физической проблемы и первой же своей публикацией на эту тему со свойственной молодому ученому решительностью встать в один ряд с такими выдающимися авторитетами теоретической физики, как Г. А. Лоренц и А. Пуанкаре.

Но успешное развитие смелых новаторских начинаний других ученых, причем одновременно по нескольким научным направлениям, для Эйнштейна было характерно только в начальный период его научной деятельности. В дальнейшем при создании общей теории относительности и затем при затянувшихся на 35 лет поисках единой теории гравитации и электромагнетизма Эйнштейн показал пример упорного труда, сосредоточенного целиком на одной проблеме, проявив при этом полную самостоятельность и в самом выборе научной тематики. Большую самостоятельность Эйнштейн проявил в последующем также в оценке квантовой механики, разойдясь в данном вопросе с большинством выдающихся физиков XX столетия. Он считал квантовую механику далеко не полной теорией, решившей лишь ограниченную задачу микрофизики. Роль такой оценки для дальнейшего развития понимания глубокого содержания квантовой теории была особо подчеркнута в моей работе [25]<sup>9</sup>.

Статьи же Эйнштейна начального периода его научной деятельности из-за отсутствия в них конкретного упоминания предыстории решаемой проблемы несут отпечаток влияния его работы в патентном бюро. Хотя в первой статье 1905 г. [26], давшей

<sup>9</sup> О самобытности и оригинальности позиции великого ученого по многим важнейшим проблемам физики настолько хорошо известно, что наши краткие иллюстрации этих особенностей Эйнштейна могут показаться наивными попытками дилетанта доказать очевидное и общеизвестное. Однако мы сочли необходимым упомянуть здесь о них только в связи с тем, что перед этим мы отметили малоизвестную и старательно замалчиваемую в истории науки черту начального периода творческой деятельности ученого, проявившейся в успешном развитии смелых идей своих предшественников.

формулировки законов фотоэффекта, помимо ссылок на экспериментальные результаты Ф. Ленарда (1902, 1903) и И. Штарка (1902) имеется еще и ссылка на знаменитую теоретическую работу М. Планка (1900), в которой был введен квант действия и открыт квантовый закон равновесного излучения абсолютно черного тела. Но даже эта, казалось бы, обязательная для работы по дальнейшему развитию идеи квантов ссылка появилась в статье благодаря влиянию его друга М. Бессо, что стало ясно только после публикации их переписки. Много лет данная работа не получала признания, и ситуация изменилась только после успешной экспериментальной проверки предсказанных Эйнштейном законов фотоэффекта<sup>10</sup>.

В следующей публикации 1905 г. Эйнштейн создал теорию броуновского движения на основе молекулярно-кинетической теории [27]. В том же году теорию броуновского движения создал и известный польский физик-теоретик М. Смолуховский. Независимость их работ подтверждает наше предположение, что Эйнштейн в один год мог так плодотворно выступить по нескольким проблемам только благодаря их предварительной подготовке предшествующим ходом развития статистической механики. Теория броуновского движения сыграла вскоре решающую роль в экспериментальном доказательстве реальности существования молекул (Ж. Перрен (1908)). Но в этой статье Эйнштейна, к удивлению читателей, не было даже упоминания имени основателя кинетической теории и страстного защитника атомистической гипотезы Л. Больцмана.

<sup>10</sup> В краткой формулировке мотивов присуждения Эйнштейну Нобелевской премии за 1921 г. кроме общих слов «присуждена за важные математико-физические исследования» был конкретно упомянут только результат этой работы: «особенно за открытие законов фотоэлектрического эффекта». Так что ссылка на М. Планка, который получил Нобелевскую премию в 1918 г., только помогла объединению их работ как положивших начало развитию квантовой эпохи.

двух других статьях Эйнштейна 1905 г. [6, 22] мы уже говорили раньше. Так что это гипертрофированное стремление к полному сокрытию молодым Эйнштейном научных источников своих открытий представляет собой неоспоримый факт, неоднократно подтвержденный его первыми публикациями по каждой новой теме. (Предположением было лишь соображение о происхождении этой ненормальности под влиянием работы в патентном бюро.) Сам же факт патологического сокрытия литературных источников своих открытий вынуждает нас для установления связи с предшествующими исследованиями исходить в основном из сопоставления содержания его работ с ранее опубликованными материалами. А старый принцип нормального научного сообщества, по которому отсутствие ссылки на ранее опубликованные статьи указывает на независимый приход автора к ранее опубликованному результату, мы должны считать полностью неприменимым к научным трудам Эйнштейна. Но в то же время мы должны отклонять подобные соображения о предполагаемом изучении конкретной статьи в том случае, когда имеется утверждение самого Эйнштейна, отрицающее его знакомство с данной работой, поскольку мы располагаем лишь фактами умалчивания ученого о своих предшественниках<sup>11</sup>, а вовсе не ложных свидетельств по данному поводу.

<sup>11</sup> Например, имеется, так сказать, вполне документально подтвержденный случай умолчания Эйнштейном в своем выступлении 25 ноября 1915 г. и в соответствующей статье от 2 декабря о полученном им (18 ноября того же года) тексте доклада Д. Гильберта, содержащего знаменитые общековариантные уравнения гравитационного поля — основные уравнения общей теории относительности. Об этом случае стало известно только в канун столетия со дня рождения Эйнштейна, когда была опубликована его переписка 1915 г. с выдающимся геттингенским математиком Давидом Гильбертом. Так что своей манере умолчания о первоисточниках Эйнштейн следовал не только в первые годы научной деятельности, но и позднее, став уже членом Прусской академии

Отсутствие ссылок на своих предшественников на самом деле было характерно в основном для его первых публикаций по новой проблеме, а последующие публикации Эйнштейн нередко начинал с весьма яркой ссылки на предшественника. Так, например, вторая статья Эйнштейна [28] по проблеме взаимосвязи энергии и массы начинается с краткого вступления (15 строк), которое заканчивается таким признанием. по поводу полученного им в прошлой статье соотношения  $E = mc^2$ : «Несмотря на то, что простое формальное рассмотрение, которое должно быть проведено для доказательства этого утверждения, в основном содержится в работе А. Пуанкаре \*, мы из соображений наглядности не будем основываться на этой работе». Значок «\*» в цитируемой фразе означает наличие ссылки на соответствующую статью Пуанкаре 1900 г. (см. [18]).

Конечно, доброжелательные поклонники творчества Эйнштейна имели полное право считать, что ссылка на исследование Пуанкаре появилась в работе 1906 г. после того, как более осведомленные в научной литературе люди указали на нее, прочитав статью Эйнштейна 1905 г. Такие подсказки со стороны других ученых обязательно должны были появиться: они должны были указывать на хорошо известные работы крупнейших ученых, и адресовались они молодому ученому, написавшему оригинальную статью о важнейшей и актуальной проблеме без единой ссылки на предшествующие попытки радикального решения той же проблемы. Поэтому такие подсказки, скорее всего, служили упреком молодому автору в его неосведомленности или даже намеком на умышленное сокрытие первоисточников развиваемых концепций. И, надо полагать, именно в ответ таким назойливым читателям Эйнштейн позволил себе нескромно отстаивать свое право писать статьи, не обременяя себя просмотром научной литературы<sup>12</sup>.

---

наук. Чтобы не прерывать наше повествование, мы продолжим свой рассказ об этом случае в отдельном дополнении к данной статье.

<sup>12</sup> Так, в 1907 г. Эйнштейн затронул данный вопрос в своей новой статье о массе и энергии, закончив вводную часть словами:

Неуместность такой позиции автора станет очевидной, если напомнить, что речь идет не просто о некотором недосмотре при составлении библиографического списка, а о полном отсутствии каких-либо ссылок в работе, посвященной важнейшему теоретическому построению на основе выдвинутых ранее исходных положений этой теории.

Но приведенная Эйнштейном ссылка на публикацию Пуанкаре 1900 г. должна быть внимательно рассмотрена по причине связи ее содержания с текстом основной статьи Эйнштейна 1905 г., посвященной принципу относительности. Статья Пуанкаре появилась в юбилейном номере голландского журнала, посвященного 25-летию периода заведования Лоренцем кафедрой теоретической физики Лейденского университета. В данной обширной статье обсуждалось несколько актуальных вопросов теоретической физики того времени. Ссылка Эйнштейна на работу была связана с тем, что в ней Пуанкаре пришел к фундаментальному выводу, что для выполнения принципа равенства действия противодействию необходимо электромагнитное поле излучения наделить плотностью импульса и, соответственно, плотностью инертной массы, равной плотности энергии поля, деленной на квадрат скорости света. Но статья эта замечательна еще и тем, что в ней Пуанкаре впервые дал физическую интерпретацию введенного Лоренцем «местного» времени как времени, соответствующего показаниям часов, синхронизированных световым сигналом в предположении постоянства скорости его распространения в рассматриваемой движущейся системе. Появление аналогичного разъяснения в работе Эйнштейна, конечно, сыграло важную роль

---

«Представляется естественным, что последующее могло быть уже частично выяснено другими авторами раньше; однако, принимая во внимание, что затронутые здесь вопросы обсуждаются с новой точки зрения, я позволю себе отказаться от весьма затруднительного для меня просмотра литературы, надеясь, что этот пробел будет восполнен другими, как это уже было любезно сделано гг. Планком и Кауфманом в отношении моей первой работы о принципе относительности» [29, с. 54].



для признания радикально новой концепции физического времени и всей вытекающей отсюда необычной теории.

Мы уже отмечали дословное совпадение соответствующих текстов о синхронизации часов в этих трудах, и нам для окончательного вывода о несомненном влиянии на Эйнштейна статьи Пуанкаре остается лишь убедиться в отсутствии сведений о прямом отрицании знакомства с ранними работами французского ученого.

В связи с выходом книги Уиттекера биограф Эйнштейна доктор К. Зелиг обратился к Эйнштейну с вопросом о том, с какими исследованиями предшественников он был знаком, работая над своей знаменитой статьей. На данный вопрос был дан следующий краткий ответ: «Что касается меня, то я знал только фундаментальный труд Лоренца, написанный в 1895 г., но не был знаком с его более поздней работой и со связанным с ней исследованием Пуанкаре. В этом смысле моя работа была самостоятельной» [24, с. 60]. И все же это был ответ, весьма не полный в отношении трудов Пуанкаре. В нем говорилось только о работах, связанных со статьей Лоренца 1904 г., и умалчивалось о ранних исследованиях Пуанкаре, на которые впервые было обращено серьезное внимание в книге Уиттекера.

Но обвинение в уклончивом ответе справедливо, конечно, только в случае точного перевода приведенных выше слов Эйнштейна, взятых нами из русского перевода книги К. Зелига [24]. Тот же текст в русском издании книги М. Борна существенно отличается в части, касающейся работ Пуанкаре: «...но не знал ни более поздних его работ, ни относящегося к этой проблеме исследования Пуанкаре» [21а, с. 322]. Поскольку здесь сказано об исследовании Пуанкаре, относящемся к данной проблеме, то было бы неправомерным исключать ранние работы Пуанкаре. Но так как во всем остальном тексте ответа Эйнштейна имеется дословное совпадение, то создается впечатление преднамеренного искажения ответа Эйнштейна специально для «русскоязычной» публики или в сторону расширения на всю проблему, или в сторону сужения до работ, связанных со статьей Лоренца 1904 г. В издании перевода

книги М. Борна под общей редакцией С. Г. Суворова от имени Издательства иностранной литературы читателям сообщено, что «русский перевод осуществлен с английского, но сверен также и с немецким изданием». Правда, заверение о проверке английского текста для интересующего нас отрывка не существенно, поскольку пунктуальный автор и в английском издании книги ответ Эйнштейна приводит на языке подлинника: «...aber nicht Lorentz', spatere Arbeiten, und auch nicht daran anschliebende Untersucheng von Poincare» [21, с. 193]. Как видно из данного немецкого текста, здесь нет никакого обобщения на всю проблему, а четко говорится, что он знал работу Лоренца 1895 г.: «...но не поздние работы Лоренца и также не последующее за этим исследование Пуанкаре» (присутствующее здесь слово «daran» однозначно связывает последующее исследование Пуанкаре с прежде сказанными словами о поздних работах Лоренца).

Таким образом, здесь мы действительно сталкиваемся с явным искажением ответа Эйнштейна, обусловленным, скорее всего, непременным желанием подогнать его ответ под версию о незнакомстве с ранними работами Пуанкаре, версию, утвердившуюся ранее только на зыбкой основе отсутствия ссылок в статье Эйнштейна 1905 г. Подобные искажения истины оказались возможны в научной печати как результат, порожденный стремлением в России не отступать от идеала «библейского святого».

### 3.2. «Канонизация» Эйнштейна в России

Название данного параграфа заимствовано нами из книги А. Пайса [30]. В свое время по предложению академика Л. И. Седова из издательства «Наука» мне на отзыв была прислана рукопись перевода этой книги. Свой положительный отзыв я тогда начал со следующих слов: «Хотя на русском языке об Эйнштейне написано намного больше, чем о вместе взятых таких знаменитых русских ученых, как М. В. Ломоносов, Н. И. Лобачевский и Д. И. Менделеев, тем не менее перевод книги А. Пайса необходимо обязательно издать, поскольку она, в отличие от опубликованных у нас многих



книг об Эйнштейне, является действительно научной биографией великого ученого, в которой автор не уходит от обсуждения острых и спорных вопросов научного творчества Эйнштейна, возникших лишь во второй половине XX в.».

Абрагам Пайс в параграфе «Канонизация Эйнштейна» даже фиксирует конкретную дату посвящения Эйнштейна в «святые» — 6 ноября 1919 г. В этот день в Лондоне состоялось совместное заседание Королевского общества и Королевского астрономического общества, на котором были объявлены и утверждены окончательные результаты измерения отклонения света Солнцем, полученные при наблюдении затмения Солнца 29 мая 1919 г. Председательствующий на заседании президент Королевского общества Дж. Дж. Томсон закончил свою яркую речь словами: «...сейчас это событие приобретает еще большую важность, потому что значение отклонения подтверждает закон тяготения, открытый Эйнштейном» [30, с. 293]. И сразу же пресса многих стран известила читателей о революции в науке. Газеты несколько дней пестрели такими заголовками: «Новая теория строения Вселенной», «Эйнштейн против Ньютона», «Отказ от взглядов Ньютона», «Альберт Эйнштейн — новый гигант мировой истории», «Пространство искривлено», «Свет в небесах перекосялся». Это был триумф общей теории относительности и ее создателя. А Эйнштейн с тех пор стал на долгие годы самым популярным человеком мира.

Хотя процесс прославления великого ученого у нас в России не был столь бурным, как в Западной Европе и в Америке, но в своем монотонном развитии он достиг больших высот обожествления и идеализации личности ученого. Действительно, первоначальное отставание этого процесса в период реакционных философских нападок на теорию относительности и ее создателя затем было компенсировано в России возникшим надолго постоянным прессингом интенсивного внедрения в общественное сознание образа идеального во всех отношениях ученого. Только в России существует свой, национальный Эйнштейновский комитет при Академии наук; он был создан вскоре после того, как на

Международном конгрессе по истории науки в 1962 г. был образован Международный Эйнштейновский комитет.

Причем эту поспешность в создании национального комитета нельзя объяснить существующими традициями в нашей Академии наук, поскольку комитетов других выдающихся ученых при Академии никогда не существовало.

Книг об Эйнштейне на русском языке издано существенно больше, чем на любом другом. К регулярному изданию переводов многочисленных книг, прославляющих Эйнштейна, у нас добавилось множество произведений своего, вполне провинциального происхождения. Правда, большая часть их была создана одним автором — Б. Г. Кузнецовым, который по числу изданных книг об Эйнштейне, бесспорно, держит абсолютный рекорд в мире и вполне может опередить и нескольких писателей по общему числу книг, написанных на эту тему. В данной области околонучной литературы это такое же необычное явление, требующее особого объяснения, как и появление огромного числа произведений В. Пикуля в области исторического романа, где всегда требуется длительное и кропотливое исследование обширных исторических материалов<sup>13</sup>.

Б. Г. Кузнецов, несомненно, талантливый в области популяризации науки литератор, издав под разными названиями целую серию книг, сделал Эйнштейна объектом своего непомерного

<sup>13</sup> Секрет плодovitости исторического романиста в значительной степени объясняется применением им метода перелицовки литературных трудов, ранее написанных на ту же тему другими авторами. Происхождение литературной плодovitости Б. Г. Кузнецова связано с применением того же метода, но в более примитивном варианте, когда кроме использования ранних биографий Эйнштейна, написанных людьми, лично знавшими ученого и имевшими с ним переписку, автор подвергает постоянной переработке и собственные произведения на ту же тему. Но в беллетристике одному автору, конечно, невозможно издать несколько романов об одном и том же историческом лице, например о Г. Распутине, а в околонучной литературе при попустительстве руководства такая патология оказалась возможной.

поклонения и бравурной пропаганды, но одновременно, фактически, и предметом своего постоянного литературного заработка.

Стоит, однако, особо предупредить читателей о том, чтобы они все же не придавали серьезного значения суждениям Б. Г. Кузнецова по спорным вопросам о соотношении работ создателей специальной теории. В этих вопросах крайне необъективную позицию ему помогает занимать и недостаточная компетентность. Конечно, он достиг немалых успехов в самостоятельном изучении физической науки, но в своих литературных произведениях допускал путаницу и в более простых вопросах физики. Так, мне пришлось однажды при встрече объяснять ему, что в одной из книжек он ошибочно утверждает, будто бы в своем знаменитом опыте Майкельсон пытался обнаружить влияние скорости вращения Земли вокруг своей оси. К моему удивлению он проявил равнодушие к вопросу о скорости, считая его некоторой деталью знаменитого опыта<sup>14</sup>.

Одна из очередных «новых» книг Б. Г. Кузнецова об Эйнштейне вышла в 1972 г. в издательстве «Наука» как первое издание, хотя вся «радикальная переработка» изданной им в 1962 г. биографии ученого состояла в перекомпоновке глав прежней биографии, включении материала своей же книги «Этюды об Эйнштейне» (1965) и добавлении раздела «Бессмертие». В этой книге в разделе «Параллели» появилась целая глава под названием

<sup>14</sup> Б. Г. Кузнецова сначала немного смутила обнаруженная в его книге неточность, но затем он попробовал отшутиться, указав на непринципиальность уточнения вопроса о скорости в случае отрицательного результата опыта: мол не так уж важно выяснять из какого ружья стреляли во льва, если в него не попали. В связи с этим мне пришлось объяснять уважаемому литератору, что эффект вращения Земли демонстрируется посетителям Исаакиевского собора в опыте с движением маятника Фуко и что вращение Земли, несмотря на малую скорость, проявляется также и в смещении полос в интерферометре Майкельсона в специальном опыте Саньяка. А скорость поступательного движения Земли, о которой должна была идти речь в его книге, пока не проявляется ни в каких экспериментах.

«Эйнштейн и Достоевский». Эпиграфом к ней приведена фраза Эйнштейна, взятая, надо полагать, из книги А. Мошковского, по свидетельству которого, Эйнштейн в беседе с ним однажды сделал следующее удивительное признание: «Достоевский дал мне больше, чем любой мыслитель, больше, чем Гаусс!» [31, с. 162]. И вот исходя всего из одной этой фразы, подлинный смысл которой был полностью разъяснен приведенными на следующей же странице уточнениями самого Эйнштейна<sup>15</sup>, наш литературный мастер смог собрать разнообразный материал на обширное литературное повествование.

Эйнштейн в данной беседе говорил затем о цельности своего эстетического восприятия художественного произведения: «Мне нет надобности заниматься для этого литературным анализом или исследовать какие-нибудь психологические тонкости — ведь все равно все подобные исследования никогда не проникнут в ядро такого творения, как «Братья Карамазовы» [31, с. 164]. А Б. Г. Кузнецов, не обращая внимание на мнение ученого, заполнил свой опус пространным анализом многих произведений Достоевского, усмотрев в его творчестве параллель неевклидовым физическим построениям Эйнштейна, а парадоксальность

<sup>15</sup> В своей книге А. Мошковский рассказал о серии бесед с Эйнштейном в 1919 г., и там же был дан краткий биографический очерк о жизни ученого. Приведенная выше фраза, взятая отдельно в качестве эпиграфа, может быть истолкована и как неявно высказанное Эйнштейном признание оказанного на него влияния научных творений великих предшественников. Однако из последующих слов Эйнштейна однозначно следует ошибочность такого толкования: речь, оказывается, шла о сравнении получаемых эмоциональных «степеней блаженства» и «эстетических впечатлений» от чтения научных трудов великого математика и замечательного литературного творения «Братья Карамазовы». После этого уточнения, специально не замеченного Б. Г. Кузнецовым, удивляться приходится уже тому, что ученый и при чтении научных трудов знаменитых математиков получал высокое эстетическое удовлетворение, уступающее по силе эмоционального воздействия лишь произведениям такого мастера художественного слова и глубокого мыслителя, как Достоевский.

полученных ученым результатов он сопоставил с резкими поворотами сюжетной линии произведений писателя. Но весь этот ком литературных наслоений никакого отношения к описанному Мошковским разговору с Эйнштейном не имеет; он лишь послужил поводом Кузнецову для изложения собственных пространственных взглядов на самим же поставленный вопрос о примитивном параллелизме двух таких несравнимых творений.

Бывший советский профессор, специалист по теории твердого тела Марк Азбель писал в своих «Иерусалимских размышлениях»: «В России мы привыкли к образу добродушного, всепрощающего, всепонимающего, скромнейшего Эйнштейна. А в жизни это был человек, плохо понимавший возможность чьей-либо правоты, кроме своей собственной; резкий и нетерпимый в споре; готовый прислушаться к мнению лишь немногих избранных. Узнав это, меньше удивляешься тому, что у Эйнштейна никогда не было настоящих учеников, что он не создал и не оставил школы» [32]. Думаю, и на Западе такие характеристики пишутся также с отклонением от объективной оценки ученого, но в противоположную сторону от большинства слишком идеализированных его изображений в России. А необычной бывшему профессору МГУ эта оценка показалась лишь потому, что на родине подобных высказываний об Эйнштейне он вообще не встречал в официальной печати.

Рассказанный в конце предыдущего раздела настоящей статьи случай о явном искажении слов Эйнштейна был не единственным замеченным мною случаем явного искажения текста в русских изданиях. Ниже приводится рассказ о еще более грубом искажении текста самой научной статьи. Удивление вызывает только факт проявления такой «заботы» специально о «русскоязычной» среде. Но это лишь еще одно свидетельство тому, что в России еще более тщательно внедрялся в общественное сознание «канонизированный» образ идеального во всех отношениях ученого и человека. Действительно, ни в одной другой стране не было такого засилья пропаганды идеализированного образа великого ученого.

В большой статье 1907 г. «О принципе относительности и его следствиях» [33] в конце введения Эйнштейн отмечает: «В первых двух частях работы рассматриваются кинематические основы теории...; при этом я следовал работам Лоренца и своей». В подстрочных ссылках указаны публикация Лоренца 1904 г. (эта ссылка дана на голландский вариант журнала Амстердамской академии наук) и работа Эйнштейна 1905 г. Таким образом, в этой статье Эйнштейн фактически признал как тождественность содержания этих трудов, так и приоритет Лоренца по крайней мере в кинематическом аспекте теории.

Однако до этого автор говорит об ограниченности решения проблемы в работе Лоренца, отмечая, что требуемая принципом относительности независимость от состояния движения «сразу была поставлена под вопрос блестящими подтверждениями электродинамики движущихся тел Г. А. Лоренца. Дело в том, что эта теория основана на предпосылке покоящегося неподвижного эфира; ее основные уравнения при применении написанных выше формул преобразования не сохраняют своей формы». Далее автор пишет: «Правда, Лоренц, как известно, показал в цитированной выше работе, что ...влияние этого относительного движения... не должно обнаруживаться, если ограничиваться при вычислении членами, содержащими первую степень отношения  $v/c$ ». Последние слова о принципе эквивалентности ИСО, выполняемом только в первом приближении, казалось бы, однозначно говорят, что речь идет о ранней работе Лоренца. Однако в приведенной в русском издании подстрочной ссылке указана та же работа Лоренца 1904 г., но опубликованная в английском варианте того же журнала Амстердамской академии наук, и дополнительно от редакции приведен русский перевод названия этой статьи и дана ссылка на сборник [1], в котором был опубликован ее перевод.

Казалось бы, обнаружена явная непоследовательность самого Эйнштейна. Но прежде, чем делать в сборнике статей [7] соответствующее замечание, я решил все же проверить точность перевода данной статьи, опубликованного в солидном академическом издании под редакцией И. Е. Тамма,

Я. А. Смородинского и Б. Г. Кузнецова. Каково же было мое удивление, когда в немецком журнале на первой странице статьи [33] я обнаружил подстрочную ссылку на книгу Лоренца 1895 г. [34] с указанием ее полного названия на немецком языке. Обнаруженную мною подмену ссылки в русском издании работы Эйнштейна 1907 г. с заменой полных названий трудов невозможно, конечно, объяснить никакими ошибками и небрежностями перевода. Так что речь идет о преднамеренном искажении статьи Эйнштейна, предназначенном специально для того, чтобы убедить «русскоязычных» читателей в критике Эйнштейном основной работы Лоренца<sup>16</sup>.

Но самым нежелательным последствием российской «канонизации» Эйнштейна стало порождение крайне догматического отношения и к его научным достижениям. Особенно трудно обстояло дело с публикацией в центральных журналах «крамольных» статей, затрагивающих вопросы дальнейшего развития интерпретации теории относительности или уточняющих историю создания этой теории. Помимо последствий культа Эйнштейна имелись, конечно, и объективные трудности с публикацией статей, затрагивающих спорные проблемы интерпретации современных физических теорий, из-за отсутствия у нас в стране специального журнала типа «Основания физики». Нередко по таким проблемам печатались статьи в журнале «Успехи физических наук» (УФН), но только «основоположников» и весьма маститых ученых, которые, естественно, жили и работали преимущественно в других странах. Переводы статей основоположников современных физических теорий, безусловно, сыграли важнейшую роль в распространении и становлении новых идей в среде советских физиков и составили, так сказать, золотой фонд публикаций УФН. Мы лишь отмечаем недостаточность

<sup>16</sup> Об обнаруженной подмене ссылки я сообщил Я. А. Смородинскому как одному из редакторов и основному инициатору издания «Собрания научных трудов» Эйнштейна, которым были написаны все примечания к статьям четырехтомника. Он, похоже искренне, возмутился этой подменой, но виновных так и не нашел.

постоянно проводимой журналом работы по дальнейшему развитию интерпретаций теорий с привлечением и молодых ученых.

В 1969–1972 гг. мне, тогда молодому профессору из Дубны, представилась возможность убедиться на собственном опыте, насколько сложно было опубликовать в УФН статью, содержащую соображения, весьма простые, но не вошедшие своевременно в догматические основы принятого стандарта изложения и трактовки физического содержания специальной теории относительности. Статья, имевшая прямое отношение к моему выступлению на Первом Всесоюзном совещании по философским вопросам естествознания [35, с. 446–449], была написана мною по заказу члена редколлегии УФН академика В. Л. Гинзбурга<sup>17</sup> в 1969 г., а опубликованная она оказалась лишь в апрельском номере УФН 1972 г. [16]. И начиная именно с данного номера из состава редакционной коллегии журнала в знак протеста вышел видный и

<sup>17</sup> В. Л. Гинзбург хорошо известен своей несклонностью к догматическому отношению к науке. У меня появилась возможность спокойного и достаточно длительного разговора с ним во время пребывания в Болгарии. Я тогда рассказал ему о всеобщем недопонимании простого физического смысла относительности одновременности разноместных событий, лежащей в основе принципа относительности новой релятивистской физики. Мне удалось убедить собеседника в том, что правильная трактовка этой простейшей из современных физических теорий должна объяснять, что смысл нового принципа относительности состоит вовсе не в отсутствии так называемого «эфирного ветра» (которое отвечало бы принципу относительности Галилея), а во влиянии этого ветра на все физические процессы в движущейся системе относительно исходной системы, где принято изотропное описание скоростей. Это влияние приводит к тому, что все физические процессы распространения по движению системы запаздывают по сравнению с распространением их в противоположном направлении на одну и ту же величину, предсказанную классической физикой лишь для света. В выявленном таким образом всеобщем характере запаздывания физических процессов и состоит физический смысл понятия относительности одновременности и ее глубокое философское обоснование всеобщими свойствами движения материи.

весьма заслуженный (трижды Герой Социалистического Труда) академик Я. Б. Зельдович. Я привожу эти формальные сведения «о сломанных копьях», чтобы был ясен масштаб и серьезность борьбы за прохождение статьи в печать.

Самой публикации предшествовало двухчасовое обсуждение на теоретическом семинаре академика И. Е. Тамма<sup>18</sup> центрального положения статьи о существовании всеобщей анизотропии скоростей физических процессов, принципиально не отличимой никакими экспериментами от изотропного варианта описания скоростей тех же процессов. Затем окончательный вариант моей работы был дополнен ссылкой на найденный мною тогда забытый труд Анри Пуанкаре 1898 г. [15], в котором содержался краткий ответ на тот же вопрос. Данный вариант статьи на заседании редколлегии журнала встретил возражение члена-корреспондента АН СССР Л. Б. Окуня, но на этот раз в связи с тривиальностью (!) обсуждаемой в статье проблемы, хотя на изучение моей работы и поднятых в ней вопросов Л. Б. Окунь потратил, по сделанному им утверждению в начале заседания, полных два месяца работы.

Об этом комическом повороте дела я упомянул в своем выступлении в декабре 1970 г. на Втором Всесоюзном совещании по философским вопросам естествознания в связи с возражением

<sup>18</sup> Это обсуждение было организовано В. Л. Гинзбургом в связи с поступившей отрицательной рецензией на рукопись моей статьи видного ученого, в которой отрицалось основное мое утверждение о существовании анизотропии скоростей процессов, принципиально не отличимой от изотропного описания. Между прочим, алгебру подобия отношения скоростей, лежащую в основе моего утверждения, следовало бы установить триста лет назад после того, как О. Ремер доказал конечность скорости распространения света. Тогда на семинаре И. Е. Тамм на самом деле уже второй раз слушал мое доказательство этой простой истины. Первый раз я рассказывал ему об этом в 1949 г. у него дома. Но тогда профессор не понял важности утверждения своего студента, что решило мой выбор темы диплома в Институте атомной энергии И. В. Курчатова, а проблемы истолкования физических теорий так и остались моим любимым внеслужебным занятием.

математика академика А. Д. Александрова против моего утверждения о возможности использования различных определений одновременности разноместных событий, если только в природе отсутствуют реальные движения с бесконечной скоростью распространения [36, с. 281].

И, наконец, последнее осложнение, возникшее при прохождении статьи, было связано с заявленным перед голосованием ультиматумом Я. Б. Зельдовича<sup>19</sup>, который счел не уважительным по отношению к великому Эйнштейну публикацию в центральном журнале физиков страны работы, обсуждающей аспекты теории, не освещенные ее создателем. Главный редактор журнала, своим голосом решивший судьбу моей статьи в пользу ее публикации, все же счел необходимым в связи с ультиматумом видного советского ученого обратиться в Президиум АН СССР для окончательного решения вопроса о публикации этой статьи<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> В сборнике статей [37, с. 82, 185, 235] читатели найдут три различных версии мотива выхода академика Я. Б. Зельдовича из состава редколлегии УФН, которые существенно отличаются и друг от друга и от излагаемой мною, по сведениям нескольких членов редколлегии УФН, активно поддержавших мою статью.

<sup>20</sup> Полагаю, что главный редактор отдал свой решающий голос за мою статью из-за появившейся возможности освободить редколлегию от непредсказуемых шуток именитого члена редколлегии. А письмо в Президиум Академии наук им было послано, наверняка, с целью внести необратимость извещением руководства о данном этим ученым обещании покинуть редколлегию журнала в случае положительного решения вопроса о публикации статьи. Дело в том, что именно тогда главный редактор журнала только что пережил неприятность с ноябрьским номером журнала, в котором Я. Б. Зельдович позволил себе неприличную шутку, поместив в свою научную статью под видом собственных изысканий из поэтического наследия Велемира Хлебникова акrostих из двух строк, публично оскорбив своего коллегу академика А. Б. Мигдала. Можно представить себе, насколько неприятны были тогда заботы по исправлению одного слова в уже отпечатанном номере журнала для профессора Э. В. Шпольского — одного из основателей этого солидного журнала,

Я рассказал о коллизиях с прохождением в печать моей статьи, чтобы стало ясно, что исследования фундаментальных проблем естественных наук, в отличие от социальных наук, мешают не столько временный политический прессинг, сколько постоянно присутствующий догматизм устоявшегося ограниченного понимания самими авторитетами в науке глубокого содержания открытых в XX в. великих истин, скрытых в самой природе физических явлений. Приведенный пример показателен тем, что в нем речь идет о явном пробеле в понимании важнейшего пункта первой и простейшей из современных физических теорий. Правда, в этом случае были и дополнительные трудности, порожденные особенно сильным в нашей стране культом Эйнштейна.

### 3.3. Сравнение работ создателей теории

Прежде всего возникает вопрос о том, в какой мере завершающие работы Пуанкаре и Эйнштейна связаны с более чем на год опередившей их статьей Лоренца. В отношении трудов Пуанкаре этого вопроса просто не существует, поскольку обе его статьи начинаются с высокой оценки работы Лоренца 1904 г., а свое исследование он скромно характеризовал следующими словами: «Важность этого вопроса побудила меня снова заняться им. Результаты, полученные мной, согласуются во всех наиболее важных пунктах с теми, которые получил Лоренц, я стремился только дополнить и видоизменить их в некоторых деталях» [5a]. И далее после слов: «Идея Лоренца состоит в том, что уравнения электромагнитного поля не изменяются в результате некоторого преобразования, которое я назову именем Лоренца...» — автор начинает излагать свой абсолютно новый групповой подход и свое видение всей проблемы.

Непосредственное сравнение работы Эйнштейна 1905 г. [6] с ранее опубликованной работой Лоренца [4], проведенное нами в заключительной статье сборника [7], привело к выводу о явной

ставшего своеобразной энциклопедией всех достижений физической науки (см. в [37, с.185]).

независимости выбранного Эйнштейном пути построения от построения, развитого в публикации Лоренца 1904 г.<sup>21</sup> Прежде всего, их построения совершенно отличаются и выбором исходных положений, и поставленной конечной целью самого теоретического исследования.

Статья Лоренца [4]. В начале статьи автор отмечает, что данное исследование было предпринято им под влиянием критических замечаний Пуанкаре в адрес прежних его попыток объяснения специальными гипотезами отрицательных результатов экспериментов по обнаружению «эфирного ветра». Но и в этой работе Лоренц далек от того, чтобы изначально положить в основу своего построения универсальный принцип относительности. Для него был совершенно неприемлем аксиоматический путь построения новой теории. Верный традициям старой школы теоретической физики, он не мог сделать исходным положением то, что требовалось получить в качестве окончательного результата всего теоретического построения. Поэтому влияние критических замечаний Пуанкаре сказалось только на выборе Лоренцем конечной цели предпринятого построения, а именно «с помощью определенных основных допущений показать, что электромагнитные явления строго, т. е. без какого-либо пренебрежения членами высшего порядка, не зависят от движения системы» [4] (см. также [7, с. 68, 284]).

Но полного доказательства решения поставленной задачи на самом деле статья Лоренца не содержала. Как подчеркнул в своей книге В. Паули, обсуждая работу Лоренца, «это, однако, было строго доказано только в отношении уравнений для пространства без зарядов» [3, с. 12]. «Далее, Пуанкаре исправил лоренцевы формулы преобразования плотности заряда и скорости, — пишет затем Паули, — и, таким образом, достиг полной инвариантности

<sup>21</sup> В тексте статьи Эйнштейна 1905 г. дважды упоминается имя Лоренца в связи с уравнениями электродинамики. При этом скорее всего автор имел в виду работу Лоренца 1895 г. Необоснованность попыток связать это упоминание имени Лоренца с его работой 1904 г. обсуждается мною в заключительной статье сборника [7].



уравнений электронной теории» [3, с. 13]. Что же касается решения этой проблемы в статье Эйнштейна [6], то, как уточнил в своих комментариях А. А. Логунов, ему «...для установления лоренц-инвариантности уравнений Максвелла с источниками необходимо было бы, кроме установления характера преобразования для поля, показать еще, что по такому же закону преобразуется и сила Лоренца. Но ничего этого в работе Эйнштейна также нет» [8а, с. 36].

Правда, в замечаниях и Паули, и Логунова речь идет лишь о неполноте достигнутого авторами математического доказательства инвариантности уравнений Максвелла. Важно, что сами теоретические построения как Лоренца, так и Эйнштейна действительно отвечали принципу относительности. А для строгого и полного доказательства инвариантности уравнений электродинамики в присутствии зарядов потребовалось, не меняя самих построений, всего лишь внести исправления, сделанные Пуанкаре — в одном случае, и дополнение Логунова — в другом.

У первой попытки строго удовлетворить принципу относительности были и другие существенные изъяны, но, обсуждая их далее, мы должны принять во внимание, что такой глубокий мыслитель в области точных наук, как Пуанкаре, не сделал ни одного упрека Лоренцу. Надо полагать, он отлично видел все трудности понимания вновь открывшегося перед первоисследователем пласта совершенно новых физических знаний, устраняющих давний кризис физики, вызванный тщетными попытками обнаружить в оптических и электромагнитных явлениях абсолютное движение сквозь мировой эфир. Кроме того, Лоренца он и прежде ценил как главного продолжателя исследований Максвелла, как создателя электронной теории, а в его работе 1904 г. он прежде всего увидел выдвигание начал первой, за более чем 200-летний период после Ньютона, новой механики околосветовых скоростей движения.

Об этом глубоком понимании Пуанкаре значения работы Лоренца следует помнить всем, кто в ее недостатках ищет оправдание совершенно необоснованному устранению Лоренца из числа создателей теории. Он был первооткрывателем новой

механики и соответствующих ей новых пространственно-временных преобразований, полученных, но далеко не осознанных им. Другое дело, что эти открытия не исчерпывали всего грандиозного знания, вскрытого затем Пуанкаре, Эйнштейном и Минковским. Всех их вполне справедливо считать создателями данной теории, поскольку их исследования существенно дополняют друг друга и призывают новые поколения ученых к всестороннему и более глубокому проникновению в сущность открытых в начале XX в. закономерностей.

Работа Лоренца не представляла собой единого построения на основе минимального числа необходимых исходных положений. Она фактически состояла из двух последовательных частей со своими исходными допущениями. Это — электродинамика в движущейся системе и физическое обоснование сокращения размеров движущихся твердых тел, основанное на обобщении полученных в первой части результатов.

В первой части работы, посвященной электродинамике движущихся сред, Лоренц исходит из справедливости уравнений Максвелла для описания электромагнитных полей в неподвижном эфире. Он ставит перед собой задачу получить описание этих полей в системе, движущейся относительно эфира с любой скоростью, меньшей скорости света. Совершенно справедливым является то, что данное ограничение скорости рассматриваемой системы координат фигурирует в качестве начального условия. И в общепринятом построении теории уже при формулировке принципа эквивалентности ИСО следовало бы сразу подчеркивать, что речь идет о физическом равноправии только тех систем координат, которые движутся относительно друг друга со скоростью, меньшей скорости света.

Решение поставленной задачи Лоренц начинает с фундаментальных математических исследований инвариантности уравнений электродинамики. В движущейся системе он использует две различные системы исчисления координат: «истинную» систему координат  $K^*(x^*, y^*, z^*, t^* = t)$ , связанную с координатами исходной системы  $K(x, y, z, t)$  обычными преобразованиями Галилея,

и так называемую местную систему координат  $K'(x', y', z', t')$ . Далее он предлагает некоторое преобразование<sup>22</sup>, связывающее координаты  $x^*, y^*, z^*$  и  $t^* = t$  со значениями местных координат  $x', y', z'$  и  $t'$ , и для поля в пустоте (отсутствие зарядов) строго доказывает, что переход от обычных координат к местным обеспечивает получение уравнений электродинамики, совершенно тождественных уравнениям в исходной системе эфира. Можно было бы описать сам вывод новых преобразований из условия инвариантности уравнений Максвелла. Но можно поступить и так, как сделал Лоренц, т. е. начать непосредственно с доказательства инвариантности уравнений Максвелла относительно ранее найденных преобразований. Однако из этого доказательства Лоренц не делает естественного вывода о фактическом равноправии рассматриваемых систем — исходной системы  $K(x, y, z, t)$ , которая считалась покоящейся в эфире, и движущейся в эфире системы  $K'(x',$

<sup>22</sup> Это преобразование, связывающее собственные координаты произвольного события в движущейся системе  $(x', y', z' \text{ и } t')$  с галилеевыми координатами той же системы  $(x^*, y^*, z^* \text{ и } t^*)$ , полностью эквивалентно преобразованиям Лоренца, которые получаются после перехода к координатам исходной системы заменой  $x^* = x - vt$ ,  $y^* = y$ ,  $z^* = z$  и  $t^* = t$ . Обозначение координат со значком «\*», введенное нами, оправдано лишь для переменной  $x$ . Лоренц же в своей работе использует в движущейся системе те же обозначения координат, что и для исходной, «покоящейся» системы  $K(x, y, z \text{ и } t)$ , и только по тексту можно понять, когда речь идет о движущейся системе, но с координатами, измеренными в масштабах исходной системы  $K$ .

В работе [16] мы показали, что применение координат  $x^*, y^*, z^*$  и  $t^* = t$  для описания процессов в движущейся системе имеет важное педагогическое значение как предварительный этап, проясняющий истинный физический смысл вводимых затем собственных координат  $x', y', z'$  и  $t'$  в той же «движущейся» системе отсчета. Именно на этом предварительном этапе рассмотрения, характерном для подходов Лоренца и Лармора, мы можем убедиться в существовании всеобщей анизотропии в пространстве скоростей системы  $K^*$ , физически неотличимой от изотропии, но требующей для восстановления изотропности описания введения собственных координат в данной инерциальной системе.

$y', z', t')$ . Он явно уклоняется от дальнейших рассуждений, которые неминуемо вступили бы в противоречие с его представлением, что само движение физической системы сквозь эфир порождает те эффекты, которые делают ненаблюдаемым это движение в оптических и электромагнитных опытах.

Прервав на этом свое математическое исследование, Лоренц переходит ко второй части статьи, посвященной доказательству, что вызванное движением системы  $K^*$  относительно эфира отличие в электромагнитных процессах не может быть использовано для экспериментального обнаружения данного движения. Иначе говоря, в этой части статьи автор рассматривает электромагнитные эффекты, обусловленные фактом неинвариантности уравнений электродинамики относительно преобразований Галилея, и старательно изыскивает условия, при которых стало бы невозможно само наблюдение этих эффектов. Современным теоретикам такой необычный путь к принципу эквивалентности ИСО покажется, конечно, неоправданно сложным и даже запутанным. Но данный этап пути и сейчас небесполезен<sup>23</sup>, а исторически он был крайне необходим. Ведь электродинамика Максвелла, предсказывающая нарушение принципа относительности во втором порядке отношения  $v/c$ , вступила в противоречие с результатами эксперимента Майкельсона–Морли. Казалось бы, отсюда однозначно следовал вывод о недостаточной точности самой теории исследуемых явлений. Иначе говоря, в этой ситуации самым естественным было бы усомниться в сверхвысокой точности созданных ранее (1861–1865) Максвеллом математических

<sup>23</sup> На самом же деле сложность этого пути к принципу эквивалентности ИСО вполне оправдана и для современных ученых. Если в отличие от Лоренца его пройти до конца, то наградой будет постижение истинного смысла теории, понимание существенного отличия действующего в ней принципа от классического принципа относительности Галилея–Ньютона. Я имею в виду оставшийся в тени факт выполнения этого принципа на основе кинематического подобия физических процессов, происходящих в разных системах отсчета, а вовсе не их тождественности, предполагаемой классическим принципом относительности.



уравнений, описывающих электромагнитные явления в неподвижном эфире. И по такому естественному пути пошел немецкий физик Г. Герц, прославившийся открытием электромагнитных волн Максвелла (Фарадея), который привел эти уравнения к согласию с опытом Майкельсона–Морли, придав им инвариантную относительно преобразований Галилея форму<sup>24</sup>.

И в основном Лоренцу наука обязана сохранением веры в уравнения Максвелла и поисками иных путей преодоления кризиса. Причем на этот раз речь шла об устранении эффектов второго порядка отношения  $v/c$ , на которые Лоренц раньше сохранял большие надежды получить доказательство существования светоносной среды.

Другой важнейшей предпосылкой выхода на правильное решение проблемы было, как это ни странно, представление Лоренца о неподвижном эфире, не увлекаемом движением Земли. Именно данное представление автоматически вело к независимости скорости света от движения его источника, т. е. к не имеющему тогда экспериментального обоснования второму положению, необходимому добавлению к принципу относительности для прихода к новой теории.

Лоренцу также принадлежит важнейшая идея выхода за рамки электромагнитной теории, он первым предложил полученные результаты для трансформации электромагнитных сил и закон изменения со скоростью массы электрона обобщить на силы и массы любой другой природы<sup>25</sup>. Этот выход за пределы

<sup>24</sup> Конечно, этот путь для согласования с опытом Физо потребовал ввести представление о сильном увлечении эфира только массивными телами и лишь частичном увлечении эфира струей воды в опыте Физо. Но данное представление казалось многим вполне естественным, а прямое противоречие с астрономическими наблюдениями тогда еще не обсуждалось (вопрос стал обсуждаться только после выступления В. де Ситтера (1913)).

<sup>25</sup> Эта мысль была высказана им не только в работе 1904 г. [4], но и в статье, написанной в 1903 г. для математической энциклопедии [38]. В данной статье Лоренц, обсуждая ту же идею обобщения конкретно

электромагнитных явлений представляет собой центральный момент всего теоретического построения Лоренца, который с необходимостью вел к новым представлениям о пространстве и времени. Именно это обобщение делало его теоретическое построение, основанное на признании уравнений Максвелла и неподвижности эфира, потенциально полным<sup>26</sup>, т. е. без внесения каких-либо дополнительных положений его теория приводила к результатам, физически эквивалентным всему содержанию специальной теории. Вот почему стало принципиально невозможно предложить реальный «experimentum crucis», позволяющий отделить теоретическое построение Лоренца от этой теории.

Между тем, избранный Лоренцем путь построения теории при условии его успешного завершения, безусловно, привел бы к более глубокому ее пониманию, к установлению прямой связи пространственно-временной метрики с всеобщими свойствами движения материи и к пониманию определяющей роли последних, а следовательно, и к пониманию первичного значения новой механики и вторичной роли метрических свойств в причинно-следственных взаимосвязях [39].

Ограниченность понимания, достигнутого самим Лоренцем, проявлялась и в привлечении абсолютного движения в эфире для объяснения невозможности его обнаружения, и в непонимании обратимости всех полученных эффектов, которая на самом деле уже содержалась в созданном Лоренцем теоретическом аппарате. Достаточно было рассмотреть в системе  $K'(x', y', z', t')$  отрезок определенной длины и электрон определенной массы, но покоящихся в исходной системе  $K(x, y, z, t)$ , чтобы убедиться в

применительно к силам тяготения, приходит к важнейшему выводу о необходимости принять скорость распространения гравитации, равной скорости света.

<sup>26</sup> Этим важнейшим обобщением статья Лоренца принципиально отличалась и от более ранней работы Лармора [19], которая не обладала указанной потенциальной полнотой, поскольку полученные в ней новые преобразования пространственно-временных координат связывались лишь с электромагнитными явлениями.

сокращении длины отрезка и в возрастании массы электрона в системе «местных» координат, движущейся в эфире. Данное рассмотрение, отсутствующее в работе Лоренца 1904 г., позволило бы обнаружить потенциально присутствующую в его теории обратимость всех эффектов и одновременно показало бы ложную видимость объяснения этих эффектов движением системы относительно эфира.

В отношении признания работы Лоренца [4] вначале все развивалось вполне нормально. На заседании Немецкого физического общества 23 марта 1906 г. свой доклад «Принцип относительности и основные уравнения механики» М. Планк начал следующими словами: «Принцип относительности, предложенный недавно Лоренцем\* и в более общей формулировке Эйнштейном\*\*, означает, что из двух относительных систем...» [40], где вместо звездочек были ссылки, относящиеся к работам [4, 6]. Эта краткая формулировка ведущего немецкого физика-теоретика давала начальную установку для дальнейшего подробного рассмотрения соотношения двух выдающихся работ. Соответственно оценке М. Планка и другие ученые в те годы ставили эти два имени рядом, отмечая заслуги как автора первой формулировки решения проблемы, так и автора более полного и окончательного ее решения. Большую лепту в признание обсуждаемой работы Лоренца внес и такой авторитет теоретической науки, как Пуанкаре. Помимо высокой оценки статьи Лоренца, данной в публикациях 1905 г., Пуанкаре пропагандировал автора как создателя новой механики в своих международных лекциях, прочитанных в Геттингене (1909), Берлине (1910) и Лондоне (1912). Особенно яркие слова были высказаны им в этой последней лекции, прочитанной в мае 1912 г. в Лондонском университете. Свою лекцию «Пространство и время» он начал словами: «Одной из причин, побудивших меня вернуться к вопросу, которым я занимался неоднократно, является происшедший недавно переворот в наших взглядах на механику. Разве принцип относительности, как его понимает Лоренц, не должен заставить нас принять совершенно новые представления о пространстве и времени, и разве он не заставит нас тем самым

оставить уже окончательно установленные, казалось бы, выводы?» [41, с. 420].

Однако в последующем официальная версия создания теории стала тенденциозно видоизменяться так, что полностью перестали приниматься во внимание прежние яркие высказывания о работе Лоренца 1904 г. таких авторитетных ученых, как Пуанкаре, Планк и Паули. Да и сам Эйнштейн в последующем перестал приводить ссылки на статью Лоренца 1904 г. как на работу своего непосредственного предшественника и ограничивался в дальнейшем лишь обсуждением его более ранних трудов, в которых автор еще не ставил перед собой задачу строго удовлетворить принципу относительности.

Немалое удивление вызывает и позиция, занимаемая самим Лоренцем. Похоже, он даже способствовал начавшейся кампании приписывания создания теории лишь одному Эйнштейну. Появившийся в 1913 г. в Германии первый сборник статей по новой теории под редакцией О. Блюменталья-Тейбнера включал статью Лоренца 1904 г., к которой было добавлено новое примечание автора с указанием в скобках «Примечание Г. А. Лоренца, 1912 г.». Оно, воспроизведенное и в русском издании 1935 г., начинается такими словами: «Можно заметить, что в этой статье мне не удалось в полной мере получить формулы преобразования теории относительности Эйнштейна...» [1, с. 22]. Далее в примечании говорилось о том, что формулы преобразования плотности заряда и скорости в его статье «не имеют вида, который был дан Эйнштейном» [1, с. 23]. Но это как раз те соотношения, на исправление которых обратил внимание Пуанкаре еще до того, как Эйнштейн послал свою статью в журнал. А заканчивалась относящаяся к Эйнштейну часть примечания такими словами: «Заслуга Эйнштейна состоит в том, что он первый высказал принцип относительности в виде всеобщего строго и точно действующего закона» [1, с. 23]. Но это утверждение Лоренца не отвечает историческим фактам в части применения эпитета

«первый» и фактическому физическому содержанию статьи Эйнштейна в части использования эпитета «всеобщего»<sup>27</sup>.

Остается неясным, почему позднее, уже после работы Пуанкаре 1905(6) г. и особенно после разъяснений им работы Лоренца, содержащихся в его докладе и в статье 1912 г. [41], Лоренц не провел подробного рассмотрения, чтобы лично убедиться в потенциальной полноте своего первоначального теоретического построения и в совпадении всех его экспериментальных результатов с предсказаниями теории. Сохранение Лоренцем ограниченности первоначального понимания физического содержания собственной работы была использована затем не только в приоритетных спорах, но и критиками, выступившими против теории относительности<sup>28</sup>. Создается впечатление, что все отмеченные выше странности в

<sup>27</sup> Приведенные слова противоречат и собственным утверждениям автора, который в те же годы писал в полном соответствии с историческими фактами: «На самом деле, для некоторых величин, встречающихся в формулах, я не указал наиболее подходящего преобразования. Это было сделано Пуанкаре, а затем Эйнштейном и Минковским» [426, с.191]. В той же статье есть и такие слова: «Напротив, Пуанкаре получил полную инвариантность уравнений электродинамики и сформулировал «постулат относительности» — термин, впервые введенный им. В самом деле, исходя из точки зрения, которую я упустил, он вывел формулы (скорости и плотности. — А. Т.). Добавим, что, исправляя, таким образом, недостатки моей работы, он никогда в них меня не упрекнул» [426, с. 193].

<sup>28</sup> Так, известный венгерский физик Л. Яноши на основе работы Лоренца развил своеобразный антирелятивистский подход, выдвинув ряд критических замечаний физико-философского характера к теории относительности. Он использовал динамическую модель возникновения релятивистских эффектов в рамках электромагнитной теории. Но при этом он не счел необходимым принять лоренцевское обобщение результатов на все взаимодействия иной природы и тем самым утерьял возможность вернуться к теории на новом уровне понимания, когда становится предельно ясно, что выдвинутые автором претензии относятся к недостаткам традиционного изложения теории, а не к самому ее содержанию [16].

поведении крупнейшего теоретика были лишь проявлениями преднамеренного отказа Лоренца от справедливых претензий на решающее участие в создании теории. Эта явная аномальность занятой позиции была оценена как проявление необычайного благородства великого ученого, самоустранившегося от всяческих приоритетных претензий. Такая позиция Лоренца действительно необычайно облегчила проблему внедрения в общественное сознание версии об Эйнштейне как единственном творце этой теории<sup>29</sup>.

Создание начал новой механики и первое успешное выполнение принципа эквивалентности ИСО в электродинамике, а также обобщение полученных результатов на силы любой природы совершенно справедливо считать, вслед за Пуанкаре, основными составляющими пионерского вклада Лоренца. И тот факт, что этих положений достаточно для объяснения результатов всей совокупности возможных экспериментов, позволяет нам обоснованно признать работу Лоренца 1904 г. первым вариантом изложения теории, хотя и далеко не осознанным самим автором.

Статья Эйнштейна [6]. Эта статья, в отличие от работы Лоренца [4], содержала аксиоматический путь построения теории на основе двух исходных принципов: 1) принципа относительности, согласно которому «законы, по которым изменяются состояния физических систем, не зависят от того, к какой из двух

<sup>29</sup> На самом же деле для объективной истории науки ничего не меняет отказ ученого от авторских претензий или даже от самого опубликованного им научного результата (как это было с отказом Галилея от идеи вращения Земли). В этом случае возникают лишь дополнительные вопросы о причинах отказа, но они больше относятся к биографии ученого, чем к самому предмету науки. В обсуждаемом случае такими причинами, помимо отсутствия обычного для ученой среды авторского честолюбия и благородного желания уступить первенство яркому молодому дарованию, безусловно, были и ограниченность понимания физического содержания собственного исследования, и недопонимание того факта, что все расхождения лежат в области возможных интерпретаций одной и той же физической теории.

координатных систем, находящихся относительно друг друга в равномерном поступательном движении, эти изменения состояния относятся», и 2) принципа независимости скорости распространения света от движения испускающего его источника [6] (см. также [7, с. 100]). Интересно рассмотреть, как обосновывались в статье эти два принципа, положенные автором в основу построения новой теории. Принципу относительности в работе дается обоснование в самых общих выражениях без всякого упоминания и опыта Майкельсона, и результатов других экспериментов, создавших вместе тупиковую для классической физики ситуацию.

Похоже, что автор лишь подводит итог подробно обсужденных в научной литературе экспериментов, отмечая на первой же странице своей статьи, что «неудавшиеся попытки обнаружить движение Земли относительно «светоносной среды» ведут к предположению, что не только в механике, но и в электродинамике никакие свойства явлений не соответствуют понятию абсолютного покоя, даже более того — к предположению, что для всех координатных систем, для которых справедливы уравнения механики, имеют место те же самые электродинамические и оптические законы, как это уже доказано для величин первого порядка». «Мы намерены, — пишет вслед за этим Эйнштейн, — это предположение (содержание которого в дальнейшем будем называть «принципом относительности») превратить в предпосылку и сделать, кроме того, добавочное допущение, находящееся с первым лишь в кажущемся противоречии, а именно: что свет в пустоте всегда распространяется с определенной скоростью  $c$ , не зависящей от состояния движения излучающего тела» [7, с. 97].

Но второе исходное положение всего теоретического построения в статье не только не обосновывается, но и не обсуждается. И это совсем не случайно. В то время еще не было обращено внимание на то, что независимость скорости света от движения испускающего его источника имеет прямое экспериментальное подтверждение в астрономических наблюдениях за двойными звездами. Поэтому единственным обоснованием

данному положению служило тогда теоретическое представление о существовании особой светоносной среды — эфира, пронизывающего все тела и остающегося неподвижным при их движении. В своей статье Эйнштейн провозгласил устранение эфира из физических представлений основным результатом своего исследования, и поэтому, видимо, автор счел непоследовательным обращаться к свойствам отрицаемого им гипотетического эфира. Лишь позднее в 1912 г. Эйнштейн делает признание о заимствовании им принципа постоянства скорости света из лоренцевской теории неподвижного эфира. Так, он писал: «Общеизвестно, что нельзя обосновать теорию законов преобразования пространства и времени на одном лишь принципе относительности. <...> Чтобы заполнить этот пробел, мы ввели позаимствованный из лоренцевской теории покоящегося светоносного эфира принцип постоянства скорости света...» [43, с. 219].

Однако, предлагая в своей работе решение проблемы, Эйнштейн совсем не сопоставлял его с решением, которое, более чем за год до него, предложил один из основных исследователей этой проблемы — уже тогда хорошо известный крупнейший физик-теоретик Г. А. Лоренц. Конечно, естественно было бы предположить, что в этом была повинна неосведомленность молодого ученого. Но и в последующие годы Эйнштейн не выступил с анализом ранее предложенного Лоренцем решения и не показал, что, несмотря на существенное различие подходов двух авторов, полученные ими решения фактически тождественны<sup>30</sup> и, в частности, принципиально невозможно получить результат физического эксперимента в пользу лишь одного решения. Только в этой особенности и состояло отличие от аналогичной ситуации,

<sup>30</sup> Правда, в некоторых статьях, опубликованных даже в центральных физических журналах, делались предложения экспериментально доказать несостоятельность теоретического подхода, развитого Лоренцем. Однако полная необоснованность таких предложений была показана затем в моей работе [17].

возникшей позднее с несколькими решениями в квантовой механике.

Действительно, Эйнштейн предпочел, чтобы другие ученые разбирались в выяснении отношения содержания его работы и к предшествующему пионерскому исследованию Лоренца, и к параллельной работе Пуанкаре. И обе эти задачи, надо заметить, продолжают до сих пор решаться научным сообществом и с переменным успехом постепенно все же приближаются к выяснению объективной истины.

В первые годы после создания теории Эйнштейн в своих статьях приводил ссылки на статью Лоренца 1904 г., упоминая эту публикацию вместе со своей работой 1905 г. Как уже выше было отмечено нами, в большой статье 1907 г. «О принципе относительности и его следствиях» [33] Эйнштейн в конце введения ссылается на статью Лоренца 1904 г. и на свою работу 1905 г. как на основные работы, содержащие кинематические основы новой теории. Тем самым Эйнштейн фактически признавал тогда тождественность этих трудов, по крайней мере в их кинематической части. Динамический же аспект теории частично был затронут им в статье 1906 г. в связи с обсуждением экспериментальной проверки различных предсказаний возрастания массы электронов «...по теории Бухерера..., по теории Абрагама..., по теории Лоренца и Эйнштейна...» [44, с. 48] в опытах по отклонению катодных лучей в магнитном поле.

Но еще более удивительно, что Эйнштейн ни разу не высказался о палермской работе Пуанкаре 1905(6) г. [56], ни одним словом не отметил его важнейшего вклада в установление инвариантов новой теории, выражающих, так сказать, абсолютное содержание теории<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> Интересные личные воспоминания приводит в своей книге А. Пайс: «Как-то в начале 50-х гг. я спросил Эйнштейна, какое влияние оказала на него палермская работа Пуанкаре. Он ответил, что никогда не читал ее. У меня был экземпляр этой статьи, и я спросил его, не хочет ли он с ней ознакомиться, Эйнштейн ответил согласием, и я принес ему эту статью. Обрато я ее так и не получил. Спустя некоторое время после

О равнодушии к славе и неприязни к популярности, о необыкновенной скромности великого ученого неоднократно писали биографы Эйнштейна, а явные отступления от слагаемых легенд они объясняли особым пристрастием его второй жены Эльзы к славе своего мужа. Тем не менее, остается непреложным фактом всей жизни самого Эйнштейна, что за все годы после создания теории в своих многократных выступлениях в печати о теории относительности он ни разу не отметил ни фундаментальной работы Пуанкаре 1905(6) г., ни значения его более ранних исследований в разъяснении кризисной ситуации, сложившейся после опыта Майкельсона–Морли. А ведь разделить честь завершения создания теории с Пуанкаре было бы актом большой научной справедливости, поскольку работа последнего была действительно более глубокого содержания, а имевшиеся в статье Эйнштейна простые разъяснения физического смысла новых понятий были опубликованы в более ранних трудах Пуанкаре.

Эйнштейн так и не сделал признания о влиянии на его научное творчество ранних работ Пуанкаре, в которых были выдвинуты и обоснованы исходные положения, использованные им при построении теории. Правда, он не сделал и прямого отрицания своего знакомства с этими исследованиями в своем ответе доктору К. Зелигу в связи с вопросами, поднятыми в книге Э. Уиттекера [11]. Вот поэтому помимо сопоставления содержания работ приходится прибегать к сведениям, полученным от его друзей. Так, из книги К. Зелига [24] мы узнаем, что Эйнштейн со своими друзьями М. Соловиным и К. Габихтом подробно штудировали книгу А. Пуанкаре «Наука и гипотеза». Обсуждая этот вопрос, историк Дж. Кесуани приходит к выводу, что такое изучение в кружке «Олимпия» могло состояться только до отъезда Габихта из Берна в 1904 г. и, следовательно, «до того, как Эйнштейн опубликовал или написал свою работу в 1905 г.» [45а]. А. Пайс по этому поводу пишет в своей книге: «Хочу подчеркнуть, что Эйнштейн с друзьями

смерти Эйнштейна я попросил Элен Дюкас поискать ее, но оказалось, что она бесследно исчезла...» [30, с. 165].

не просто листали работы Пуанкаре. Соловин оставил нам подробный список книг, изучавшихся членами Академии». Из всего списка он выделил одну-единственную книгу «Наука и гипотеза», причем говорил о ней так: «[Эта] книга произвела на нас столь сильное впечатление, что в течение нескольких недель мы не могли прийти в себя» [30, с. 132].

Напомним, что в этой книге Пуанкаре была детально обоснована необходимость распространения принципа относительности на оптические и электромагнитные процессы, а приведенные в виде тезисов идеи об отсутствии абсолютного времени и однозначной одновременности событий сопровождались ссылкой на его подробную работу на данную тему (1898) [15]. Невозможно себе представить, чтобы молодой Эйнштейн, долго размышлявший на тему об эфире и свете, прошел мимо данной работы, в которой впервые было рассмотрено понятие одновременности разноместных событий и дан способ определения одновременности на основе предположения о постоянстве скорости распространения света. По этому поводу А. Пайс пишет: «Однако почти наверняка еще до 1905 г. Эйнштейн знал о парижском выступлении Пуанкаре 1900 г. и читал замечание Пуанкаре 1898 г. об отсутствии интуитивного понимания равенства двух интервалов времени» [30, с. 131].

К выводу известного современного физика-теоретика нам следует сделать лишь одно естественное добавление: содержание работы Эйнштейна 1905 г. свидетельствует, что он не просто был поражен, как и его друзья, глубокими идеями французского ученого, а стал (неявным) приверженцем данных идей и верным последователем указанного курса, поскольку самостоятельно смог развить эти кардинальные идеи в новую концепцию о физических свойствах пространства и времени. Действительно, доклад Пуанкаре на Парижском конгрессе 1900 г. с его явно высказанными сомнениями в существовании эфира («А наш эфир — существует ли он в действительности?» [46, с. 107], безусловно, мог стать причиной коренного изменения отношения молодого Эйнштейна к его прежней вере в существование гипотетической среды. А

ознакомление с работой Пуанкаре 1898 г. дало ему ключ к разгадке проблемы невозможности обнаружения эфирного ветра на основе пересмотра понятия одновременности событий и подготовило его к пониманию следующей работы Пуанкаре 1900 г. [18], в которой впервые давалось объяснение физического смысла «местного» времени Лоренца на основе рассмотрения синхронизации часов, находящихся в разных точках движущейся системы.

То, что работа [18] из юбилейного номера журнала (посвященного Лоренцу) была известна Эйнштейну, следует из его публикации 1906 г. [28], а факт его знакомства с ней до написания в 1905 г. основной работы [6] основывается только на текстуальном совпадении самих описаний процедуры синхронизации часов в сравниваемых статьях и, конечно, на нашем выводе о систематическом сокрытии автором своих предшественников. Аномальность этой особенности очевидна, поскольку в рассматриваемом случае ссылка на авторитет Пуанкаре могла лишь помочь признанию научной значимости новаторского вклада Эйнштейна. Поэтому выяснение влияния исходных идей Пуанкаре на научное творчество Эйнштейна не может уменьшить его заслуг на завершающем этапе создания теории, подобно тому, как признание решающего значения исходных для квантовой механики идей Планка, Бора и де Бройля не уменьшило заслуг непосредственных создателей этой теории — Гейзенберга и Шредингера.

В отличие от многих других исследователей, которым также были хорошо известны высказанные Пуанкаре новые идеи, критический ум Эйнштейна оказался способным воспринять их, несмотря на, казалось бы, явное противоречие исходных положений о принципе относительности и независимости скорости света от движения источника, и дать на основе этих постулатов самостоятельное построение физической теории. Независимость работы Эйнштейна в завершающей стадии создания новой физической теории от аналогичных работ Лоренца и Пуанкаре проявилась в целом ряде принципиальных отличий даваемой трактовки созданной теории. Прежде всего, у Эйнштейна было



наиболее явно подчеркнуто, что решение проблемы электродинамики движущихся тел связано с коренными изменениями физических представлений о пространстве и времени. Кроме того, его построение было свободно от ошибок лоренцевского объяснения возникающих эффектов.

И хотя в статье Эйнштейна не содержалось новых предсказаний каких-либо физических эффектов по сравнению с более ранними работами Лармора [19] и Лоренца [4], она давала единое объяснение всем этим эффектам на основе нового представления о пространстве и времени, и при этом в ней содержалось одно совершенно новое утверждение об обратимости эффектов. В статье Эйнштейна об этом была сказано всего одна фраза: «Ясно, что те же результаты получаются для тел, которые находятся в покое в покоящейся системе, но рассматриваются из равномерно движущейся системы». Однако именно эта фраза характеризует важнейший аспект понимания новой теории и делает очевидной полную необоснованность лоренцевского объяснения возникновения кинематических эффектов движением системы в эфире.

Как мы уже отмечали, этот аспект, содержащийся неявно в самом теоретическом построении Лоренца, так и остался не выясненным ни в его работе 1904 г. [4], ни в последующих его трудах. В фундаментальном исследовании Пуанкаре [5] свойство обратимости группы непосредственно использовалось при выводе самих преобразований Лоренца. Однако, несмотря на формальное использование свойства обратимости группы, при обсуждении относительных эффектов сокращения пространственных отрезков и растяжения длительностей временных интервалов, взятых в «движущейся» системе и отнесенных к «покоящейся» системе, Пуанкаре не подчеркивает их обратимость, обусловленную переходом к использованию другой одновременности, хотя на условность этого понятия он обращал внимание еще в работе 1898 г.

Между тем были вполне естественные трудности понимания обратимости высокоскоростных кинематических эффектов, которые к тому же значительно усугублялись явными недостатками самих

формулировок этих эффектов<sup>32</sup>. Поэтому после встречи с физиками на Сольвеевском конгрессе в начале ноября 1911 г. Пуанкаре выступил с необходимыми разъяснениями по поводу обращения эффектов в своей последней лекции, прочитанной в Лондонском университете в мае 1912 г.

Возвращаясь к статье Эйнштейна, оказавшей основное влияние на сравнительно быстрое признание новой теории в среде физиков, отметим все же одну, по нашему мнению, характерную для этой статьи ограниченность изложения, имеющую отношение к недостаткам утвердившегося понимания самой сути происшедших изменений физических представлений о пространстве и времени. Как в первой работе, так и в последующих своих выступлениях на данную тему необычные свойства масштабов и часов трактовались Эйнштейном как самостоятельные сущности в отрыве от общих свойств физических процессов. Как уже отмечалось выше, мы считаем, что только предположение об универсальности, всеобщности открытых в электродинамике свойств движения объектов позволяет обоснованно считать, что именно этими свойствами выделена группа Лоренца, и соответствующую псевдоевклидову геометрию поэтому можно в некоторой мере считать геометрией физического мира.

---

<sup>32</sup> Так, принятая упрощенная формулировка эффекта растяжения временного интервала как утверждение о том, что «движущиеся часы идут медленнее неподвижных», очевидно, не допускает прямого обращения этой формулировки. Как мы писали в статье [16], на самом деле здесь под «неподвижными» часами подразумевается всегда пара часов, расположенных в различных точках одной из ИСО, а под «движущимися» часами подразумеваются отдельные часы в какой-либо точке другой инерциальной системы, и именно показания этих одиночных часов сравниваются с показаниями другой пары часов, которые синхронизированы световыми сигналами согласно условной собственной одновременности данной системы. Операция же обращения подразумевает всегда переход к использованию другой условной одновременности и соответствующему выбору пары часов в системе, где прежде выбирались лишь отдельные часы для проводимого сравнения.

В изложении же теории Эйнштейном как раз этот вопрос, важнейший для понимания подлинной сути происшедшего перехода к новым физическим представлениям о пространстве и времени, остался скрытым в тени формального перехода к новым пространственно-временным преобразованиям. Иначе говоря, этот переход в статье был сделан без уяснения того, что новые преобразования отличаются от старых преобразований Галилея всего лишь выбором единиц измерения на линейках и циферблатах часов и особым сдвигом нулевых отсчетов на последних. А действительная неравноправность двух различных систем исчисления координат происходящих в физическом мире событий диктуется только всеобщими свойствами физических процессов, связывающих отдельные события в цепочки причинно-следственных отношений. К сожалению, этот недостаток изложения и истолкования теории укоренился во многих книгах и вошел целиком в ортодоксальную трактовку теории, но его мне удалось избежать в работах [39, 47], развивая идею обобщения электродинамики, высказанную в статьях Лоренца [4] и Пуанкаре [5, 41], и неизменно следуя курсу примата динамических причин над кинематическими свойствами движения, выраженными в метрике Минковского<sup>33</sup>.

Между прочим, Эйнштейн уже в 70-летнем возрасте в своих «Автобиографических заметках» все же отметил обсуждаемый выше недостаток проведенного им в 1905 г. построения теории относительности и признал целесообразность иного подхода. Так, он писал: «Можно заметить, что теория вводит (помимо четырехмерного пространства) два рода физических предметов, а

<sup>33</sup> Миланское издательство «Jasa Book» выпустило на итальянском языке 15-томную энциклопедию оригинальных взглядов по современным проблемам науки и искусства EDO (Un'Enciclopedia D'Orientamento) «La Enciclopedia Tematica Aperta». В 7-м томе «Fisica» среди четырех вступительных лекций была опубликована и моя работа «Relativita' speciale» (она также была выпущена издательством в виде отдельной книги под № 52) [47]. Чести приглашения в EDO я был удостоен благодаря моей статье в УФН [16].

именно: 1) масштабы и часы, 2) все остальное, например электромагнитное поле, материальную точку и т. д. Это в известном смысле нелогично; собственно говоря, теорию масштабов и часов следовало бы выводить из решений основных уравнений (учитывая, что эти предметы имеют атомную структуру и движутся), а не считать ее независимой от них» [48, с. 280]. Далее после нескольких слов о вынужденном в начале XX в. выборе нелогичного пути построения теории Эйнштейн добавляет: «Однако этот грех нельзя узаконить до такой степени, чтобы разрешить, например, пользоваться представлением о расстоянии как о физической сущности особого рода, существенно отличной от других физических величин (сводить физику к геометрии и т. п.)».

Но все же от этого признания было еще далеко до понимания Пуанкаре возможности получения физически эквивалентных описаний новой механики как на основе группы Лоренца, так и на основе группы Галилея [41]. А самое главное, осталось неосознанно, что данная рекомендация иного пути построения теории фактически означала признание более правильным тот путь, который был избран предшественником Эйнштейна. Действительно, Лоренцу тогда после его работы 1904 г. оставалось получить описание новых кинематических соотношений в рамках прежних преобразований Галилея, чтобы понять глубокое соответствие полученных им ранее новых преобразований координат всеобщим свойствам физических процессов.

Палермская статья Пуанкаре и его последующие выступления о новой механике. Как мы уже отмечали выше, обе публикации Пуанкаре под одним названием «О динамике электрона» были посвящены непосредственно развитию математических аспектов теории, созданной Лоренцем в работе 1904 г., в которой, по мнению Пуанкаре, автору удалось «установить соответствие» с «постулатом о полной невозможности определить абсолютное движение». По поводу уравнений электродинамики перед тем, как приступить к доказательству их инвариантности относительно преобразований Лоренца, Пуанкаре писал: «Эти уравнения можно подвергнуть замечательному преобразованию,



найденному Лоренцем, которое объясняет, почему никакой опыт не в состоянии обнаружить абсолютное движение Земли» [56] (см. также [7, с. 122]). Далее Пуанкаре исправил лоренцевы формулы преобразования плотности заряда и скорости потока заряда. Получив впервые для этих величин законы преобразования, он достиг полного доказательства инвариантности уравнений Максвелла–Лоренца.

Пуанкаре показал, что преобразования Лоренца образуют группу в многообразии четырех измерений, и нашел инварианты этой группы. В статье была показана и плодотворность использования принципа наименьшего действия в четырехмерной формулировке. Получены также инварианты электромагнитного поля  $E^2 - H^2$  и  $EH$ . Затем в последнем разделе статьи, в котором Пуанкаре создал первый лоренц-обобщенный вариант скалярного поля тяготения, вводится мнимая временная координата, положившая начало псевдоевклидовой геометрии. Пуанкаре подчеркивает, что в таком подходе само «преобразование Лоренца представляет не что иное, как поворот в этом пространстве вокруг начала координат, рассматриваемого неподвижным» (см. [1, с. 118]).

К перечислению полученных фундаментальных результатов добавим, что в рассматриваемых публикациях Пуанкаре ни одним словом не упомянул о своем участии на ранней стадии в обсуждении самой проблемы и о своих предсказаниях общих особенностей будущей теории, сделанных им в докладе в сентябре 1904 г. в Сент-Луисе (США), очевидно, еще до изучения апрельской работы Лоренца. Надо заметить, что и в последующих выступлениях на данную тему Пуанкаре не упоминал ни о своих ранних работах, пионерских по выдвиганию исходных положений теории, ни о фундаментальных результатах своей палермской статьи 1905(6) г.

Надо полагать, скромность ученого и особенности французского воспитания интеллигента не позволяли Пуанкаре самому говорить о своих ранних работах, заложивших основы новой теории. К тому же в исследовании Лоренца он видел полное решение проблемы невозможности наблюдения движения относительно эфира и в отличие от современников понимал

допустимость различных конвенциональных форм представления этого решения. Но Пуанкаре мог, конечно, и в новой статье повторить прежние рассуждения без всяких ссылок на ранние труды, как он сделал в докладе в Сент-Луисе, повторив рассмотрение синхронизации часов, не ссылаясь на аналогичное объяснение в работе 1900 г. Видимо, Пуанкаре сознательно не посчитал нужным прерывать строгую линию изложения своего математического трактата [56] повторением таких простых разъяснений физического смысла нового понятия собственного времени в каждой системе координат. И все же такое объяснение могло бы заинтересовать физиков и заставить их вникнуть в сложные математические выкладки его статьи.

Это обстоятельство, как и факт публикации статьи в математическом журнале, имели прямое отношение к тому, что фундаментальное исследование Пуанкаре долгое время оставалось в тени и не получало должной оценки. Во всяком случае, влияние данного исследования Пуанкаре на дальнейшее развитие науки сказалось лишь неявно благодаря получившим широкую известность работам Г. Минковского, успешно продолжившего это направление развития математического аппарата.

Минковский первый свой доклад сделал в математическом обществе в Геттингене в 1907 г. [48a]. Затем он написал обстоятельный трактат, во вводной части которого сослался на основную работу Пуанкаре [56], правда, вовсе не по поводу заимствованных им фундаментальных идей развития нового математического аппарата теории, а лишь в связи с принятым Пуанкаре названием новых соотношений пространственно-временных координат как преобразований Лоренца, или группы Лоренца [48b]. Но даже такого упоминания труда крупнейшего французского ученого в известной работе Минковского оказалось достаточно, чтобы кто-то из физиков заглянул в палермский математический журнал и приоткрыл глаза другим ученым на фундаментальное исследование Пуанкаре.

Таким ученым через несколько лет стал профессор А. Зоммерфельд — основатель мюнхенской школы физиков.

Благодаря ему дело не окончилось в те годы только закреплением справедливо введенного Пуанкаре названия за преобразованиями, найденными впервые Лоренцем еще в 1899 г. [20]. При издании берлинского сборника трудов по теории относительности он написал примечания к наиболее известной работе Минковского «Пространство и время», которая представляла доклад, сделанный 21 сентября 1908 г. на собрании немецких естествоиспытателей и врачей в Кельне [48в]. В этой статье, вошедшей затем во все классические сборники, Минковский оказался уже более последовательным и вообще больше не сослался на Пуанкаре. Следовательно, и в данном докладе Минковский вновь не отметил, что в известной ему работе Пуанкаре был впервые применен и исследован четырехмерный формализм, дальнейшему развитию которого и было посвящено исследование Минковского. Таким образом, мы видим, что не только сотруднику патентного бюро трудно было признаться в развитии идеи, выдвинутой другим ученым.

В своих примечаниях А. Зоммерфельд исправил наметившийся крен, указав, что «...идеи Минковского в отношении понятия вектора первого рода (четырёхвектор) были отчасти и раньше уже высказаны Пуанкаре (Rend. Cir. Mat. Palermo 21, (1906)...» (из прим. 8) и в следующем примечании: «Релятивистская форма ньютоновского закона, данная Минковским, оказывается частным случаем более общей формы, предложенной Пуанкаре (в только что цитированной работе)...» (см. [1, с. 212]). Дальнейшей известности статьи Пуанкаре, как было уже отмечено выше, способствовала работа В. Паули [3], и это было не совсем случайно, поскольку В. Паули был одним из ярких представителей мюнхенской школы А. Зоммерфельда. О продолжавшемся замалчивании наиболее фундаментального изложения теории вполне мог узнать В. Фредерикс, проработавший в молодости несколько лет в Геттингене ассистентом у знаменитого математика Д. Гильберта. Позднее в Ленинграде он и Д. Д. Иваненко решили издать новый, расширенный вариант сборника классических работ, включив в него дополнительно перевод палермской статьи

Пуанкаре. Вот такая примерно цепочка причинно-связанных событий и сделала доступной эту гениальную статью для русских ученых. Случайным тут, пожалуй, было только то, что Д. Д. Иваненко успел завершить выпавшую на него основную работу по подготовке рукописи сборника и сдать ее в издательство до внезапно нагрянувшего на него, а затем и на его коллегу ареста и ложных обвинений. А на долю физиков послевоенного поколения в России выпала миссия добавить к самому глубокому изложению первоначальной теории относительности также переводы более ранних статей французского ученого, заложивших основы этой теории.

Но все же остался горький осадок от запоздалого прояснения всей истории создания теории, а также появилась претензия к французским физикам, даже не попытавшимся обратить внимание научной общественности на огромный вклад своего соотечественника на начальном и заключительном этапах создания этой теории. Из французских ученых кроме Пуанкаре лишь Поль Ланжевен занимался близкими проблемами. В 1911 г. он дважды выступал по вопросам «релятивистской теории» [49], но ни разу даже не упомянул имени Пуанкаре, хотя в палермской статье один из параграфов, названный «Волны Ланжевена», был посвящен обсуждению его подхода. Другой представитель французской науки Луи де Бройль в угоду сторонникам сознательного искажения истории создания теории подробно обсуждал причины, помешавшие будто бы Пуанкаре прийти к созданию «теории относительности» (см. [50, с. 707]).

Другим вариантом уклонения от исторической истины стало признание лишь его математического вклада в создание аппарата физической теории. Этот более изощренный способ искажения истины требует, соответственно, и конкретно мотивированного опровержения. И поэтому мы здесь покажем, что вклад Пуанкаре неправомерно было бы считать чисто математическим. Для создания теории большое значение, действительно, имело предшествующее возникновение радикально новых физических идей. С другой стороны, и развитие ее математического аппарата имело

первостепенное значение для дальнейшего развития физического содержания теории и, в свою очередь, позволяло существенно глубже понять существо новой научной концепции.

Пуанкаре же сделал решающий вклад как на первом этапе выдвижения радикально новых физических идей для преодоления кризисной ситуации, созданной экспериментами, так и на заключительном этапе создания самой физической теории и ее математического аппарата. По поводу первого этапа мы в этой статье уже высказали свое мнение, основанное на многих фактах. А то, что первоначальная историография создания теории проигнорировала факты публикации пионерских работ Пуанкаре в конце XIX в., имеет следующее простое объяснение: новые идеи ученого действительно не оказали достаточного влияния на широкую научную общественность. Но для подлинной истории важнее всего оказалось выяснение непосредственного влияния этих идей на Лоренца и Эйнштейна как на ученых, пошедших по намеченному Пуанкаре пути обобщения принципа относительности на оптические и электромагнитные явления.

Далее мы покажем, что автор палермской статьи не просто создал адекватный содержанию новой теории математический аппарат, но при этом продемонстрировал и глубокое понимание физической сущности необходимых в физике изменений основных представлений. В этом отношении он далеко опередил даже передовых физиков своего времени, признавших новую теорию, но усвоивших лишь ограниченную, как отмечено выше, точку зрения Эйнштейна. Как одному из авторов научной биографии Пуанкаре [23] мне трудно воздержаться от того, чтобы хотя бы кратко не рассказать здесь о необыкновенной широте научной деятельности выдающегося ученого. К концу XIX в. Пуанкаре заслуженно стал считаться выдающимся представителем знаменитой французской школы математиков и первым математиком в мире среди современников. Но в самом начале XX в. он становится широко известен и как физик-теоретик, принимающий активное и плодотворное участие в обсуждении неожиданно возникших тогда сложнейших проблем физики: электродинамики движущихся сред,

волн Герца, статистической физики и проблемы дискретных свойств излучения атомов. И в этом вторжении крупнейшего математика в теоретические проблемы физики проявилась не только мощь его математического таланта, но и необыкновенная глубина и ясность физического мышления, а также редкая для естествоиспытателей склонность к философскому обобщению в вопросах научного познания природы. Активной творческой деятельности Пуанкаре в области теоретической физики способствовала большая педагогическая работа: в течение ряда лет он прочел большой курс лекций в Сорбонне по всем разделам тогдашней теоретической физики, который затем был издан в 12 томах. В своих лекциях Пуанкаре освещал и самые актуальные вопросы физики в тот период, а также свои соображения по их решению. Именно в одной из лекций 1899 г. Э. Уиттекер обнаружил утверждение Пуанкаре по поводу его вывода о принципиальной невозможности наблюдения абсолютного движения в оптических и электромагнитных опытах.

Начиная с последнего десятилетия XIX в. Пуанкаре проявлял постоянный интерес и склонность к глубокому анализу общих проблем математики и физики. Он написал более двух десятков статей по философии точных наук, которые в следующем десятилетии объединил в три отдельно изданные книги. Эти произведения имели большой успех у образованных людей Франции и других стран Европы. В них проявился неутомимый интеллект и литературное дарование автора. Книги поражали читателей обилием интересных взглядов и смелых суждений, которые мог позволить себе только выдающийся ученый, активно занимающийся научной деятельностью и свободно владеющий идеями и методами точных наук. Эти книги по общим вопросам науки и сейчас не потеряли своей актуальности, и недавно они были изданы на русском языке отдельным томом [46].

Но, пожалуй, самым неожиданным в деятельности этого признанного авторитета в области абстрактного теоретического мышления было, хотя и редкое, но весьма знаменательное участие в вопросах экспериментальной и прикладной науки. Так, например, когда Генрих Герц опубликовал свое выдающееся открытие

электромагнитных волн и одновременно озадачил весь ученый мир несопадением полученной им скорости распространения волн с предсказанной Максвеллом величиной, равной скорости света, то устранил это противоречие не кто-нибудь из специалистов по электрическим схемам, а теоретик Пуанкаре<sup>34</sup>, указавший на необходимость учета емкости контура резонатора, сконструированного Герцем для обнаружения данных волн. Другой пример вмешательства Пуанкаре в вопросы экспериментальной физики также связан с выдающимся открытием конца XIX в. Получив от В. Рентгена письмо с отдельным выпуском сообщения об открытии проникающего так называемого X-излучения, крупнейший теоретик Пуанкаре сам сделал доклад на заседании Французской Академии наук об этом сенсационном экспериментальном открытии, не предвиденном ни одним теоретиком мира. После заседания Пуанкаре попросил задержаться своего коллегу по Академии Анри Беккереля и обратился к нему с предложением заняться проверкой его смелой гипотезы о сопровождении явлений фосфоресценции и флуоресценции таким же проникающим излучением. Беккерель с большим энтузиазмом принялся проверять гипотезу теоретика, и вскоре после безрезультатных исследований нескольких излучателей «холодного света» он, наконец, приступил к поиску проникающего излучения

<sup>34</sup> Этот пример ошибки, допущенной Г. Герцем в его расчетах, одновременно продемонстрировал и (не всегда встречающуюся у нынешних экспериментаторов) высокую порядочность и ответственность. Гораздо хуже, когда, несмотря на допущенную расчетную ошибку, конечный экспериментальный результат согласуется с результатом, предсказанным авторитетной теорией. Такой конфузный результат с проверкой предсказания теории двухкомпонентного нейтрино для величины поляризации электронов в  $\beta$ -распаде был получен в работе А. И. Алиханова и В. А. Любимова. В опубликованной в ЖЭТФ статье они получили результат в согласии с теорией, а затем в их расчетах поворота спина электрона в магнитном поле была обнаружена крупная ошибка, связанная с не учтенным авторами как раз высокоскоростным возрастанием массы электрона.

для самой интенсивной фосфоресцирующей урановой соли. Так проверка ложной догадки теоретика<sup>35</sup> привела в 1896 г. к неожиданному выдающемуся открытию радиоактивности, вылившемуся вскоре в открытие целого мира новых не предсказанных ранее физических явлений, имевших для XX в. самые значительные последствия.

Из деятельности выдающегося математика в области прикладных наук отметим работу членом Бюро долгот с 1893 г. и работу с 1902 г. в Высшей школе почты и телеграфии профессором по совместительству.

О признании Пуанкаре как физика-теоретика свидетельствует избрание его вице-президентом Первого Международного физического конгресса 1900 г., приглашение на Международный конгресс искусства и науки в Сент-Луисе в 1904 г. с докладом «Настоящее и будущее математической физики» [13] (заметим, что так тогда называлась теоретическая физика) и затем приглашение на Первый Сольвеевский конгресс в Брюсселе в 1911 г., на который было приглашено всего 23 избранных физика мира.

Содержание доклада Пуанкаре в Сент-Луисе является, пожалуй, самым ярким свидетельством его принадлежности к передовым физикам, ясно понявшим неизбежность грядущих коренных изменений самых основных физических представлений. Можно без всякого преувеличения сказать, что представленный в данном докладе обзор основных трудностей классической физики был первым и единственным в течение многих лет до и после 1904 г.

<sup>35</sup> Между прочим, без этой ложной гипотезы Пуанкаре, спровоцировавшей Беккереля заняться поисками именно проникающего излучения, открытие радиоактивности могло бы задержаться на десятки лет. Оказалось, что на почернение фотопластинки от раствора урановой соли обратил внимание членов Парижской академии уже тридцать лет назад некий лейтенант Ньежа де Сен-Виктора. Но данный эффект отнесли тогда к непонятному химическому воздействию урановой соли, а о проникающем излучении от соли не могла и сама мысль возникнуть до открытия этого чуда Рентгеном.

И это одно выдвигало крупнейшего математика в число передовых физиков, глубоко понимавших принципиальную невозможность оставаться на позициях классической физики. Вопреки высказанному в самом начале доклада намерению не делать прогнозы на будущее из опасения насмешить будущих физиков нелепостью своих суждений, Пуанкаре на самом деле свой доклад целиком посвятил смелым предначертаниям будущего развития физики и причем сделал это в самый трудный период коренной ломки старых физических представлений.

Современникам ученого казалось, что автор слишком стусил краски в описании общей картины возникших затруднений; их больше всего поражала пессимистическая оценка сложившейся в физике обстановки как явного кризиса, выход из которого, по предсказанию ученого, будет связан с крупнейшим преобразованием всех теоретических основ классической физики. Но для современных читателей, хорошо знакомых с действительно прошедшим преобразованием основ физики, самым удивительным в этом докладе выдающегося ученого должна считаться та гениальная прозорливость автора, с которой ему удалось заглянуть в будущее и дать тогда столь точные предсказания ряда конкретных деталей будущих физических теорий. И, конечно, нам теперь стала заметнее и развитая в докладе идея преемственности научных теорий.

Так, например, Пуанкаре, говоря о возникших сомнениях во всех положениях прежней физики, выделил шесть фундаментальных принципов, над которыми в то время также нависла серьезная угроза ниспровержения, но которые, по его твердому убеждению, должны непременно устоять в предстоящей буре коренных преобразований. Правда, предупреждает Пуанкаре, в новых физических теориях мы найдем их в новых одеяниях, в несколько измененной математической форме. К таким основополагающим принципам докладчик отнес принцип сохранения энергии, второе начало термодинамики, принцип относительности, принцип равенства действия противодействию, принцип сохранения массы, а также принцип наименьшего действия, на основе которого новая физика должна создавать свои общие методы решения задач.

Теперь, когда давно уже отшумела буря коренных преобразований, в самих возникших стройных зданиях современных физических теорий мы легко находим предсказанный Пуанкаре могучий остов из принципов прежней физики. Нам только нелегко будет отвлечься от обширных современных знаний, чтобы представить себе существовавшие в самом начале XX в. смутные представления физиков о грядущих изменениях и по достоинству оценить тогдашние пророческие предсказания Пуанкаре.

Но прогнозы Пуанкаре вовсе не ограничивались обсуждением общих принципов физики. Он весьма проникательно наметил стержневую линию развития новой физики, указал все «горячие точки» тогдашней физики, считая, что из разрешения имевшихся в них противоречий следует ожидать появления принципиально новых закономерностей, и, подобно ясновидцу, предрекал определенные особенности этих будущих теорий. И самое удивительное, что все предначертания ученого, как потом выяснилось, не были плодом неудержимой фантазии докладчика или беспочвенного гадания, когда лишь некоторые из многих предсказаний подтверждаются дальнейшим развитием науки. Ведь оправдались не просто многие из сделанных Пуанкаре предсказаний, а буквально все его предначертания. И современные ученые даже при всем желании не могут найти ни одной нелепости в смелых прогнозах французского ученого<sup>36</sup>. В истории точных наук просто неизвестно другое подобное произведение, чтобы в нем так

<sup>36</sup> Образцом таких попыток всячески приуменьшить значение программного доклада Пуанкаре может служить статья И. Ю. Кобзарева (УФН. 1974. Т. 113, вып. 4. С. 679). Но автор продемонстрировал и невозможность оспорить проникательность сделанных Пуанкаре прогнозов выхода из кризиса физики. Он лишь постарался предположительным по форме утверждениям Пуанкаре придать характер большой неуверенности и сильных сомнений. Неправ автор оказался и в приписывании Пуанкаре желания сохранить в будущей физике классические принципы. На самом же деле он для выделенных принципов допускал значительные изменения их формы.

полно и столь конкретно были предсказаны грядущие изменения научных основ. Правда, в большинстве случаев докладчик вовсе не настаивал на своих предсказаниях, а делал их с большим чувством такта в вежливой предположительной форме или даже с оговоркой о невозможности предсказания дальнейших путей развития.

Заканчивая свой доклад осторожным заявлением «мы не в состоянии предвидеть, в каком направлении пойдет дальнейшее развитие», Пуанкаре тут же с проницательностью ясновидца сделал свой предположительный прогноз: «Быть может, кинетическая теория газов расширится и послужит образцом для других теорий. <...> Тогда физический закон получил бы совершенно новый вид: он не был бы уже только дифференциальным уравнением, но приобрел бы характер статистического закона». И сразу же вслед за этим прогнозом, предвосхитившим более чем на двадцать лет появление статистических законов описания элементарных событий в квантовых явлениях, Пуанкаре в следующих, опять же предположительных по форме фразах предсказывает с поразительной конкретностью появление механики околосветовых скоростей: «Возможно также, что придется создать совершенно новую механику, которую мы сейчас лишь смутно предугадываем. В этой механике инерция возрастала бы вместе со скоростью, и скорость света являлась бы непреодолимым пределом». А следующими фразами после этого «смутного предугадывания» основной особенности новой механики, успокаивая приверженцев классической механики, Пуанкаре дает первую четкую формулировку так называемого принципа соответствия, который в историю вошел в окончательной формулировке Н. Бора (1918): «Обычная, более простая, механика сохраняла бы значение первого приближения, так как она бы была верна для не очень больших скоростей; таким образом, старая динамика еще содержалась бы в новой» [46, с. 251].

В самом тексте доклада есть прямое указание и на такую «горячую точку», из которой затем выросла квантовая механика: «К динамике электрона есть разные подходы, но среди них есть такой, которым несколько пренебрегали, хотя он и является одним из

обещающих нам больше всего неожиданностей. <...> Почему спектральные линии распределены согласно регулярному закону? <...> Законы более простые, но совершенно иной природы. <...> В этом еще не отдают себе отчета, но я думаю, что именно здесь находится одна из наиболее важных тайн природы. ...мы лучше поймем динамику электронов и, возможно, нам будет легче согласовать ее с принципами, когда выясним, почему колебания раскаленных тел так отличаются от обычных упругих колебаний, почему электроны ведут себя не так, как известная нам материя» [7, с. 42].

Таким образом, здесь Пуанкаре продемонстрировал ясное понимание того, что объяснение спектров излучения атомов приведет к открытию совершенно новых физических законов<sup>37</sup>. Данное предсказание получило первое подтверждение в 1913 г. в работе Н. Бора, а окончательно принципиальное отличие этих законов от классической физики было доказано в 1926 г. созданием квантовой механики и установлением статистической природы описания отдельных событий квантовых явлений. Указанная Пуанкаре проблема объяснения поведения электронов в раскаленных телах была решена также в 1926 г. открытием чисто

<sup>37</sup> В подобном случае, когда Пуанкаре весьма уверенно говорит, что объяснение спектров <sup>из</sup> излучения атомов принесет «больше всего неожиданностей», И. Ю. Кобзарев в своей статье прибегает к другому ухищрению, пытаясь убедить читателей, что здесь автор не мог подразумевать теорию, далекую от классической физики, поскольку он настаивал в своем докладе на сохранении классических принципов. Безусловно, открытие квантовой механики превзошло все самые смелые ожидания и предсказания любых неожиданностей, но, судя по приведенным выше высказываниям, Пуанкаре был бы, наверняка, среди тех, кто приветствовал бы появление этой неклассической теории. Еще более решительным предположением закончил свое выступление Луи де Бройль: «Сколько услуг он мог оказать совсем молодой теории квантов, делавшей лишь первые неуверенные шаги, или волновой механике, рождение которой происходило столь трудно» [50, с. 711].



квантового свойства вырожденного газа электронов (статистика Ферми-Дирака).

Но не только это удивительное совпадение действительных фактов дальнейшего развития квантовой теории со всеми предсказаниями (хотя и сформулированными Пуанкаре в общих чертах) дает нам основание для предположения, что он обязательно поддержал бы рождение квантовой механики, доживи он до 1927 г. Основанием для такого предположения являются и все последующие выступления ученого. Пригласив Пуанкаре на Сольевевский конгресс без представления доклада, его организаторы рассчитывали на полезное участие знаменитого математика не только в обсуждениях на данном конгрессе. Скорее всего таким образом они хотели заинтересовать крупнейшего теоретика новейшими проблемами квантовой физики, надеясь и на его последующее участие в их обсуждении и решении. И эти предполагаемые надежды начали оправдываться.

За оставшиеся полгода до операции (с последующим затем смертельным исходом) Пуанкаре успел написать три теоретических статьи, сыгравших определенную роль в обосновании необходимости квантовой гипотезы. А в четвертой своей статье «Новые концепции материи» [51], написанной для сборника «Современный материализм», Пуанкаре рассказал о постоянной борьбе между двумя концепциями, представляющими материю либо непрерывной, либо, напротив, дискретной субстанцией, и о последней победе идеи дискретности: о квантовой теории излучения Планка. Но вслед за этим автор советует не торопиться с выводом об окончательной победе концепции дискретности и из чисто философских соображений, как оракул, предрекает неминуемое возрождение идей непрерывности на новой фазе постоянной борьбы данных конкурирующих концепций. И действительно, идея дискретности излучения и мельчайших частиц электронов и атомов затем (1923) была дополнена ещё более удивительной идеей Л. де Бройля об универсальных непрерывных свойствах материи, выраженных в существовании волнового процесса, соответствующего каждой частице материи. На основе синтеза этих

противоположных сущностей микрообъектов<sup>38</sup> и возникла современная квантовая механика, давшая строгое математическое описание всему многообразию атомных явлений.

Возвращаясь к докладу в Сент-Луисе, отметим, что Пуанкаре в нем не просто перечислил основные физические принципы, которые, по его мнению, должны пережить предстоящее революционное преобразование, но он также пояснил поочередно, какие угрозы нависли над каждым из них. Прежде чем вернуться к основной рассматриваемой теме, связанной с принципом относительности, мы обсудим его рассуждения, касающиеся второго начала термодинамики, поскольку эта область после небесной механики была следующей, где выдающийся французский ученый в конце XIX в. снискал большую известность. Его лекции по термодинамике вышли в 1892 г. отдельным томом. В нескольких исследованиях он обсуждал проблему обоснования термодинамической необратимости. Так, в работе 1889 г. Пуанкаре показал недостаточность предложенного Гельмгольцем объяснения. В 1893-1894 гг. он выступил с критикой других попыток обоснования необратимости на основе кинетической теории газа.

Позднее в одной из статей по кинетической теории газа им была введена энтропия микросостояния, для которой не был характерен монотонный рост обычной энтропии<sup>39</sup>. Другая его работа

<sup>38</sup> Но проблема корпускулярно-волнового дуализма, лежащая в основе идейного обоснования квантовой механики, до сих пор так и не получила приемлемого толкования для индивидуальных событий [25]. И если делать суждения о вероятной реакции Пуанкаре на создание квантовой механики, то, учитывая его особенность вникать в сущность физического явления, можно предположить, что он, как и Эйнштейн, не был бы удовлетворен ограниченной интерпретацией теории, выдвинутой Н. Бором.

<sup>39</sup> Этот результат о не возрастании энтропии, введенной Пуанкаре для отдельного микросостояния, так же как и рассуждение М. Смолуховского (1916) о равенстве вероятностей диффузии отдельной броуновской частицы в прямом и обратном направлении, дает ключ к объяснению происхождения резкого различия вероятностей для прямого и

из области приближенного решения задачи трех тел так называемая теорема возврата<sup>40</sup> была использована в 1895 г. математиком Э. Цермело для критики атомистического обоснования Л. Больцмана второго начала термодинамики. Еще раньше это обоснование было подвергнуто критике его коллегой по Венскому университету И. Лошмидтом из общих соображений невозможности получения необратимых законов термодинамики из законов механики. Но, обратившись к теореме возврата Пуанкаре и несколько обобщив ее содержание для системы многих тел, Цермело внес в прежнюю дискуссию элемент аналитического анализа и тем вынудил Больцмана и его сторонников снова задуматься над конкретно поставленным вопросом.

Уже в прежних своих работах Больцман, отвечая на возражение Лошмидта, сформулировал идею о статистической природе понятия энтропии. В ответе на критику Цермело он не оспаривал справедливость теоремы Пуанкаре, но показал ничтожную малость вероятности обратного процесса для системы, в которой огромное число молекул, как, например, в одном кубическом сантиметре воздуха при атмосферном давлении. Но на этот раз Больцман в своем ответе (1896) не пояснил, почему обратимая механика для системы из многих частиц приводит к столь существенному различию величин вероятностей для прямого

---

обратного процесса в статистической физике многих частиц. Асимметрию в данный процесс вносит суммирование вероятностей большого числа тождественных (макроскопически неразличимых) микросостояний. Разъяснения по этому поводу даны в моей работе [52].

<sup>40</sup> Согласно этой теореме механическая система из нескольких тел при центральности действующих между ними сил обязательно должна вернуться к положению, сколь угодно близкому к начальному состоянию. Сам Пуанкаре использовал данную теорему для обсуждения стабильности Солнечной системы, а затем Э. Цермело обратил внимание на возможность ее обобщения для системы из многих молекул. Поэтому за ней укрепилось название теорема возврата Пуанкаре–Цермело. Правда, за два года до этого в рассуждении о проблеме необратимости он и сам указал на данную теорему [53].

процесса в сторону статистического равновесия (например, расхождению капли краски по всему объему жидкости) и обратного процесса от равновесного состояния (собираение молекул краски из всего объема жидкости в одну каплю). Поэтому данную задачу продолжали считать не доведенной до окончательной ясности не только в 1904 г., когда ее обсуждал в своем докладе Пуанкаре, но и в наше время она нередко считается нерешенной [52].

В докладе в Сент-Луисе Пуанкаре обсуждал ту же проблему необратимости и делал правильный вывод о кажущемся противоречии, а также о статистической природе необратимости, отмечая, что «все это было разъяснено Максвеллом и Больцманом, но наиболее точно изложил этот вопрос Гиббс» [46, с. 238], хотя в прошлом Пуанкаре высказывал явное сомнение в самом направлении поиска статистического ответа, называя его английской гипотезой [53]. Видимо, знакомство с работами Больцмана оказало соответствующее влияние на мнение Пуанкаре, да и само направление он больше уже не называл английским путем. Но это все же было еще весьма не твердое убеждение в полноте решения проблемы на основе статистического подхода, поскольку в конце своего доклада при перечислении нерешенных проблем Пуанкаре отмечает и проблему объяснения необратимости. Правда, в отличие от других «горячих точек» решение этой проблемы он не связывал с предсказанием появления новой теории, а лишь считал, что «разъяснение поможет лучше понять смысл принципа Карно и его место среди динамических законов, и тогда мы будем лучше вооружены для того, чтобы объяснить любопытный опыт Гюи, о котором я говорил выше» [46, с. 247]<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup> Здесь последние слова Пуанкаре относятся к исследованиям французского физика Луи Гюи (1854–1926), который в 1888 г. доказал тепловую природу броуновского движения. В своем докладе Пуанкаре рассматривал данное явление как превращение тепла в движение броуновской частицы и усматривал в этом почему-то противоречие с принципом Карно (так он называл второе начало термодинамики). Пожалуй, это было единственное необоснованное заключение во всем его докладе.



Но, конечно, броуновское движение не таило в себе никакого противоречия с кинетической теорией тепла, и после создания Эйнштейном и Смолуховским количественной теории этого движения в классической физике появилась первая статистическая теория, применимая для одиночных частиц в силу внешней природы стохастичности движения отдельной броуновской частицы. На примерах данного движения проще объяснить появление большого числа тождественных равновероятных микросостояний, соответствующих равновесному состоянию статистической системы, а также уяснить необходимость суммирования этих вероятностей микросостояний для определения полной вероятности данного физического состояния. Простота объяснения обусловлена возможностью рассмотрения диффузии малого числа броуновских частиц, испущенных из одной начальной точки  $O$ . Тогда через фиксированное время наблюдения  $t$  мы застанем  $N$  частиц, испущенных из начальной точки, в  $N$  точках пространства на расстояниях от начальной точки  $O$ , равных  $r_1, r_2, r_3, \dots, r_N$ . Вводя для каждой точки элемент объема  $\Delta V_i$ , получим вероятность  $P_+$  повторения такой случайной выборки

$$P_i = (12Dt_i)^{-N/2} \Delta V_i \exp\left(\frac{-r_i^2}{12Dt_i}\right)$$

и затем, умножая полученное произведение дополнительно на число перестановок  $N$  частиц по заданным точкам, которое равно  $N!$ , если можно пренебречь попаданием нескольких частиц в один элемент объема  $\Delta V_i$  около каждой точки  $r_i$ . Таким образом, мы получаем суммарную вероятность  $P_+$  заполнения частицами всех  $N$  элементов объема  $\Delta V_i$  с центрами в точках  $r_i$ , равную  $P_+ = N! \prod P_i$ , которая в  $N!$  раз превосходит вероятность обратного процесса  $P_-$ , т. е. вероятность собраться в объеме  $\Delta V_0$  с центром в точке  $O$  всех  $N$  частиц, испущенных из заданных точек  $r_i$ .

Итак, фактор  $N!$  увеличения вероятности прямого процесса появляется в результате суммирования вероятностей физически эквивалентных микросостояний, соответствующих различным вариантам заполнения заданных клеточек  $\Delta V_i$  пространства

броуновскими частицами. Энтропия физического состояния пропорциональна именно такой сумме вероятностей осуществления заданных микросостояний в полном соответствии со статистической интерпретацией Больцмана. Такую энтропию Пуанкаре называл «грубой энтропией». Использованный им эпитет «грубая» имеет в данном случае два различных аспекта обоснования. Первый из них связан с огрублением пространственного описания ансамбля броуновских частиц, а именно с введением элемента объема  $\Delta V_i$  как неточности локализации броуновской частицы. Введение этого элемента объема представляет необходимый момент статистического описания, но с увеличением объема фактор превышения прямого процесса над обратным  $P_+/P_-$  лишь уменьшается в связи с ростом вероятности попадания в отдельную ячейку  $\Delta V_i$  нескольких броуновских частиц, так как указанный фактор в этом случае равен  $N!$ , деленному на произведение  $\prod n_i!$ , где  $n_i$  — число броуновских частиц, попавших в  $i$ -ячейку.

Второй аспект обоснования огрубления описания ансамбля броуновских частиц имеет уже прямое отношение к возникающей необратимости процесса движения этого статистического ансамбля. Данный аспект огрубления связан с признанием физически эквивалентными различных вариантов заполнения частицами заданного набора ячеек пространства. При суммировании вероятностей этих, вовсе не тождественных состояний мы считаем их эквивалентными вариантами распределения частиц в нашем огрубленном макроскопическом описании. Именно реальное преобладание количества таких, не совсем тождественных микросостояний и есть истинная причина необратимости процессов в статистической физике. Абсолютная же необратимость таких процессов возникает как термодинамический предел при  $N \rightarrow \infty$ , когда можно полностью пренебречь вероятностью процессов обратного направления.

Так что разъяснение причины появления необратимости в статистической физике действительно позволило нам, как и предсказывал в своем докладе Пуанкаре, глубже понять статистическую природу второго начала термодинамики. Но только

«проблема» броуновского движения вопреки его ожиданиям не только не внесла дополнительных осложнений, а, напротив, помогла нам наглядно уяснить причины возникновения асимметрии вероятности. В кинетической теории газа аналогичная проблема необратимости переплетается с более сложной проблемой обоснования статистического подхода к описанию коллективов из небольшого числа частиц<sup>42</sup>. Но все эти сложности уяснения особенностей возникновения необратимого движения коллективов из частиц, движущихся по отдельности по строго обратимым законам классической механики, должны нас лишней раз убедить в глубине проникновения в суть явления самого Больцмана, правильные и исчерпывающие объяснения которого так и оставались до конца не понятыми несколькими поколениями ученых.

Теперь в конце нашего рассказа о докладе Пуанкаре в Сент-Луисе мы вернемся к его утверждениям о принципе относительности. Прежде всего, он отметил, что экспериментальные исследования не подтвердили теоретические предсказания по поводу обнаружения движения относительно светонесущей среды — эфира. «На этот раз экспериментальная физика оказалась более верна принципу, чем математическая физика», — отмечал Пуанкаре. И теоретикам пришлось «проявить сегодня всю свою изобретательность», чтобы согласовать теоретические построения с экспериментом. Это согласование удалось провести Лоренцу, но «только путем нагромождения гипотез». Далее докладчик обсуждает гипотезу Лоренца о «местном» времени и повторяет свои прежние объяснения физического смысла «местного» времени как соответствующего условию постоянства скорости света в движущейся системе координат.

Он по-прежнему называет время исходной системы «истинным», а время движущейся системы «местным», но затем

<sup>42</sup> Такие коллективы, как известно, также допускают статистическое описание, но только по прошествии времени релаксации для данной системы после того, как в системе произошло достаточное размешивание.

делает новое, весьма важное пояснение: «Часы, отрегулированные таким образом, не будут показывать *истинное время*. Они показывают так называемое *местное время*. Одни из них отстают. Это не имеет большого значения, поскольку у нас нет средств заметить это. Все явления, которые происходят, например, в пункте А, будут запаздывать, но все останется точно таким же, и наблюдатель не заметит этого, поскольку его часы отстают. Таким образом, как этого требует принцип относительности, у наблюдателя не будет никакой возможности узнать, находится ли он в покое или в абсолютном движении» [7, с. 34].

Данное утверждение Пуанкаре о запаздывании всех явлений, происходящих в движущейся системе, мы хотели бы особо подчеркнуть, поскольку оно вскрывает истинный физический смысл относительности понятия одновременности пространственно разделенных событий. Эти слова, произнесенные докладчиком в 1904 г., конкретно разъясняют его идею об отсутствии абсолютной одновременности, высказанную еще в статье 1898 г., на основе ясного понимания невозможности экспериментального доказательства постоянства скорости света в двух противоположных направлениях. К этому аспекту проблемы он вернулся еще раз после встречи с физиками на Сольвеевском конгрессе в ноябре 1911 г., видимо, убедившись в их недопонимании самого простого и основного момента в новых представлениях о пространстве и времени. Но, к сожалению, ортодоксальная трактовка «теории относительности» проигнорировала весьма важные разъяснения Пуанкаре, и, тем самым, утвердила на многие годы формальное понимание самого перехода от группы Галилея к группе Лоренца.

Теперь вернемся к обсуждению палермской статьи Пуанкаре и покажем, что ее новаторское математическое содержание неразрывно связано с глубоким проникновением автора в самую суть физической теории.

Возьмем, к примеру, выдвинутое Пуанкаре, казалось бы, чисто математическое требование к пространственно-временным преобразованиям обязательно обладать всеми свойствами математической группы. Ведь это требование равносильно

требованию однозначности приписываемых в различных инерциальных системах значений координат одному и тому же событию. Любой новый способ арифметизации координат событий (выбор масштабов линеек и циферблатов) должен удовлетворять прежде всего требованию однозначности приписываемых координат<sup>43</sup>, иначе говоря, обладать свойствами внутренней непротиворечивости в такой же мере, как им обладал старый метод арифметизации, лежащий в основе группы Галилея.

В противном случае ни о каком использовании преобразований координат для точного описания физических явлений и корректного сравнения этого описания с опытом не может быть и речи. Так что вопрос о групповых свойствах математических преобразований координат имеет самое прямое отношение и к теоретической, и к экспериментальной физике. Сейчас нам кажется очевидным предъявляемое к преобразованиям требование однозначности вводимых координат события, а до Пуанкаре известные физики Фойгт и Лоренц вводили не образующие группы, приближенные преобразования, не замечая внутренней противоречивости.

Палермская статья Пуанкаре представляла собой обширный математический трактат, содержащий строгое построение новой

---

<sup>43</sup> Преобразования устанавливают математическую взаимосвязь между координатами одного события, определенными в разных ИСО по единой принятой процедуре. По известным координатам события в одной системе отсчета, принятой, например, за исходную систему  $K_0(x, y, z, t)$ , мы с помощью преобразований можем определить координаты того же события в любой другой инерциальной системе при известной скорости ее движения относительно исходной системы  $K_0$ . Пусть мы нашли таким образом координаты того же события сразу в двух системах отсчета  $K_1(x_1, y_1, z_1, t_1)$  и  $K_2(x_2, y_2, z_2, t_2)$ . Но те же преобразования мы можем использовать, взяв за исходную основу, например, координаты  $x_1, y_1, z_1, t_1$  системы  $K_1$ , и по ним вычислить координаты события в системах  $K_0$  и  $K_2$ . Но вновь полученные координаты совпадут с прежними  $x, y, z, t$  для системы  $K_0$  и  $x_2, y_2, z_2, t_2$  для системы  $K_2$  только в том случае, если используемые преобразования координат образуют группу.

физической теории. После этой работы в основном завершилось построение новой механики околосветовых скоростей как теоретической дисциплины. Развитие в ней математические построения, о которых мы говорили в начале этого раздела настоящей статьи, сопровождались глубоким пониманием самого существа решаемой физической проблемы. Так, новые преобразования пространственно-временных координат Пуанкаре с самого начала связывал с невозможностью обнаружения абсолютного движения Земли и затем привел строгое и самое общее доказательство инвариантности уравнений электродинамики относительно группы Лоренца. Причем математическое свойство инвариантности уравнений он связывал непосредственно с требованием физического принципа относительности. Но в отличие от работы Эйнштейна в палермской статье Пуанкаре высказывалось твердое убеждение автора в необходимости аналогичной инвариантности относительно группы Лоренца и остальных уравнений, описывающих любые физические явления, в том числе и гравитационные явления<sup>44</sup>.

Уже одно требование всеобщей инвариантности ставит физическое понимание проблемы крупнейшим математиком Пуанкаре на первое место в мире и делает беспочвенными любые измышления об отрыве его математических изысканий от их физического обоснования. Там, где молодой физик Эйнштейн выделял преобразования Лоренца формальным признанием таковыми свойства часов и масштабных линеек, крупнейший математик и проницательный мыслитель Пуанкаре демонстрирует нам более глубокое понимание выделенности выбранных преобразований общими свойствами происходящих в мире физических явлений, их инвариантностью относительно выбранной

---

<sup>44</sup> Идущее от Пуанкаре обобщенное понимание принципа относительности предельно выявляет весьма неудачное использование эпитета «специальный» для этого принципа и для самой теории, удовлетворяющей данному принципу. И только традиционно сложившаяся терминология заставляет пользоваться неудачным эпитетом даже некоторых авторов, последовательно развивающих взгляды Пуанкаре [47].

группы преобразований. И если к этому мы добавим его прежние разъяснения лежащего в основе новых преобразований координат выбора процедуры определения одновременности разноместных событий в каждой ИСО, то станет предельно ясно, что именно происходящими в мире физическими процессами, их общими свойствами продиктован предпочтительный выбор координат и одновременности в каждой ИСО согласно условному соглашению о постоянстве скорости распространения света для любых прямо противоположных направлений. О том, что предпочтительность преобразований Лоренца вовсе не исключает равноправного, но менее удобного использования преобразований Галилея, Пуанкаре делает дополнительное замечание лишь в своей лондонской лекции в мае 1912 г. Но если судить по отсутствию в последующем какой-либо реакции в научной литературе на это, надо сказать, противоречащее ортодоксальной трактовке замечание, то следует признать, что специалисты просто проигнорировали ценное замечание французского ученого, скорее всего, сочтя, что Пуанкаре, «несмотря на свой острый ум, проявил слабое понимание сложившейся ситуации»<sup>45</sup>.

В палермской статье Пуанкаре не только выдвинул идею общей инвариантности относительно преобразований Лоренца всех уравнений, описывающих различные физические явления, но и создал впервые лоренц-обобщенный вариант скалярной теории тяготения. В самой постановке вопроса об обязательном расширении теории на область гравитационного взаимодействия и в

<sup>45</sup> Приведенные здесь слова принадлежат Эйнштейну. Именно так он охарактеризовал позицию Пуанкаре по «теории относительности» в своем письме к другу, описывая их встречу на Первом Сольвеевском конгрессе [30, с. 165]. В программе конгресса не было докладов по данной теме. Но в частных беседах с Пуанкаре эти вопросы могли обсуждать и Эйнштейн, и другие участники конгресса. И в таком кратком обмене мнениями должно было выявиться расхождение взглядов Пуанкаре и других специалистов, и именно поэтому в своем выступлении в Лондоне он решил затронуть как раз те пункты теории, в которых обнаружил недопонимание у своих коллег.

создании первого варианта такой теории Пуанкаре значительно опередил физиков-теоретиков своего времени. По этому поводу в своих комментариях к изданию палермской статьи в третьем томе «Избранных трудов» Пуанкаре профессор Д. Д. Иваненко написал следующие яркие слова: «Работы Пуанкаре практически нашли немедленное продолжение в исследованиях Минковского (Phys. Z. 1909. V. 10. P. 104), который наряду с широко известной трактовкой четырехмерного пространства-времени начал развивать также идеи Пуанкаре о гравитации. В исторической перспективе сейчас ясно, что Пуанкаре первый предпринял попытку построения лоренц-инвариантной теории гравитации, обобщая закон тяготения Ньютона путем учета запаздывания распространения гравитации и указывая на то, что ее скорость равна скорости света. Гравитационные идеи Пуанкаре были развиты также Лоренцем (Phys. Z. 1910. V. 11. P. 1234), позднее Уиттроу и Мордухом (Nature. 1960. V. 188. P. 790)» (см. в [50, с. 732]).

И не должно быть никаких сомнений, что даже простое участие Пуанкаре в дальнейшем обсуждении созданных впоследствии другими учеными новых вариантов теории тяготения имело бы самые кардинальные последствия для уровня понимания всех этапов развития гравитационной теории. Во всяком случае, проблема сохранения энергии в этой теории не обсуждалась бы на страницах сегодняшних научных журналов из-за исчерпывающей ясности, внесенной таким мыслителем, как Пуанкаре, которому математический формализм не мог заслонить ясности понимания физического содержания теории.

Теперь в заключении этого раздела работы мы кратко остановимся на выступлениях Пуанкаре по поводу принципа относительности, сделанных им уже после палермской статьи.

В 1908 г. Пуанкаре выступил с обширной популярной статьей «Динамика электрона» во французском журнале «Общее обозрение чистой и прикладной науки» [54]. Эта статья поражает детальным описанием экспериментальной ситуации, сложившейся к тому времени, с проверкой новой механики и следствий принципа относительности. Бесспорно, такого полного и квалифицированного

обзора экспериментов по крупной физической проблеме мы не найдем ни у одного математика за два последних столетия. А по конкретной проблеме, связанной с принципом относительности, мы не найдем ничего сравнимого с данным обзором среди работ, написанных в то десятилетие кем-нибудь из физиков-теоретиков или экспериментаторов.

Эта статья вместе с его докладом в Сент-Луисе окончательно предрешает всяческие споры о Пуанкаре как математике, которому будто бы было трудно проникнуть в физическую сущность своих математических построений. Он был тем редким физиком-теоретиком, который вникал во все подробности экспериментальной ситуации по интересующей его теоретической проблеме<sup>46</sup>.

В упомянутой работе автор, помимо известных оптических опытов, начиная с аберрации Бредли и кончая подробным объяснением эксперимента Майкельсона, обсуждает электродинамические опыты с катодными лучами, с  $\beta$ -частицами от радия, а также с положительно заряженными каналовыми лучами. В тот период экспериментальная ситуация предельно осложнилась тем, что Кауфман своими экспериментами по отклонению катодных лучей подтверждал теорию Абрагама и противоречил теории Лоренца. Но только теория Лоренца, по утверждению автора статьи, соответствовала принципу относительности. В сложной для теории ситуации Пуанкаре писал: «Вопрос этот имеет такое значение, что было бы желательно, чтобы кто-нибудь другой повторил опыт Кауфмана... не менее искусный, чем сам Кауфман» [54, с. 503]. А затем крупнейший теоретик обсуждает возможность

<sup>46</sup> В комментариях к русскому изданию этой статьи историки науки И. Я. Итенберг и А. М. Френк сообщают такие подробности опыта Кремье по обнаружению магнитного поля конвекционных токов: «А. Пуанкаре внимательно следил за опытами Кремье, работавшего в Сорбонне, давал советы по постановке эксперимента и опубликовал несколько работ об этих опытах (см., например, Rev. gen. sci. pures et appl. 1901. V. 12. P. 994). По предложению Пуанкаре Кремье и Пандер поставили в Сорбонне совместный эксперимент, давший положительный результат» [54, с. 734].

систематической погрешности, допущенной в данном эксперименте при определении напряженности электрического поля.

Теоретические аспекты проблемы в [54] изложены весьма кратко, без какого-либо обсуждения и без ссылок на свои статьи. Здесь третий раз Пуанкаре повторяет свое объяснение смысла «местного» времени на примере рассмотрения синхронизации часов световым сигналом. В работе обсуждаются необходимые изменения теории тяготения Ньютона и делается следующий вывод: «В итоге единственным заметным при астрономических наблюдениях эффектом будет движение перигелия Меркурия. Это движение того же рода, что уже наблюдалось, хотя и не было объяснено, но значительно меньшее по величине. Все это нельзя считать аргументом в пользу новой динамики, поскольку и там нам нужно искать иное объяснение для большей части аномалий Меркурия, но еще менее это можно считать аргументом против нее» [54, с. 511]. Здесь впервые перед теорией гравитации ставится задача объяснения векового движения перигелия Меркурия (слова, набранные курсивом, были выделены самим автором, слова же, набранные жирным шрифтом, выделены мной как призывающие к дальнейшему развитию теории гравитации).

В конце статьи Пуанкаре всесторонне обсуждает старую идею механической модели объяснения тяготения, предложенную еще в 1784 г. швейцарским ученым Ж. Л. Лесажем (1726–1803). Он показывает, что такой механизм тяготения и в классическом, и в лоренц-инвариантном варианте механики не совместим с фактом существования холодных планет. При этом автор подчеркнул, что вывод о быстром нагревании тел остается в силе и в том случае, если мы предположим существование хаотических потоков частиц с существенно большей проникающей способностью, чем X-лучи.

Полузабытую гипотезу Лесажа вспомнили после первых регистраций активных действий нейтрино на современных реакторах. Также Р. Фейнман в своих корнеллских лекциях обсуждал механизм Лесажа. Отмечая его как единственный за все времена предложенный конкретный вариант механической модели тяготения, он одновременно подчеркнул несовместимость

механизма с квазистационарным движением планет. Однако современная квантовая механика вырожденного газа позволяет, в принципе, снять прежние возражения против гипотетического механизма Лесажа, а квантовое описание физического вакуума допускает возрождение на новом уровне идеи гравитационного сдвливания тел<sup>47</sup>. И современная наука, будем надеяться, все же сделает решающий шаг в постижении природы гравитации и вспомнит тогда, что интерес к давней попытке Лесажа объяснить механизм всемирного тяготения Ньютона в нашем веке пробуждали Пуанкаре и Фейнман.

В Геттингене было принято решение о том, чтобы доходы от так называемого вольфовского фонда, предназначенного для премии за доказательство великой теоремы Ферма, использовать начиная с 1909 г. для приглашения выдающихся ученых из других стран для чтения лекций по актуальным проблемам науки. Первым по предложению Давида Гильберта был удостоен приглашения

---

<sup>47</sup> Известный эффект Казимира, вызванный возмущением вакуума электропроводящими пластинами, послужил поводом для выдвижения в 1967 г. А. Д. Сахаровым новой идеи о вакуумной природе происхождения тяготения [55]. Согласно этой гипотезе гравитация не является четвертым фундаментальным взаимодействием, а порождена присущей вакууму «метрической упругостью», которая в низкоэнергетическом пределе переходит в гравитационное действие Гильберта-Эйнштейна. Однако здесь я хотел бы обратить внимание читателей на имеющуюся возможность приблизить данную гипотезу к механизму эффекта Казимира, обусловленного действием нескомпенсированного давления псевдофотонов вакуума. Для этого следует прежде всего вспомнить, что физический вакуум должен быть наделен свойствами нулевых состояний всех фундаментальных полей физического мира. Тогда по аналогии с давлением электромагнитного вакуума мы должны учесть нескомпенсированные эффекты от возмущения телами вакуумных нулевых состояний нейтринного поля и после этого переходить к метрическим свойствам пространства-времени. Данные соображения о конкретном варианте воплощения глубокой идеи Сахарова были высказаны мною в статье «О природе гравитационных сил» в популярном журнале «Техника — молодежи» (1983. № 10. С. 50).

выступить перед местной аудиторией Анри Пуанкаре. 22–28 апреля 1909 г. он прочел здесь шесть лекций. Пять лекций, посвященных интегральным уравнениям, Пуанкаре прочел на немецком языке. Шестую он посвятил новой механике, и прочел он ее на французском языке, извинившись перед аудиторией за испытываемые им трудности изложения на немецком языке лекции, в которой он не намерен был прибегать к спасительной для него математике<sup>48</sup>. Она содержала лишь элементарные сведения об особенностях новой механики и об ее связи с принципом относительности.

В самом начале этой лекции Пуанкаре образно пояснил, «что механика Ньютона, которая представлялась нам непоколебимым монументом», в последнее время также подверглась сильным разрушениям. «Во всяком случае монумент, — сказал он, — сильно пострадал под ударами великих разрушителей. Один из них, Макс Абрагам, находится среди вас, другой — голландский физик Лоренц» [46, с. 498]. Так что авторитетный французский ученый щедро причислил присутствовавшего на лекции профессора Абрагама к великим разрушителям старой классической механики, хотя все остальное содержание лекции посвящалось новой

---

<sup>48</sup> Надо заметить, что первая тема составляла предмет многолетних и весьма успешных исследований самого Д. Гильберта, а тема последней лекции считалась здесь областью последних достижений профессора Геттингенского университета Г. Минковского, только в январе 1909 г. ушедшего из жизни. Поэтому избранные французским ученым темы лекций имеют два противоположных объяснения: 1) либо Пуанкаре этим выбором просто хотел пойти навстречу интересам местных ученых, 2) либо он желал продемонстрировать свое превосходство над геттингенскими математиками непосредственно на поле их научной деятельности. Такие мысли приходили в голову слушателям, поскольку многие из них слышали о прошлой победе молодого Пуанкаре в соревновании на поприще фуксовых функций над присутствующим в аудитории их главным математиком Феликсом Клейном. К тому же накануне Венгерская академия наук присвоила Пуанкаре премию Я. Больяи, подведя тем самым итог состязания не в пользу Гильберта, второго прославленного математика Геттингенского университета.



механике, иначе говоря, механике Лоренца, но никак не альтернативной механике Абрагама. Однако от щедрого на признание своих предшественников французского ученого геттингенская аудитория, к своему удивлению, не услышала слов ни о вкладе Эйнштейна и Минковского, ни даже упоминания их имен. О своем удивлении по этому поводу вспоминал впоследствии М. Борн<sup>49</sup>. Мы обсудим этот вопрос в следующем разделе статьи. Пока же отметим, что умолчание французского ученого о работах Эйнштейна и Минковского нельзя объяснить ни его плохой осведомленностью, ни простой его невнимательностью, поскольку и в следующих двух выступлениях Пуанкаре о вкладе этих ученых в решение важнейшей проблемы не было сказано ни одного слова. Здесь мы имеем дело с явно преднамеренным умолчанием.

Геттингенская лекция Пуанкаре, несмотря на упрощенную форму изложения, все же содержала отдельные утверждения, говорящие о более глубоком понимании автором всей проблемы по сравнению с принятым в Германии ее толкованием. «Принцип относительности в новой механике не допускает никаких ограничений, — категорически заявлял докладчик, — он имеет, если так можно выразиться, абсолютное значение» [46, с. 501]. Из дальнейшего изложения видно, что под «абсолютным значением» этого принципа французский исследователь подразумевает его всеобщность, которая в то время еще не была осознана во всей полноте даже сторонниками новой концепции. В своем докладе Пуанкаре повторяет уже в четвертый раз рассуждения о синхронизации часов, наглядно иллюстрирующие условный смысл используемого «местного» времени в движущейся системе. Он также объясняет в этой лекции, почему нельзя просто складывать

<sup>49</sup> Воспоминания по этому поводу М. Борна интересны еще и тем, что он противопоставляет их следующим словам Лоренца, выступившего через год перед той же аудиторией: «Обсуждать принцип относительности Эйнштейна здесь, в Геттингене, где преподавал Минковский, кажется мне особенно приятной задачей» [21а, с. 320].

скорости, измеренные с помощью «местного» времени в разных инерциальных системах координат<sup>50</sup>.

Затем докладчик говорит о третьей особенности новой теории, связанной с сокращением длин движущихся тел. Правда, Пуанкаре в своем упрощенном и несколько непоследовательном изложении не говорит об этом эффекте как о непосредственном следствии новой теории и принятых исходных принципов. Он говорит, что «необходимо далее сделать третью гипотезу, еще более поразительную и трудно допустимую». Но судя по утверждению докладчика, «что третья гипотеза вполне подтвердилась» тонкими опытами, «осуществленными Майкельсоном», можно понять его повествование как следование историческим фактам, а вовсе не логике теоретического построения [46, с. 503]. Именно эта линия повествования в геттингенской лекции, а также в популярной статье 1908 г. была использована А. Пайсом для следующего явно абсурдного вывода: «Ясно видно, что даже в 1909 г. Пуанкаре не знал, что сокращение размеров стержней является следствием двух постулатов Эйнштейна. Отсюда следует, что Пуанкаре не понял одного из фундаментальнейших положений специальной теории относительности» [30, с. 162]. Далее на следующей странице, в конце раздела, выделенного заголовком «Пуанкаре и третья гипотеза», автор пишет: «Точно такой же подход использован и в популярном изложении теории относительности, опубликованном в 1908 г.». Да, конечно, Пуанкаре мог и не знать, что выдвинутые им в конце XIX в. положения о принципе относительности (1895) и о постоянстве скорости света (1898) следует уже называть

<sup>50</sup> Развивая это рассуждение Пуанкаре, я в своей статье [16] разъяснял, что отступление нового правила сложения скоростей от простого арифметического их сложения имеет точно такую же природу, как и приведение к единым единицам измерения перед сложением фунтов с килограммами или миль сухопутных с милями морскими. Поэтому если иногда приходится складывать скорости, измеренные в одной инерциальной системе, как в случае встречных пучков частиц, то самое простое сложение дает правильный результат, только следует помнить, что и полученная величина относится к той же системе координат.



постулатами Эйнштейна. Остальные же обвинения Пайса — «не знал», «не понял» — голословны и являются результатом подмены логики исторического повествования логикой теоретического построения.

Кстати, в упомянутой статье 1908 г. имеется не замеченная Пайсом оговорка, которая исключает навязанное автором толкование слов Пуанкаре. Так, Пуанкаре поясняет, что «можно представить дело иначе, не считая гипотезу деформации основой рассуждения». Он далее объясняет, что можно исходить из закона изменения массы (или ускорения), а деформацию (сокращение) получать уже как следствие: «Мы покажем, что изменения этой массы или ускорения должны происходить так, как если бы электрон испытывал деформацию Лоренца» [50, с. 503]. Из этого пояснения Пуанкаре становится предельно ясно, как трудно современному теоретику поучать крупнейшего математика недавнего прошлого, поскольку он и в популярной статье обнаруживает свое понимание возможности разных путей построения теории. Но вообще такого рода замечания следовало бы делать не к популярным изложениям теории, а к основным научным статьям ученого.

В том же разделе статьи Пайса имеется утверждение, относящееся и к основной статье Пуанкаре. Так, он пишет: «В большой статье, опубликованной в «Rendiconti di Palermo», Пуанкаре подробно обсуждает преобразования Лоренца, но ни словом не упоминает о том, что из этих преобразований вытекает сокращение масштабов; основной акцент в статье сделан на динамику» [30, с. 163]. Начнем свое обсуждение этих слов с последнего совершенно правильного замечания об основном акценте.

Действительно, основной акцент Пуанкаре делал на динамику и в данной статье, и в своих популярных лекциях. Только напрасно такой подход Пайс считает недостатком обсуждаемой работы. В этом на самом деле состоит ее принципиальное преимущество по сравнению со статьей Эйнштейна [6]. Из разных путей построения физической теории предпочтение должно

отдаваться тому, который идет от главных причин, определяющих ее содержание, к следствиям, характеризующим лишь форму представления данной теории. Именно такой путь соответствует причинно-следственным отношениям, существующим в природе, и мы еще вернемся к обсуждению этого важного вопроса.

Теперь обсудим первую часть замечания Пайса к палермской статье Пуанкаре, в которой утверждается, будто бы автор «ни словом не упоминает о том, что из этих преобразований вытекает сокращение масштабов». К сожалению, категорически высказанное авторитетным теоретиком утверждение просто не соответствует действительности, и в его опровержение мы дважды приводим имеющиеся в статье высказывания Пуанкаре по этому поводу<sup>51</sup>. Здесь же нам остается заметить, что независимо от причин возникновения лжесвидетельства авторитетного физика-теоретика оно как ложка дегтя в бочке меда портит все впечатление от его большого труда, заставляет с недоверием относиться и к другим его утверждениям.

То, что сокращение отрезков в движущейся системе Пуанкаре связывал с преобразованием Лоренца — есть несомненный факт. Но, с другой стороны, этот эффект он называл

---

<sup>51</sup> Так, в первом же параграфе статьи после уже цитированных нами слов о замечательном преобразовании, найденном Лоренцем, автор пишет: «Рассмотрим сферу, увлекаемую электроном при его равномерном поступательном движении. ...В результате преобразования вместо сферы получится эллипсоид, уравнение которого нетрудно найти. В самом деле, из уравнения (3) легко получаем...» [7, с. 122]. Затем в параграфе 6, озаглавленном «Сокращение электронов», Пуанкаре пишет: «Таким образом, преобразование Лоренца заменяет реальный движущийся электрон некоторым воображаемым неподвижным электроном. ...Тогда, применяя преобразования Лоренца, мы видим, что если реальный электрон был сферическим, то воображаемый становится эллипсоидом» [7, с. 140].

Как же можно было не заметить приведенных выше прямых высказываний Пуанкаре? Похоже, Пайс писал свою книгу, не заглянув вновь в палермскую статью Пуанкаре. Собственный экземпляр работы им был передан Эйнштейну, и статья после смерти последнего «бесследно исчезла» [30, с. 166].

гипотезой Лоренца, и не только в своих популярных выступлениях, отдавая тем самым признание автору, обсуждавшему данный эффект сокращения до получения самих преобразований. Так, в палермской статье в том же параграфе о сокращении электронов после приведенных нами слов о сокращении электрона как вытекающем из преобразований Лоренца он затем называет этот эффект гипотезой Лоренца и подчеркивает ее отличие от гипотезы Абрагама.

В конце геттингенской лекции Пуанкаре говорит об отношении новой механики к астрономии, о требуемых принципом относительности изменениях закона тяготения Ньютона, ни одним словом не напоминая собравшимся о том, что в его палермской работе впервые и было проведено это изменение закона тяготения. Далее он успокаивает слушателей тем, что изменения в небесной механике слишком незначительны, чтобы привести к каким-либо разногласиям с точными астрономическими наблюдениями. Они максимальны для самой быстрой планеты — Меркурия, движение которого как раз «представляет одну необъяснимую до сих пор аномалию: движение его перигелия более быстрое, чем вычисленное по классической теории. ...Новая механика несколько исправляет эту ошибку в теории движения Меркурия, ...но не дает полного соответствия между наблюдением и вычислением» [46, с. 505].

С аналогичной лекцией о новой механике Пуанкаре выступил в марте 1910 г. перед берлинской публикой в аудитории общества «Урания». Берлинский литератор в области околонуточной тематики А. Мошковский свою книгу об Эйнштейне начинает с описания этой лекции такими словами: «...выдающийся физик и математик Анри Пуанкаре объявил лекцию, которая, впрочем, собрала довольно скромную по количеству присутствующих аудиторию в помещении института «Урания». Я как сейчас вижу его перед собой, с тех пор уже сраженного безжалостной смертью в самом расцвете творческих сил. ...он определенно заявил, что, быть может, мы стоим у критической, у всемирно-исторической черты новой духовной эпохи». Далее литератор писал: «Он упорно подчеркивал свои сомнения, ...он как будто цеплялся за надежду,

что излагаемое им новое учение все-таки оставляет открытым путь к отступлению» [31]<sup>52</sup>. Из текста доклада Пуанкаре видно, что осторожность в предсказании окончательной судьбы новой теории здесь проявилась еще более отчетливо, чем в геттингенской лекции. «Вы видите, в какой степени косвенны доказательства новой механики и в какой степени ощутима нужда в прямых экспериментальных подтверждениях», — таким выводом он закончил свою лекцию [56]. Отметим также, что в этой лекции он снова повторил рассуждения по поводу «местного» времени и синхронизации часов, а также о частичном объяснении аномалии в движении перигелия Меркурия.

Следующее выступление Пуанкаре на эту тему состоялось в мае 1912 г. в Лондонском университете. Оно разительно отличается от прежних его лекций полным отсутствием каких-либо сомнений по поводу новой теории. С самого начала он говорит о перевороте в науке как о свершившемся факте, но связывает его только с именем Лоренца. И хотя свою лекцию он назвал «Пространство и время»<sup>53</sup>, сам переворот в науке он видит в появлении новой механики с массой, возрастающей вместе со скоростью по закону, открытому Лоренцем. Столь резкое изменение позиции французского ученого, несомненно, произошло под влиянием бесед с Эйнштейном и с

<sup>52</sup> Но утверждение А. Мошковского о том, что на этой лекции он впервые услышал имя Альберта Эйнштейна как основного создателя новой механики, не подтверждается ни опубликованным текстом доклада, ни последующим выступлением Пуанкаре. К сожалению, не известны воспоминания других слушателей, и остается под сомнением даже упоминание докладчиком имени Эйнштейна. Таковы обычные трудности получения исторических сведений из литературных произведений, авторы которых всегда склонны вплетать в достоверные факты свои домыслы для цементирования литературного замысла своего произведения.

<sup>53</sup> Под тем же названием была опубликована статья в научно-популярном журнале «*Revista di Scienza*» [41]. Затем работа эта была включена в посмертно изданный сборник «*Dernieres pensees*» (Paris: Flammarion, 1913). На русском языке она издавалась неоднократно: в сборниках «Новые идеи в математике» (СПб., 1913), «Последние мысли» (Пг., 1923) и в [46, с. 420].

известными немецкими физиками на Сольвеевском конгрессе, проходившем в Брюсселе с 30 октября по 3 ноября 1911 г. Здесь он мог узнать о результатах опытов Бухерера (1909), подтвердивших лоренцеву формулу зависимости массы от скорости, а также мог убедиться в полной уверенности самих теоретиков в справедливости концепции относительности. Он мог также заметить, что физики не уклоняются и от обсуждения обратимости кинематических эффектов. Соответственно и в лондонской лекции Пуанкаре мы находим объяснение того, что шар в неподвижной системе также представляется эллипсоидом в движущейся системе [30, с. 429]. А в прежних своих выступлениях он старательно обходил этот сложный для понимания вопрос. Даже в палермской статье, где непосредственно используется обратное преобразование группы Лоренца, автор воздержался от каких-либо обсуждений данного эффекта, которые вступили бы в явное противоречие с трактовкой Лоренца.

В лондонской лекции Пуанкаре кратко осветил также вопрос о применении четырехмерной геометрии, пояснив, что для математически верного сравнения четвертой координате пространства следует приписать чисто мнимое значение. Плодотворность такого подхода он видел в соответствии возникшей в новой метрике взаимосвязи между пространственной и временной координатами: «в этом новом представлении пространство и время не являются уже двумя совершенно различными сущностями, которые можно рассматривать отдельно друг от друга, но двумя частями одного и того же целого, столь тесно связанными, что их нелегко отделить друг от друга» [30, с. 429].

Но в беседах с физиками на Сольвеевском конгрессе Пуанкаре мог заметить также ограниченность их понимания новой теории. И поэтому он с особой настойчивостью подчеркивал в своем выступлении примат новой механики и вторичность, и даже условность, пространственно-временного аспекта проблемы. Этому вопросу он посвятил центральное место в своем докладе. В то время в работах физиков уже утвердилась тенденция представлять «теорию относительности» прежде всего как новую теорию

пространства и времени, затушевывая при этом роль всеобщих, универсальных свойств новой механики сверхбыстрых движений, являющихся подлинной основой метрики. Преобразования Лоренца трактовались как соответствующие истинным свойствам масштабов и часов, а преобразования Галилея — как приближенные преобразования и как явно неприменимые при околосветовых скоростях движения. Пуанкаре же ясно видел примитивность такого толкования и даже ошибочность последнего утверждения о неприменимости преобразований Галилея в случае околосветовых скоростей относительного движения.

В беседах с Эйнштейном и другими физиками Пуанкаре мог убедиться в том, насколько укоренилась такая упрощенная трактовка теории, и, надо полагать, высказал свое несогласие, что и могло дать Эйнштейну повод в письме к другу написать: «Пуанкаре был откровенно настроен против...». Здесь действительно было расхождение во взглядах на сущность новой теории. Вот почему после встреч с физиками Пуанкаре счел необходимым свое выступление в Лондоне дополнить рядом утверждений, явно расходящихся с общепринятыми тогда взглядами. И мы еще вернемся к обсуждению этих расхождений в заключительной части данной статьи.

**Противостояние.** Уже в своих выступлениях в Германии по ряду вопросов, связанных с новой физической теорией, Пуанкаре свое мнение явно противопоставлял тому освещению происшедшего в науке переворота, которое начало усиленно распространяться в этой стране. После выступлений в печати авторитетных ученых М. Планка и Г. Минковского с безоговорочной поддержкой «теории относительности» и особенно после выступления Минковского в сентябре 1908 г. на широком форуме немецких естествоиспытателей и врачей теория начала пропагандироваться уже в широкой среде немецкой интеллигенции. Падкие до научных сенсаций журналисты вынесли ее обсуждение далеко за пределы научных кругов, сосредоточив внимание лишь на пространственно-временном аспекте теории и на Эйнштейне как на единственном ее создателе,

без всякого упоминания о первоначальном вкладе голландского ученого Г. Лоренца.

В своих лекциях Пуанкаре и противопоставил этой пропаганде усиленное подчеркивание создания Лоренцем новой механики околосветовых скоростей движения и ее решающее значение для всего нового теоретического построения. Но вместе с тем он обсуждал также имеющиеся пока сомнения в экспериментальном подтверждении самой основы данной теории. Похоже, что, акцентируя внимание на неясности ситуации с экспериментальным подтверждением новой теории, докладчик хотел охладить пыл любителей «делить шкуру неубитого медведя». Во всяком случае, этими сомнениями Пуанкаре старался привлечь ученых для внимательного рассмотрения всех аспектов новой теории<sup>54</sup>.

Но выступления французского ученого, к сожалению, не привели к объективному рассмотрению этих вопросов. Шовинистические, и особенно антифранцузские, настроения в те годы проникли в различные слои немецкого общества. Такая атмосфера националистических настроений не могла не затронуть научные круги Германии. Многие ученые стали считать создание «теории относительности» национальным достижением огромной важности, причисляя молодого Эйнштейна, тогда еще гражданина Швейцарии, к немецкой школе физиков. Тенденциозность

---

<sup>54</sup> Осторожная позиция Пуанкаре оправдывалась также тактическими соображениями постепенного усвоения необычной физической теории. Даже среди авторитетных ученых того времени было немало физиков, все еще скептически относящихся к новым научным представлениям этой теории. Например, Вильгельм Рентген в то время открыто признавался в том, что у него «никак в голове не укладывается, что надо применять такие совершенно абстрактные рассуждения и понятия для объяснения явлений природы», Альберт Майкельсон сожалел, что его эксперимент вызвал к жизни такие сложные теоретические построения, а известный геттингенский теоретик Макс Абрагам открыто выступал против «теории относительности».

отношения немецких ученых явно недооценивал Пуанкаре, выступая в Геттингене и Берлине.

Конечно, Пуанкаре не мог не знать о попытках немецких ученых представлять Эйнштейна и Минковского создателями новой физической теории. Но такие притязания, основанные, в основном, на отсутствии ссылок в их исследованиях на своих предшественников, надо полагать, представлялись французскому ученому настолько необоснованными, что он воздержался от каких-либо заявлений по данному поводу. Видимо, Пуанкаре считал, что само отсутствие упоминания работ этих авторов в его докладах перед немецкой аудиторией является уже достаточно серьезным протестом лектора против наметившейся тогда тенденциозности изложения истории создания новой физической теории. А разъяснение в его лекциях истинной сути решения проблемы, состоявшейся, по его глубокому убеждению, в пересмотре Лоренцем механики с целью приведения ее в соответствие с электродинамикой, окончательно проясняло вспомогательный характер всех остальных работ, включая и его собственные<sup>55</sup>.

Однако сам Лоренц был далек от такого глубокого понимания подлинного значения собственной работы по пересмотру механики быстрых движений. И, кроме того, он, похоже, не собирался вступать в подобный конфликт с влиятельной немецкой школой физиков и после разъяснений Пуанкаре. Все это, вместе с безвременной кончиной 17 июля 1912 г. Пуанкаре, и предприняло

---

<sup>55</sup> В своей книге Пайс в разделе «Пуанкаре и Эйнштейн», обсуждая факт умолчания Пуанкаре о роли работы Эйнштейна 1905 г., задает читателям вопрос: «Неужели дело в капризности или профессиональной зависти?». Хотя далее автор пишет по поводу подобных вопросов, что «ответить на них гораздо труднее, чем их поставить» [30, с. 164–165], он, все же в силу незнания биографии Пуанкаре, даже не подозревает о бестактности самой постановки такого вопроса в отношении ученого, известного самым внимательным признанием своих предшественников (см. по этому поводу [23, с. 364]).

дальнейшее торжество предвзятого освещения и самой новой теории, и истории ее создания<sup>56</sup>.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*Всегда познавайте предмет в противоречиях. Вы обнаружите при этом, что существует постоянный заговор, имеющий целью преподать тот предмет догматически и односторонне.*

Бернард Шоу

История науки изредка удивляет примерами непосредственного влияния на современное состояние науки. Это происходит в тех редких случаях, когда возврат к прошлому науки, помимо общих сведений и полезных гносеологических выводов из анализа прошедшего развития научного познания, приносит конкретные методические или теоретические находки. Это обычно научные положения, забытые или даже отброшенные на прежнем витке развития, а теперь неожиданно ставшие актуальными. Бывали и такие случаи, когда сам автор понимал бесполезность обращения к современникам и специальным посланием сообщал о своем открытии будущим поколениям ученых<sup>57</sup>.

<sup>56</sup> Тенденциозное освещение создания теории было закреплено в Германии уже в 1911 г. выпуском первой монографии по «теории относительности», написанной Максом Лауэ. В этой книге основная работа Лоренца вообще причислялась к «дорелятивистским» попыткам решения проблемы электродинамики движущихся сред.

<sup>57</sup> Так, самый выдающийся прорицатель в физике XIX столетия, гениальный экспериментатор-самоучка Майкл Фарадей (1791–1867) оставил в 1832 г. в Королевском обществе для хранения запечатанный конверт с надписью: «Новые воззрения (вскрыть в 1882 г.)», в котором содержался вывод о том, что открытое им год назад явление электромагнитной индукции должно приводить к колебаниям,

В процессе переработки научных достижений в сложившиеся знания бывают неизбежные потери ценных идей и отдельных положений, важных для будущей науки и практики, которые не получили своевременно признания и были забыты или отброшены вместе с «пустой породой и отработанным паром», неизбежными во всяком научном поиске. Возвращение таких идей и научных достижений прошлого в копилку современных научных знаний есть одна из важнейших миссий исторического анализа бурного развития науки последнего столетия.

Правда, чаще всего такие исторические находки забытых ценных научных положений оказываются уже переоткрыты современными учеными. Как правило, такие повторные открытия продиктованы естественным ходом развития самой науки, и делаются они совершенно независимо от прежних первооткрытий. Но затем при выяснении исторических предшественников все же встает сложный вопрос о мере независимости сделанного открытия от прошлого забытого результата. И в подобных случаях нередко возникала тень сомнения: не заимствовал ли новый открыватель сознательно или, быть может, подсознательно (т. е. не отдавая себе в этом отчета) саму идею в старом научном журнале? Далее в примечании я привожу некоторые примеры, встретившиеся в моей научной практике<sup>58</sup>.

---

распространяющимся в пространстве в виде волн электрической индукции. О конверте забыли, и он был вскрыт только в 1938 г. Таким образом, к удивительно правильным объяснениям Фарадея результатов собственных опытов по индукции и электролизу добавилось еще одно запоздалое признание его гениального предсказания существования электромагнитных волн.

<sup>58</sup> Так, в 1956 г. в статье, написанной мною вместе с моим руководителем М. С. Козодаевым (ПТЭД. 1956. № 1. С. 21), мы пропагандировали предложенный еще в 1907 г. Дж. Дж. Томсоном (Phil. Mag. 1907. V. 6, № 13. P. 561) весьма удобный при высоких энергиях заряженных частиц метод определения их траектории в рассеянном магнитном поле ускорителя с помощью натянутого гибкого проводника с током. В вводной части своей работы мы также отметили статью (Loeb.

Compt. rend. 1946. V. 222. P. 488), «автор которой, — писали мы предположительно, — по-видимому, независимо предложил тот же метод определения траекторий». А однажды мне удалось сделать историческую находку, затрагивающую работу, удостоенную Нобелевской премии. Так, занимаясь подготовкой сборника [7] в 1972 г., я заглянул в публикацию О. Хевисайда 1889 г. «On the Electromagnetic Effects Due to the Motion of Electrification through a Dielectric» (Phil. Mag. V. 27. P. 324). На эту статью ранее я нашел ссылку в связи с тем, что в ней автор продолжил исследование Дж. Дж. Томсона (1881) и впервые получил указание на зависимость инерциальных свойств движущегося заряда от направления действующей силы. И вот, при просмотре этой работы я неожиданно обнаружил отдельный раздел, посвященный предсказанию возникновения направленного излучения при прохождении точечного заряда через диэлектрик при скорости, превышающей скорость распространения света в данной среде. Мне стало ясно, что если бы своевременно обратили внимание на теоретическое предсказание Хевисайда, то экспериментальное обнаружение этого излучения могло состояться намного раньше. При целенаправленном поиске такое обнаружение могло быть реализовано вскоре после открытия быстрых  $\beta$ -частиц от естественных радиоактивных источников.

Об удивительной находке я рассказывал многим ученым. Позднее Я. А. Смородинский и И. М. Франк посоветовали мне послать в УФН заметку о своей исторической находке, что я и сделал в конце 1973 г. Мое краткое письмо в редакцию было опубликовано в апрельском номере УФН 1974 г. (с. 735). Позднее выяснилось, что в то же время в Англии в журнале «Nature» появилась краткая заметка Т. Р. Кейзера из Шеффилдского университета, в которой объявлялось также о предсказании Хевисайдом направленного излучения при движении заряда со скоростью, превышающей скорость света в оптически прозрачной среде. Но автор при этом ссылался на другую, более раннюю статью ученого в журнале «Electrician» 1888 г. Ссылка на другую работу Хевисайда указывала на независимость наших исторических находок. Но все-таки такие редкие события, как публикация практически в одно время сообщений о статьях Хевисайда XIX в., вызвали у меня предположение, что в Англию мог дойти слух о моей находке и дать тем самым повод для самостоятельных розысков. Поэтому в своем письме к Т. Р. Кейзеру я рассказал о поводе, заставившем меня заглянуть в старую статью Хевисайда, и задал ему вопрос о том, что послужило аналогичным поводом для него. Полученный

Но наиболее важным в собственных исторических исследованиях я считаю отыскание и привлечение внимания (см. [16, с. 618]) к работе Пуанкаре 1898 г. [15], в которой им впервые было введено и проанализировано понятие одновременности разноместных событий. Предложенное ученым количественное определение одновременности на основе постоянства скорости света в каждой инерциальной системе вошло в обоснование новой пространственно-временной метрики. Оно, как мы уже отмечали, было использовано в статье Эйнштейна. Это понятие получило дальнейшее развитие в работе Минковского, который на основе данного определения одновременности ввел разделение интервалов на пространственноподобные и времениподобные.

Но присутствующий в этой работе важнейший аспект понимания условности одновременности, введенной Пуанкаре на основе предположения о равенстве скоростей света в противоположных направлениях, не был в полной мере воспринят ни Эйнштейном, ни Минковским и, соответственно, полностью выпал из современной ортодоксальной трактовки данной теории. А эта условность одновременности пространственно разделенных событий непосредственно означает, что для описания в различных инерциальных системах кинематических соотношений для физических явлений при околосветовых скоростях можно применить единую одновременность в разных ИСО и соответствующие этой одновременности преобразования Галилея.

от него уклончивый ответ лишь убедил меня в возможности того, что наши находки были не совсем независимы.

Через одиннадцать лет после этой находки вышла книга Б. М. Болотовского (известного специалиста в области электродинамики), посвященная жизни и научной деятельности выдающегося английского физика и математика Оливера Хевисайда (1850–1925). В книге автор поведал нам, что научные статьи Хевисайда еще при жизни ученого были дважды переизданы в виде трехтомника «Electromagnetic theory», и почти половина третьего тома была посвящена исследованию излучения при сверхсветовом движении зарядов. Так что забвение его работ представляет собой весьма уникальное явление.



Правда, непосредственный вывод из условности одновременности отсутствует в самой статье 1898 г. Его нет и в основной палермской статье ученого. Вопрос этот был затронут Пуанкаре только в последнем выступлении в Лондоне. В самом начале своей лекции он поставил следующий, казалось бы, простой вопрос: «...И, однако, не кажется ли, что опыты, на которых основана новая механика, поколебали и геометрию?» [46, с. 420]. Но приведенный в самом конце статьи необычный ответ Пуанкаре поставит в тупик любого последователя ортодоксальной трактовки новой теории: «Теперь некоторые физики хотят принять новое условное соглашение. Это не значит, что они были вынуждены это сделать; они считают это новое соглашение более удобным — вот и все. А те, кто не придерживается их мнения и не желает отказываться от своих старых привычек, могут с полным правом сохранять старое соглашение. Между нами говоря, я думаю, что они еще долго будут поступать таким образом» [46, с. 430].

Думаю, что в ответе крупнейший математик сделал своеобразный вызов тем физикам, кто в установлении новых метрических соотношений видел первооснову происшедшего переворота, а прежние рассуждения Пуанкаре об условном характере используемой в физике геометрии считал отвергнутыми самим развитием науки. Но, к сожалению, эта лекция, прочитанная Пуанкаре за два месяца до его кончины, не дала повода для возобновления поднятой им прежде дискуссии о геометрии и физике. Она возобновилась позднее только по поводу новой теории тяготения, а простейшие вопросы о модели Лоренца—Пуанкаре так и остались в плену предвзятого представления о недопустимости использования единой одновременности в двух инерциальных системах, движущихся относительно друг друга со скоростью, соизмеримой со скоростью света. Произвольность выбора критерия одновременности подчеркивалась и Эйнштейном, но он тем не менее совершенно исключал возможность выбора единой одновременности в разных системах отсчета. Даже такие ученые, как Г. Рейхенбах, А. Робб, А. Эддингтон и другие, признававшие тезис об условности понятия одновременности, похоже, и не

подозревали, что имеющаяся произвольность выбора простирается до возможности выбора единой одновременности и соответствующих преобразований Галилея. Настолько сильно было предубеждение, что все прошлые затруднения были связаны с «эфирным ветром», вытекающим, казалось бы, из этих преобразований.

Таким образом, заключительный вывод в лондонской лекции Пуанкаре не был замечен ни противниками, ни сторонниками тезиса об условности понятия одновременности. А между тем, данный вопрос вовсе не сводился к простому желанию придерживаться старых привычек, как об этом писал Пуанкаре. Поднятый им тогда вопрос имел первостепенное значение для понимания самой сущности новой физической теории<sup>59</sup>. Так, кажущееся противоречие двух исходных постулатов теории важно было устранить еще в рамках прежних представлений о пространственно-временной метрике, основанной на использовании единой одновременности в различных ИСО. Иначе говоря, необходимо было завершить рассмотрение, начатое еще в работе Лоренца 1904 г. [4].

Тогда при рассмотрении кинематических соотношений в двух системах координат мы убедимся, что если для исходной системы  $K(x, t)$  принято изотропное описание скоростей физических процессов, то для другой системы  $K^*(x^*, t^* = t)$ , движущейся относительно первой со скоростью  $v$ , мы получим в тех же

---

<sup>59</sup> Как уже было отмечено выше, я еще студентом в 1949 г. пытался убедить профессора И. Е. Тамма в важности для понимания сущности теории предварительно рассмотреть решение задачи объединения ее исходных постулатов в рамках использования преобразований Галилея. Тогда мне удалось лишь самому убедиться в том, насколько трудно было преодолеть предвзятое убеждение в неправомерности использования группы Галилея для описания кинематических соотношений при околосветовых скоростях. Только в начале 70-х гг. я узнал о работе Пуанкаре 1898 г. [15] и в своей статье [16] привлек авторитет великого французского ученого для обоснования использованного мною подхода. До этого мне удалось опубликовать о новом понимании теории только препринт [57].



масштабах измерения анизотропное описание скоростей всех физических процессов, воспроизведенных в этой инерциальной системе [16] (на основании принципа относительности и принципа независимости скорости света от движения источника).

Если скорость произвольно выбранного процесса в исходной системе обозначить  $u_i$  (в силу принятого в этой системе изотропного описания  $u_i = \text{const}(\theta)$ ), то в другой инерциальной системе  $K^*(x^*, t)$  скорость аналогичного физического процесса будет равна согласно [16]

$$u_i^*(0) = \frac{u_i(1-v^2/c^2)}{1+u_i v/c^2} \text{ и } u_i^*(\pi) = \frac{u_i(1-v^2/c^2)}{(1-u_i v/c^2)^{-1}} \quad (1)$$

соответственно для направления вдоль оси  $x^*$ , т. е.  $\theta^* = 0$ , и для противоположного направления ( $\theta^* = \pi$ ). Отсюда для процесса распространения света в системе  $K^*(x^*, t)$  получаем для этих направлений скорости  $u_c^*(0) = c - v$  и  $u_c^*(\pi) = c + v$ , точно соответствующие предсказаниям классической физики. Но ожидаемый «эфирный ветер» в системе  $K^*(x^*, t)$  оказался не наблюдаем в силу универсальности выявленной анизотропии скоростей физических процессов: любой физический процесс при распространении вдоль оси  $x^*$  запаздывает по сравнению с процессом распространения в противоположном направлении точно так же, как и световой сигнал.

Это всеобщее запаздывание процессов происходит только в отношении процессов в исходной системе, для которых мы приняли условно изотропное описание. Если в реальном физическом мире возможна передача взаимодействия только с конечной предельной скоростью, то никакими опытами нельзя доказать равенства скоростей света в двух прямо противоположных направлениях, а следовательно, нельзя экспериментально подтвердить выбранное нами изотропное описание скоростей процессов и отделить его от всеобщей анизотропии скоростей, подобной только что рассмотренной нами в системе  $K^*(x^*, t)$ . Понятие скорости физического процесса в заданном направлении может реализоваться

в физическом мире как количественная величина только на основе условного соглашения о соотношении скоростей в прямом и обратном направлении. Это важное положение, высказанное Пуанкаре еще в 1898 г., оставалось, к сожалению, долгое время неосознанно ученым миром. А без усвоения данной истины трактовка так называемой специальной теории относительности теряла связь с логикой здравого смысла.

Многие ученые считали, что Пуанкаре был склонен к преувеличению роли конвенции в построении теории пространства и времени. Луи де Бройль, например, писал: «...Именно эта философская склонность его ума «номиналистическому удобству» помешала Пуанкаре понять значение идей относительности во всей ее грандиозности!» Теперь мы хорошо знаем, что именно эта философская склонность ума, отмеченная де Бройлем, вела Пуанкаре к более глубокому пониманию теории<sup>60</sup>.

Действительно, мы можем в данной системе (которую условно считали движущейся относительно исходной системы) принять изотропное описание  $K'(x', t')$ , но тогда в первой системе с помощью преобразований Галилея получим анизотропию скоростей, обратную прежней, т. е. она описывается теми же соотношениями, только с заменой знака перед величиной скорости относительного движения систем  $v$ . Тем самым факт относительного различия в ходе процессов, происходящих в двух рассматриваемых инерциальных системах, имеет, так сказать, безусловный характер<sup>61</sup>. Для наглядного выявления этого факта мы воспользовались преобразованиями Галилея, важной особенностью которых является использование единой одновременности и одинаковых единиц

<sup>60</sup> Правда, затем де Бройль призвал все же к осторожности в отношении к заблуждениям великих умов и пророчески предрекал: «...и поскольку эти великие умы всегда обладают проникновенной интуицией, возможно, что их утверждения, сегодня рассматриваемые как ошибочные, завтра окажутся истинными» [23, с. 377].

<sup>61</sup> Такого рода не зависящие от условных соглашений физические выводы Пуанкаре в своей книге «Ценность науки» называл объективными инвариантами [46].

измерения пространственных временных величин. Поскольку неизменным условием непосредственного сопоставления всегда было использование единых масштабов измерения сравниваемых величин. В ортодоксальной же трактовке теории мы пользуемся в каждой ИСО своими собственными координатами, удобными, конечно, тем, что в соответствующей системе отсчета они обеспечивают изотропное описание скоростей физических процессов, воспроизведенных именно в данной системе отсчета<sup>62</sup>. Но те же системы исчисления в собственных координатах  $(x, t)$  в  $K$ -системе и  $(x', t')$  в  $K'$ -системе, движущейся относительно  $K$ -системы, мало удобны для сопоставления происходящих в них процессов, поскольку в них используются несовпадающие одновременности. По этой причине кинематическое подобие происходящих в разных системах процессов, лежащее в основе новой формы принципа относительности, уже более полвека упорно выдается за тождественность.

Предварительное использование в движущейся системе отсчета координат  $K^*(x^*, t^* = t)$  было характерно для работы Лоренца 1904 г. [4]. Мы только показали возможность в рамках этого описания, основанного на преобразованиях Галилея, получить кинематические соотношения для физических процессов в данной системе, удовлетворяющие одновременно и принципу относительности, и принципу независимости скорости света от движения источника. Такой подход был бы естественным для физиков начала XX в., поскольку он вполне соответствовал логике здравого смысла, по которой сначала требовалось установить общие свойства движения в данной системе и только после этого вводить

<sup>62</sup> Мы говорим здесь об изотропном описании в данной системе отсчета, например, скоростей  $\alpha$ -частиц от распада ядер полония, покоящихся обязательно в той системе, или о независимости скорости распространения звука в некоторой среде, но взятой в состоянии покоя в той же системе отсчета. Только для описания процесса распространения света несущественно, в какой системе отсчета находится источник света. Однако при описании частотных характеристик света уже существенно расположение его источника.

собственное время  $t'$  и собственную координату  $x'$ , выражающие общие свойства. В наше время запоздалое возвращение на этот естественный путь встретило, однако, явное сопротивление сторонников ортодоксальной трактовки теории, о котором уже было рассказано в начале данной статьи.

Мы, однако, дополним этот рассказ некоторыми сведениями о событиях, связанных с публикацией моей статьи в УФН [16]. Она была опубликована в качестве дискуссионной и поэтому сопровождалась кратким (всего три страницы) послесловием четырех авторитетных авторов (Б. Б. Кадомцева, Л. В. Келдыша, И. Ю. Кобзарева, Р. З. Сагдеева), в котором сама возможность описания релятивистской теории в галилеевых координатах признавалась достаточно очевидной, «поскольку любые явления можно описывать в любых координатах» [16, с. 660]. Но вслед за этим правильным утверждением авторы приводят слова, которые непосредственно доказывали, что речь должна идти, по крайней мере, о не осознанной ими очевидности: «Что касается времени  $t^*$ , то оно не только не соответствует обычной синхронизации в  $K'$ , но и вообще не соответствует времени, измеренному покоящимися в  $K'$  часами, из-за фактора  $\gamma$ » [16, с. 660]. На самом же деле здесь речь должна идти не о ходе часов, а всего-навсего о выборе соответствующих шкал на циферблате часов. И поэтому мои оппоненты обнаружили коллективное непонимание обсуждаемой проблемы<sup>63</sup>. А поскольку трое из авторов послесловия являлись членами Академии наук СССР, то они тем самым наглядно продемонстрировали достаточно широкую распространенность

<sup>63</sup> После опубликования моей статьи в УФН и особенно после выхода английской версии этого журнала я получил много писем, и в некоторых из них выражалось удивление по поводу попытки авторов послесловия представить новый подход к трактовке теории достаточно очевидным делом. Позднее академик А. А. Логунов разобрался в сути моего расхождения с авторами послесловия и затем в своей книге [58] поддержал развитый в моей статье подход. Как я уже отмечал в прим. 33, моя статья в УФН способствовала выпуску на итальянском языке моей книги на ту же тему.

среди физиков недопонимания возможности использования преобразований Галилея в случае околосветовых скоростей движения.

Здесь мы имеем дело с серьезным пробелом в образовании большинства физиков, а не просто с неудачным выступлением четырех ученых, недостаточно разобравшихся в обсуждаемом вопросе. Мы уже упоминали в конце разд. 2 настоящей статьи о бесславных публикациях в солидных физических журналах ложно обоснованных антинаучных предложений измерить скорость распространения света в одном направлении. А исходной посылкой для этих недоразумений, как подчеркивалось в моей статье [17], была все та же односторонность изложения в большинстве монографий сущности происшедшей замены преобразований Галилея на новые преобразования Лоренца. Кстати, широкому распространению непонимания этого аспекта теории содействовало, помимо полного забвения ранних статей Пуанкаре, некритическое повторение многими авторами монографий взглядов другого, более популярного автора — создателя «специальной теории относительности».

Так, например, в 1910 г. в большой статье, посвященной принципу относительности и его следствиям, Эйнштейн писал, выделив слова курсивом: *«Итак, мы не имеем права априори предположить, что можно выверить часы двух групп таким образом, что[бы] обе координаты времени элементарного события были бы одинаковы, иными словами, чтобы  $t$  было равно  $t'$ »*. Предположить это значило бы ввести произвольную гипотезу. Вплоть до настоящего времени эта гипотеза вводилась в кинематике» [59].

На самом же деле никакого запрета на использование группы Галилея не существует, поскольку ей соответствует строго однозначное исчисление координат происшедших в физическом мире событий. Поэтому можно представить себе параллельные исчисления координат событий по двум шкалам, соответствующим группе Лоренца и группе Галилея. И то, что такие простые истины пришлось доказывать на седьмом десятилетии существования

теории, свидетельствует о закоренелом недоразумении, которое, к сожалению, существенно ограничивало понимание самой ее сущности. Ведь мы предлагаем воспользоваться исчислением координат событий по двум параллельным шкалам, нанесенным на одних и тех же масштабных линейках и циферблатах часов, не ради простой демонстрации реализации разных условных соглашений, а с целью выявления различия в ходе процессов, происходящих в движущихся относительно друг друга ИСО.

Действительно, мы применили разные шкалы на линейках и циферблатах. И только это позволило нам перейти от анизотропного описания скоростей к изотропному, поскольку используемые шкалы циферблатов в данном случае отличались расположением нулевого отсчета, соответствующего разным определениям одновременности. В первом случае для установления единиц измерения, соответствующих  $K^*(x^*, t^* = t)$ , достаточно при синхронизации часов световым сигналом учитывать различие скорости его распространения вдоль оси  $x^*$  ( $u_c^*(0) = c - v$ ) и в обратном направлении  $u_c^*(\pi) = c + v$ . Во втором случае при рассмотрении той же процедуры синхронизации часов световым сигналом мы приписываем свету во всех направлениях скорость  $c$ , что и соответствует введению так называемых собственных координат в данной системе отсчета. Переходу от одной системы арифметизации единиц измерения к другой и соответствует смена используемых условных соглашений об анизотропном или изотропном описании скоростей физических процессов в данной ИСО.

Заметим при этом, что синхронизация часов световым сигналом рассматривалась как выделенная только в силу принятого исходного постулата о независимости скорости света от движения его источника, что непосредственно давало нам информацию о скоростях распространения одного и того же светового сигнала сразу в двух движущихся относительно друг друга инерциальных системах координат. Причем информация о скоростях светового сигнала в разных системах отсчета получалась, конечно, непосредственно на основе преобразований Галилея. Так, если в одной системе принималось изотропное описание скоростей, то в

другой системе тому же световому сигналу приписывалась скорость  $c - v$  вдоль оси  $x^*$  и  $c + v$  в противоположном направлении. А затем уже вводились собственные координаты  $(x', t')$  в этой системе отсчета из условия превращения известных скоростей распространения света  $c - v$  и  $c + v$  в постоянную величину  $c$ . Фактически же исходя из данного условия получают сразу соотношения, связывающие полученные координаты  $(x', t')$  с собственными координатами  $(x, t)$  исходной системы отсчета, минуя при этом сами вспомогательные координаты  $(x^*, t^* = t)$ , которые соответствуют использованным в этом расчете скоростям  $c - v$  и  $c + v$ <sup>64</sup>.

Наша же цель состоит в том, чтобы явно задержаться на рассмотрении данного вспомогательного этапа перехода к преобразованиям Лоренца. Как мы уже показали, именно на этом этапе еще в рамках прежних представлений о пространственно-временной метрике удастся получить кинематические условия соотношения скоростей (1) выполнения принципа относительности при одновременном предположении о существовании в природе процесса (имеется в виду процесс распространения света в вакууме), скорость распространения которого не зависит от движения его источника. Но если эти кинематические соотношения скоростей (1) вдоль оси относительного движения двух ИСО установлены, то для дальнейшего рассмотрения синхронизации часов во второй системе отсчета, условно называемой движущейся, может быть взят любой физический процесс, воспроизведенный в данной системе отсчета. Так, для установления в движущейся системе масштабных шкал линеек и циферблатов  $(x^*, t)$ , соответствующих преобразованиям Галилея, нужно рассмотреть синхронизацию часов любым процессом, воспроизведенным в данной системе, и выбором шкал измерения обеспечить получение скоростей вдоль оси  $x^*$  и в противоположном направлении в строгом соответствии с

<sup>64</sup> Именно такой подход был использован в первой работе Эйнштейна [6]. На с. 143 в сб. [1] можно увидеть непосредственное использование скоростей  $c - v$  и  $c + v$  в этой статье.

соотношениями (1). При этом следует побеспокоиться, чтобы источник сигналов, выбранных для синхронизации часов, был взят покоящимся относительно данной системы. Собственные же координаты  $(x', t')$  в той же ИСО устанавливаются при рассмотрении той же самой процедуры синхронизации часов, но при этом выбор масштабных шкал делается из условия получения величины скорости процесса, равной  $u$ , для любых направлений. Устанавливая тем самым связь собственных координат  $(x', t')$  сначала с координатами  $(x^*, t)$  в той же инерциальной системе, мы затем легко переходим к собственным координатам  $(x, t)$  исходной системы отсчета, учитывая, что последние связаны с координатами  $(x^*, t)$  преобразованиями Галилея. Такой последовательный вывод преобразований Лоренца через преобразования Галилея был дан нами в работах [16, 57].

В результате такого подхода становится предельно ясно, что принцип относительности в механике околосветовых скоростей выполняется на совершенно новой основе кинематического подобия происходящих относительно различных систем отсчета физических процессов. Не замечать этого и трактовать принцип относительности как тождественность физических процессов в разных ИСО — значит грубо упрощать само содержание теории. В скольких монографиях написано такое, например, искажающее действительность утверждение, что теория распространила действие механического принципа относительности Галилея–Ньютона на новую область электродинамики!

На самом же деле теория открыла совершенно иную форму относительности, которая скрыто существовала в созданных Максвеллом уравнениях, развитых затем Лоренцем для микроскопических явлений, и распространила этот новый принцип на механику и на все остальные физические явления, провозгласив обязательность лоренц-инвариантности всех уравнений, описывающих явления при больших скоростях движения. Именно лоренц-инвариантности как раз и соответствует отмеченное нами подобие всех кинематических характеристик физических процессов, тогда как полная тождественность кинематических соотношений

отвечает инвариантности уравнений относительно преобразований Галилея и содержанию принципа относительности Галилея–Ньютона в механике и его варианту обобщения на электродинамику, предложенному Герцем. Так что приведенное выше утверждение о распространении механического принципа относительности на электродинамику, встречающееся во многих монографиях по «теории относительности», справедливо не для самой теории, а лишь для электродинамики, развитой Герцем, которая противоречит экспериментальным фактам.

Принципиальное отличие принципа относительности релятивистской теории от принципа относительности Галилея глубоко понимал Пуанкаре, который писал по этому поводу: «В чем же заключается переворот, произошедший под влиянием новейших успехов физики? Принцип относительности в его прежней форме должен быть отвергнут, он заменяется принципом относительности Лоренца. Именно преобразования «группы Лоренца» не изменяют дифференциальных уравнений динамики» [46, с. 429]. Так что выделенность группы Лоренца продиктована инвариантностью относительно этой группы самих процессов, происходящих в физическом мире, а не какими-то запретами на использование группы Галилея при высоких скоростях движения. В данной области физики не выполняется принцип Галилея, но это вовсе не означает невозможность использования масштабных шкал линеек и циферблатов, соответствующих группе Галилея.

При использовании преобразований Галилея в области физики высоких скоростей мы просто обнаруживаем теоретически и экспериментально факт неинвариантности процессов относительно этой группы. Именно с такой неинвариантностью процесса распространения света и столкнулась физика в конце XIX в. Неоправданным здесь оказался лишь теоретический вывод, сделанный из факта неинвариантности распространения света, а именно вывод о возможности экспериментального обнаружения движения Земли относительно светонесущей среды. Теперь нам ясна недостаточность чисто теоретического основания для такого вывода: ведь в случае одинакового для всех физических процессов

нарушения их инвариантности относительно группы Галилея не возникнет никаких наблюдаемых эффектов от этого нарушения в силу подобия кинематических отношений. И поэтому встает, естественно, вопрос о нахождении другой группы преобразований, соответствующей инвариантности уравнений физических процессов, и о новой форме выполнения принципа относительности для всех физических явлений. Весьма важно, что исторически именно на этом пути постепенно удалось не только найти новый принцип, но и осмыслить, что для полного устранения физических оснований для представлений об абсолютном движении необходимо, чтобы данный новый принцип был всеобщим, единым для всех физических явлений. Основой для такого единства может быть только лоренц-инвариантность самих материальных взаимодействий, имеющих по современным представлениям совершенно различную природу. Проблему объяснения этого единства обсуждал Пуанкаре в конце вводной части палермской статьи, предвещая возможность неожиданного в своей простоте решения загадки.

Даже задним числом не бесполезно обсуждать пути более последовательного развития научного прогресса. Очень часто в своем развитии теоретическая физика использует предыдущие завоевания абстрактной математики. Например, обобщенной теории гравитации потребовался особый вариант неевклидовой геометрии, созданной Риманом в XIX в. И это можно считать нормальным путем развития теоретической науки. Но необходимая для так называемой специальной теории относительности простейшая алгебра подобия кинематических отношений для случая существования предельной скорости оказалась не проанализирована на предыдущих этапах развития науки. А ведь этот вопрос мог быть поставлен еще в те далекие времена, когда Ремер экспериментально установил конечность скорости распространения света в космическом пространстве.

Если составить порядковый ряд абсолютных величин скоростей существующих в природе физических процессов  $u_1 < u_2 < \dots < u_n = c$ , где  $c$  есть конечная по величине предельная скорость передачи действия, то с этим порядковым рядом возможно

провести несколько подобных преобразований, оставляющих неизменными отношения между всеми членами ряда. Например, такой операцией подобия будет простое умножение каждого члена данного ряда на одно и то же число  $G \neq 1$ . Такое простейшее преобразование порядкового ряда скоростей рассматривал Пуанкаре, обсуждая неоднозначность и условность самих величин ряда и подчеркивая важность установления инвариантных отношений между его членами. Сейчас это принято называть масштабной инвариантностью кинематических соотношений.

Более глубокое содержание имеет аналогичное преобразование, при котором постоянный множитель для всех членов ряда зависит от точки в пространстве, например,  $G(r)$ , где  $r$  — радиус в сферической системе координат. Здесь мы имеем сохранение кинематических отношений во всех точках пространства, но при сравнении кинематик в точках с разными  $r_1$  и  $r_2$  должно обнаружиться изменение числа  $G(r)$  как относительное общее изменение скоростей физических процессов. Именно с такого рода подобным преобразованием скоростей процессов физика встретила в случае явления гравитационного смещения всех частот излучения атомов в поле тяготения отдельной звезды.

А более простой теории, получившей название специальной теории относительности, соответствует подобие в «движущейся» системе отсчета, которое на примере того же порядкового ряда скоростей выражается множителем  $G(\theta, u_i)$ , зависящим от угла  $\theta^*$  направления распространения процесса и от величины скорости этого процесса в случае изотропного описания, т. е. от величины скорости  $u_i$  аналогичного процесса в исходной системе, где изначально было принято изотропное описание скоростей процессов. Фактически множитель  $G(\theta, u_i)$ , характеризующий универсальную анизотропию скоростей, был приведен в наших работах [16, 57] как выражающий сущность всеобщего принципа относительности. Надо полагать, отсутствие предварительной проработки вопроса о подобных преобразованиях в мире скоростей способствовало тому, что при создании ортодоксальной трактовки

теории лежащее в ее основе кинематическое подобие было так легко подменено тождественностью кинематики в различных ИСО.

Но все же вызывает немалое удивление не критичность научной общественности, оставившей без всякой критики на много десятилетий такое изложение теории. Казалось бы, в самой нетождественности собственных времен  $t' \neq t$  различных инерциальных систем, отличающихся введенными критериями одновременности в этих системах отсчета, заключена неправомерность толкования принципа относительности как тождественности протекания в них физических процессов. Ведь совпадений уравнений, описывающих соответствующие физические процессы в различных инерциальных системах, вовсе недостаточно для вывода о тождественности, раз для кинематического описания процессов требуется вводить несовпадающие по одновременности собственные времена.

Метрика Пуанкаре–Минковского непосредственно учитывает общие кинематические свойства относительного изменения в сравниваемых ИСО. Но эти кинематические свойства, выражаемые в метрических соотношениях, порождены, конечно, соответствующими общими свойствами динамики, учетом ослабления взаимодействия материальных объектов при приближении их относительной скорости движения к скорости света. Эта взаимосвязь динамики взаимодействия с метрическим аспектом позволяет в теоретическом построении получить динамику из ранее найденной метрики пространства-времени. Но данное обстоятельство не может служить обоснованием для обращения самой логики существующих причинных связей. Примат динамики в этой взаимосвязи свойств различных сторон явлений составляет крайне важную черту понимания всей проблемы, идущую непосредственно от крупнейшего математика и механика Пуанкаре. В последовательном изложении этой трактовки теории и состояла основная цель настоящей статьи.

**Заключительные выводы.** Изложенное выше позволяет сделать следующие выводы.



1. Механика околосветовых скоростей явилась естественным завершением классической механики, ее обобщением на основе учета всеобщего закона возрастания инерциальной массы физических объектов с увеличением скорости относительного движения. В основе всеобщности закона изменения массы лежит существование в природе единой предельной скорости передачи взаимодействий.

2. Отступление от законов классической механики при больших скоростях движения приводит к нарушению галилеевой формы принципа относительности, утверждающего тождественность кинематических соотношений, возникающих в различных движущихся относительно друг друга ИСО. Эти отступления выражаются в неинвариантности законов механики относительно преобразований Галилея, отклонения от требований которой имеют всеобщий характер для всех физических явлений. В результате этого в природе осуществляется принцип относительности на основе кинематического подобия процессов, воспроизводимых в эквивалентных условиях относительно различных инерциальных систем.

3. Факт относительного различия в ходе соответствующих процессов в движущихся относительно друг друга инерциальных системах приводит к несопадающим собственным одновременностям в этих системах. Для разъяснения сущности данного различия в ходе физических процессов целесообразно в одной из инерциальных систем рассмотреть описание скоростей физических процессов, использующее формально вводимые пространственно-временные координаты, которые связаны с координатами другой инерциальной системы преобразованиями Галилея. Такой подход позволяет показать, что относительность одновременности состоит в том, что все физические процессы в направлении относительного движения систем происходят в одной системе медленнее, чем в другой и, соответственно, быстрее в противоположном направлении. Этот факт относительного различия в ходе процессов представляет собой безусловное свойство,

принадлежащее, по терминологии Пуанкаре, к «объективным инвариантам».

4. Самими законами физики, их инвариантностью относительно преобразований Лоренца предопределена структура геометрии пространства-времени физического мира.

Распространение новых законов на механические явления входит в число исходных посылок, определяющих выделенность группы Лоренца в физическом мире.

Революционные преобразования физических воззрений никогда не происходят гладко. Отказ от устоявшихся представлений — всегда болезненный процесс. Однако по мере развития познания вместе с проникновением в суть новых научных концепций происходит постепенно и некоторое сглаживание резких скачков на основе выяснения органической связи, существующей между новым подходом и прежними представлениями. Наведением мостов между разными уровнями познания чаще всего приходится заниматься новым поколениям ученых, значительно позднее появления самой физической теории. Процесс развития более глубокого понимания фундаментальной теории растягивается на многие десятилетия и развивается по нескольким направлениям. Одно из них представлено выяснением связи с прежними физическими воззрениями, с уточнением подлинной новизны отдельных положений теории. Другое направление решает задачу выяснения рамок обоснованного применения данной теории. Это направление уточнения интерпретации теории окончательно завершается лишь созданием более общей теории.

Однако если первая физическая теория уже включила в себя определенные общие свойства физических объектов, то следующая более общая теория, не отвергая ранее найденных общих физических свойств, добавляет к ним новые общие свойства, не учтенные прежней теорией. Так, обобщенная теория тяготения дополнительно учла общие свойства движения материи, обусловленные существованием универсальных сил тяготения, включив в себя и ранее установленные общие свойства,



обусловленные универсальным законом возрастания инерциальной массы с увеличением скорости относительного движения физических объектов.

Эти общие вопросы познания сущности физических законов мы затронули здесь в надежде убедить читателей в том, что творческая деятельность по дальнейшему развитию и совершенствованию понимания теорий, составляющих фундамент современной физической науки, представляет собой важнейшую и интереснейшую область научного исследования. Я надеюсь, что проведенный в этой статье подробный анализ и критическое рассмотрение простейшей из современных физических теорий поможет читателям осознать существование еще более значительных возможностей плодотворной деятельности по дальнейшему развитию интерпретаций других современных физических теорий, прежде всего, теории тяготения и квантовой механики.

Правда, для плодотворной деятельности в этой области физики важно освободиться от предубеждения о том, что ее задача завершается установлением строгих математических соотношений, описывающих экспериментальные факты в соответствующей области физических явлений. На самом же деле с установления строгих теоретических закономерностей лишь начинается само проникновение в суть глубоких научных истин, составляющих существо подлинно научного познания природы.

\* \* \*

Автор отдает себе отчет в трудностях восприятия нового изложения научных истин, не совпадающего с традиционной их трактовкой. Поэтому в настоящей статье большое внимание было уделено освещению прямой связи представленного толкования теории как со многими уже забытыми утверждениями основного создателя теории, знаменитого французского ученого А. Пуанкаре, так и с развитием этого толкования в последние десятилетия в собственных работах и с отдельными положениями нового рассмотрения проблемы, проведенного в трудах А. А. Логунова,

которому я искренне благодарен за постоянный интерес и ценные советы. Я искренне признателен за большую помощь в работе над данной статьей Ю. И. Иваньшину, В. В. Нестеренко, С. А. Савчукову и В. Ю. Колоскову.

#### ОТ РЕДАКЦИИ

В данной статье, посвященной памяти Д. Иваненко и продолжающей начатые им историко-научные исследования, говорится о сборнике 1935 г. под редакцией Фредерикса и Иваненко, а также о большой роли, которую сыграл этот сборник как в ознакомлении читателей России с фундаментальными работами Лоренца, Пуанкаре и других ученых, так и в истории науки.

Отметим, что в последнее время отдельные историки физики, как например В. Френкель и близкие ему авторы, в своих публикациях стремятся исказить историю появления данного сборника, умалчивая об участии в его подготовке Д. Иваненко и приписывая все заслуги только одному из редакторов — В. К. Фредериксу. Цель этой фальсификации довольно понятна: скрыть от внимания общественности не только истинные причины появления книги, представив ее как усилия Фредерикса исключительно с «благородной» целью «распространения теории относительности в Советском Союзе», но и скрыть тот факт, что именно публикация этой книги, установившая приоритетную роль Лоренца и Пуанкаре в создании механики околосветовых скоростей, послужила основной причиной последующих неприятностей, обрушившихся на профессора Иваненко. Однако мы располагаем копией письма Дмитрия Дмитриевича Иваненко В. Френкелю, написанного в год 350-летия Ньютона. В этом письме говорится, в частности, следующее:

«Откуда ты взял намеки на сильное участие в этом сборнике Фредерикса? Как раз наоборот. Это фактически моя книга. Я считаю ее одной из самых важных моих историко-научных работ. Когда я прочел статью Пуанкаре 5 июля 1901 г. и большую его статью в математическом журнале, то прямо-таки ахнул, поскольку [он] не

только параллельно с Эйнштейном установил теорию, но и впервые расширил [ее] на гравитацию! О гравитации у Эйнштейна в 1905 г. не было ничего!

Немцы неоднократно публиковали эйнштейновские сборники, [но] так и не поместили статей Пуанкаре, даже в недавней публикации, где они добавили статью Вейля кроме Лоренца, Эйнштейна и Минковского.

Предложив Фредериксу участвовать в этом сборнике (я даже нажимал на него), который ничего не писал... В конце концов, когда она была готова, как раз в начале 1935 г., когда меня арестовали, и я, естественно, книгой уже не мог заниматься. Потом я увидел обложку этой книги, прибыв в Томск в субботу (в витрине какого-то магазина), в воскресенье, гуляя по городу... Впервые за год в постели! И это все невероятно! Оказалось, что весьма дружеская редакция в Санкт-Петербурге оставила меня и Фредерикса как издателей книги. Фредерикс, вероятно, вообще не смотрел корректуру. Ведь в этих дополнениях много ошибок.

В дальнейшем мне неоднократно приходилось выступать о роли Пуанкаре... и о его приоритете при новом обобщении ньютоновской теории... Надо сказать, что даже и французские авторы плохо осведомлены о важнейших работах Пуанкаре. Как известно, никого в своей статье 1905 г. Эйнштейн вообще не цитирует. Этот факт историки науки неоднократно обсуждали. Пуанкаре же неоднократно ссылался на Лоренца и других, так что эта книга вполне моя.»

## ДОПОЛНЕНИЕ

В данном дополнении к настоящей статье мы рассказываем об интенсивной переписке А. Эйнштейна с крупнейшим геттингенским математиком Д. Гильбертом, состоявшейся в ноябре 1915 г. перед самым опубликованием завершающих работ по обобщенной теории тяготения. О ней стало известно только в 1978 г. из статьи Дж. Эрмана и К. Глимора [60], которым в канун столетия со дня рождения Эйнштейна удалось проникнуть в принстонский

архив ученого и обнаружить там ценнейшие свидетельства существовавшей переписки. До этого считалось, что фундаментальные работы Гильберта и Эйнштейна по общековариантному уравнению гравитационного поля совершенно независимы [61, 62].

Краткое сообщение об установленном факте переписки между этими учеными у нас впервые появилось как добавление к большой юбилейной статье В. П. Визгина и Я. А. Смородинского, посвященной, в основном, доказательству независимости путей Эйнштейна и Гильберта к установлению общековариантного уравнения теории. Так что с содержанием самой статьи резко контрастировало следующее добавление самих авторов: «Оказалось, что в ноябре 1915 г. оба теоретика работали в тесной связи друг с другом: они обменивались письмами и текстами своих работ, и каждый из них знал, что делает другой. Эта переписка является прекрасным дополнением к докладам Эйнштейна в Берлине и Гильберта в Геттингене» [62].

С последними словами о «прекрасном дополнении» нельзя согласиться: здесь следовало бы сказать, что неожиданные сведения о переписке ученых были подобны взрыву информационной бомбы, разрушившей всю концепцию авторов о независимости подходов этих ученых. Что же касается содержательной части краткого сообщения, то в нем не вскрыта такая существенная деталь: Эйнштейн в своих письмах трижды сообщал о содержании уже сделанных им сообщений на заседаниях Прусской академии наук (тексты докладов сдавались в окончательном виде через неделю для публикации в Трудах Академии), а Гильберт лишь однажды, по просьбе Эйнштейна, заранее послал текст своего доклада, который он тогда наметал сделать 23 ноября перед Научным обществом Геттингена. Как видите, есть некоторая разница в этих информациях, и она, как будет видно из дальнейшего, имела определенные последствия.

Начало переписке в ноябре 1915 г. положило письмо от 28 октября, полученное Эйнштейном от А. Зоммерфельда. В нем сообщалось о том, что Д. Гильберт выступил недавно с критикой

работы А. Эйнштейна и М. Гроссмана, а именно против их попытки обосновать свой отказ от поиска общековариантной формы уравнения самого гравитационного поля. Письмо это сильно взволновало и обеспокоило Эйнштейна и, думаю, не столько сообщением о критике их работы. Скорее всего в нем содержалось указание на то, что Гильберт уже нашел искомую систему уравнений. Предположительные суждения здесь приходится делать, поскольку Эйнштейн, думаю вполне преднамеренно, не оставил это взволновавшее его письмо для длительного хранения в своем архиве. Его содержание восстанавливается авторами сообщения [60] лишь частично по цитированию самим Эйнштейном в своем первом из ноябрьских посланий Гильберту от 7 ноября.

Действительно, Эйнштейн после этого письма в бешеном темпе искал решение проблемы. И каждый вариант решения он еженедельно представлял на заседании Прусской Академии наук соответственно 4, 11, 18 и 25 ноября. Затем в Трудах Академии вышли четыре статьи с датами поступления соответственно 11, 18, 25 ноября и 2 декабря 1915 г. (в «Собрание научных трудов» А. Эйнштейна они вошли под номерами 34–37). Такой высокой плотности публикации у Эйнштейна никогда еще не было и не будет в течение последующих сорока лет жизни. Он явно торопился догнать геттингенского ученого. И после первых двух докладов в своих письмах от 7 и 12 ноября информировал Гильберта о только что доложенных им вариантах решения проблемы.

Похоже, что эту достаточно полную информацию о своих докладах он посылал в Геттинген с единственной целью, чтобы крупнейший математик скорректировал его дальнейшие поиски окончательного решения проблемы или даже просто подсказал недостающие члены в посланном ему уравнении. В первых двух письмах Эйнштейн прямо спрашивает Гильберта о том, насколько решение согласуется с его, Гильберта, системой. Отсюда мы и делаем свое предположение, что из письма Зоммерфельда ему стало известно о получении математиком общековариантного уравнения гравитационного поля. Другое подтверждение этого предположения можно найти в книге Пайса, в которой автор приводит

свидетельство Ф. Клейна о том, что «...Гильберт добился окончательного результата осенью 1915 г., причем не в Геттингене, а на острове Рюген в Балтийском море» [30, с. 251]. Отсюда следует вывод, что Гильберт вернулся в Геттинген уже с готовым решением проблемы, так сильно интересовавшей Эйнштейна. Надо полагать, критика работы Эйнштейна и Гроссмана, о которой писал Зоммерфельд, была лишь устным эпизодом в самом обосновании предпринятых математических исследований, поскольку в осенний период у Гильберта не появилось официальных публикаций, содержащих эту критику.

Кроме того, сообщение о критике данной публикации само по себе не могло так сильно взволновать Эйнштейна и вызвать такое поспешное исследование, которое многие потом назвали завершающим «штурмом проблемы» гравитации. Эта часть информации уже не могла быть новой для ученого. Летом в конце июня он по приглашению Гильберта одну неделю провел в Геттингене, где прочел целый курс из шести лекций по «общей теории относительности». А 15 июля 1915 г. он писал Зоммерфельду, что просит его в новое издание сборника по «теории относительности» не включать работы по «общей теории относительности, потому что ни одно из имеющихся изложений последней не является полным» [62, с. 423]. Это означало, что и свой обширный обзор, опубликованный в конце 1914 г., он уже не считал достаточно полным или, скорее всего, не считал его правильно излагающим саму проблему теории гравитации. Я согласен с авторами обзора [62, с. 423], которые по этому поводу писали, что во время визита в Геттинген, где Эйнштейн «имел беседы с Гильбертом, которые могли, как мы думаем, существенно повлиять на ход мысли Эйнштейна».

Но данные беседы, как и прочитанные Эйнштейном лекции, безусловно, повлияли и на Гильберта, дали ему толчок для завершения задачи объединения электромагнитной теории вещества Густава Ми с идеями Эйнштейна. Во всяком случае, Эйнштейн имел основания считать, что в своих лекциях в Геттингене он изложил очень много идей, явно не учитывая, что присутствующий

математический гений может обогнать его в самом воплощении этих идей в реальные научные достижения. По этому поводу в книге А. Пайса приводится мнение Э. Страуса [30, с. 253].

Напомним читателям, что впервые на геометрический путь решения проблемы теории гравитации Эйнштейн вступил в работе 1913 г. под названием «Проект обобщенной теории относительности и теории тяготения». Она состояла из двух частей, подписанных разными авторами: 1. Физическая часть — подписана А. Эйнштейном; 2. Математическая часть — подписана М. Гроссманом. Сама идея раздельного авторства красноречиво свидетельствует, насколько щепетильно подошли участники публикации к вопросу совместной работы. Однако наиболее важная и новая идея геометризации теории тяготения излагалась обоими авторами как естественное применение геометрии Римана. По этому поводу немецкий ученый Ганс Юрген Тредер писал, что сама идея геометрического подхода к тяготению была предложена Бернгардом Риманом, правда, лишь для обычного трехмерного пространства [63]. Эта мысль многое бы объяснила в недомолвках самого Эйнштейна по вопросу происхождения его поворота в сторону геометрического подхода, но для ее подтверждения требуется самостоятельное историческое исследование происхождения геометрической концепции тяготения, существенно более сложное, чем изложенное здесь исследование происхождения концепции механики околосветовых скоростей.

Нам важно, что в данной работе 1913 г. в вопросе об уравнениях гравитационного поля авторы уклонились от правильного решения этой проблемы, приведя несколько доводов против поиска общековариантного решения. Важнейшим доводом были трудности выполнения принципа соответствия, согласно которому требовалось, чтобы в пределе слабых полей и малых скоростей сложное десятикомпонентное тензорное уравнение переходило в классическое уравнение Пуассона. Вторым аргументом стало высказанное Эйнштейном в первой части статьи ложное утверждение о нарушении принципа причинности в случае общековариантного решения. На самом же деле тут возникала лишь

кажущаяся неоднозначность решения, как впоследствии разъяснял это молодой Паули в замечательной энциклопедической статье [3, с. 233].

В своем первом ноябрьском докладе Эйнштейн прежде всего отказывался от своих недавних заблуждений и возвращался, как он писал, «...к требованию более общей ковариантности уравнения поля, от которой я отказался с тяжелым сердцем, когда работал вместе с моим другом Гроссманом» [62, с. 423]. Но предложенное им тут же решение вовсе не удовлетворяло декларированному требованию, так как накладывало определенные ограничения на используемые непрерывные преобразования в виде равенства единице определителя этих преобразований (так называемое условие унимодулярности).

Во втором своем докладе Эйнштейн выдвигает снова то же самое тензорное уравнение, в котором геометрический тензор Риччи приравнивался взятому со знаком минус тензору импульса-энергии, умноженному на гравитационную постоянную. Но на этот раз выдвигает физическое обоснование тем же ограничениям унимодулярности на основе гипотезы электромагнитной природы материи.

Но вернемся теперь к самой переписке двух гениальных представителей точных наук. Гильберт на прямой вопрос Эйнштейна в его первом письме лаконично ответил: не согласуется. На второе письмо Эйнштейна он повторил тот же категорический ответ, но добавил к нему следующую важную информацию: «Если Вас так интересует полученное мною решение, то прошу приехать в Геттинген 23 ноября на мой доклад в Научном обществе». Далее он любезно предлагает «прибыть в Геттинген накануне и остановиться у него дома» [60]. Таким образом, Гильберт предложил Эйнштейну присутствовать на публичном представлении своей работы, что, видимо, совсем не входило в планы Эйнштейна. Поэтому он, в надежде получить неофициальную письменную информацию об общековариантном уравнении Гильберта, посылает третью почтовую открытку в Геттинген, дату отправки которой 15 ноября авторам статьи [60] удалось установить лишь предположительно. В

целом же они отмечают, что «почтовая служба, которая была тогда очень оперативной, по нынешним представлениям, позволяла Эйнштейну и Гильберту вступать в почти немедленный контакт — письма, отправленные Эйнштейном в Берлине или Гильбертом в Геттингене, достигали адресата уже на следующий день» [60, с. 292]. А далее они остроумно добавляют, что «история теории гравитации могла быть совсем иной, если бы почта работала менее оперативно».

В своем письме Эйнштейн, сославшись на плохое состояние своего здоровья, пишет Гильберту о том, что он не сможет присутствовать на его лекции и вслед за этим обращается с такой просьбой: «Пришлите мне, пожалуйста, если это возможно, копию своего исследования, идя навстречу моему любопытству» (см. немецкий текст прим. 44 в статье [60]). Судя по тому, что в четвертом своем письме от 18 ноября Эйнштейн благодарит Гильберта за присланные материалы, можно понять, что Гильберт послал свой доклад в Берлин 16 или 17 ноября. Но в том же письме была такая фраза, которая не могла не взволновать Гильберта: «Предложенная Вами система [уравнений], насколько я могу судить, в точности согласуется с тем, что я получил в последние недели и представил Академии» (см. немецкий текст в [60], русский перевод цитируется по книге [30, с. 252]).

Авторы статьи [60] при переводе этой фразы на английский язык допустили отступление от немецкого текста, приведенного ими в прим. 45, переведя слова «...in den letzten Wochen» как «...within the last week».

Видимо, авторы сочли необходимым исправить данные слова как простую неточность Эйнштейна, поскольку в отношении результатов, полученных им в предыдущие недели, имелся вынесенный самим Гильбертом вердикт: не согласуется. Но это вовсе не было случайной опiskeй Эйнштейна. Множественным числом слова «неделя» он, видимо, хотел лишь подчеркнуть, что и в предыдущих попытках решения проблемы он шел правильным путем. Действительно, в предлагаемых им решениях не было ни одного лишнего члена, и его уравнения были справедливы для

пустого пространства. В них, правда, не было и необходимой полноты окончательного варианта, но этим недостатком обладали все решения, представленные Эйнштейном в Академию до момента написания обсуждаемого письма.

Так что версия авторов статьи [60] о том, что Эйнштейн в своем письме хотел сказать о получении им в последнюю неделю уравнений, согласующихся с системой уравнений Гильберта, противоречит дальнейшим словам Эйнштейна «и передал в Академию», так как окончательных уравнений гравитационного поля не было ни в докладах Эйнштейна до 25 ноября, ни в материалах, переданных им для публикации в Трудах Академии.

Самого послания Гильберта от 16 или 17 ноября нет в архиве Эйнштейна. Отсутствие его, как и отсутствие в архиве также письма Зоммерфельда от 28 октября 1915 г., лишь свидетельствует о существовании у Эйнштейна особых критериев для дальнейшего хранения писем. Во всяком случае известности ученого, приславшего письмо Эйнштейну, как мы видим, было вовсе недостаточно для сохранения полученного письма. В то же время в архиве Эйнштейна имеются все копии писем, посланных им Гильберту, поскольку они поступили в виде микрофильмов уже после смерти Эйнштейна по запросу создателей архива.

Однако ответное письмо Гильберта от 19 ноября Эйнштейн все же сохранил в своих бумагах. Оно было отправлено в Берлин сразу по получению письма Эйнштейна от 18 ноября, и оно будет, видимо, последним письмом, отправленным Гильбертом в 1915 г. В нем автор посылает Эйнштейну свои поздравления с успешным объяснением векового смещения перигелия Меркурия. И только это вежливое поздравление, надо полагать, стало основанием для сохранения данного письма, несмотря на имеющуюся в нем следующую неявно высказанную остроту: «Если бы я умел считать так же быстро, как Вы, то электрон капитулировал бы перед моими уравнениями, а атом водорода должен был бы принести извинения за то, что он не излучает» [30, с. 252]. То, что в этих словах скрыта острота, можно понять, если вспомнить, что они принадлежат первому математику мира, а похвала в умении быстро считать

относилась к физическому, который только что в своих предыдущих письмах продемонстрировал полную беспомощность в попытках получить окончательную общековариантную систему уравнений гравитационного поля. Красноречив и приведенный Гильбертом пример по поводу объяснения стабильности движения электрона в атоме водорода, над которым тогда безуспешно трудились многие ученые.

Из письма Эйнштейна от 18 ноября Гильберту стало ясно, что полученное им решение проблемы общековариантного тензорного уравнения может быть использовано Эйнштейном без всякой ссылки на оказанную математиком помощь. Он также понял, что теперь над ним может нависнуть и угроза подозрения в плагиате, если Эйнштейн опередит его с публичным выступлением. Поэтому Гильберт перенес прежде назначенную дату своего доклада буквально на следующий день и попросил Научное общество Геттингена собраться в неурочный для этого день, в субботу 20 ноября 1915 г.

В четверг 18 ноября Эйнштейн сделал третий за месяц доклад на заседании Прусской академии. В нем он впервые получает на основе ковариантного уравнения объяснение вековому смещению перигелия Меркурия. Об этом важнейшем достижении он кратко упоминал и в своем письме Гильберту от 18 ноября. За прошедшую неделю после своего второго доклада он вдруг ясно осознал, что полученное им точное уравнение лишь для пустоты вполне может быть использовано для решения этой давней проблемы. Ученик Лапласа астроном Урбен Жан Жозеф Леверье (1811–1877) представил в 1859 г. Парижской академии наук описание своих наблюдений за орбитальным движением планеты Меркурий и свой вывод об аномальном вековом смещении перигелия на 38 угловых секунд, загадочную природу которого предстоит разгадать астрономам будущего. Сам Леверье высказал серьезные сомнения относительно существования не наблюдавшейся до сих пор планеты, находящейся между Меркурием и Солнцем. Затем в 1882 г. Саймон Ньюком уточнил величину смещения перигелия Меркурия, получив 43 угловых секунды. Первоначальная теория гравитации

Пуанкаре давала в шесть раз меньшее значение для величины смещения. И только теперь это удивительное отклонение движения Меркурия от классической механики получило полное количественное объяснение (45 угловых секунд) в теории Эйнштейна за счет учета кривизны пространства-времени.

Это был первый несомненный успех новой теории Эйнштейна и торжество абстрактных математических построений в физике на основе неевклидовой геометрии. Еще создатель первой неевклидовой геометрии Николай Лобачевский возлагал большие надежды на физические явления, ожидая от астрономических наблюдений подтверждения своей «воображаемой» геометрии<sup>65</sup>. Его геометрии с отрицательной кривизной пространства суждено было осуществиться в четырехмерном пространстве скоростей. А в аномалии движения Меркурия в основном проявилась другая неевклидова геометрия с положительной кривизной, созданная

---

<sup>65</sup> *Примечание редакции.* Более подробно по поводу идей Николая Ивановича Лобачевского о связи неевклидовой геометрии с физикой говорится в юбилейном сборнике, посвященном 200-летию Лобачевского (М.: Белка, 1993): во вступительной статье Д. Иваненко, а также в статье Николая Александровича Черникова (Дубна). Приведем здесь некоторые выдержки из статьи Н. А. Черникова.

«Лобачевский внес «новые начала» не только в геометрию. Рассмотрев данные о параллаксах звезд, он установил, что характерная для созданной им геометрии константа  $k$  больше, чем расстояние от нас до этих звезд. Полученный результат не помешал ему поставить вопрос о том, какого рода перемена произойдет от введения новой геометрии в механику. Впрочем, этот вопрос неизбежно возникает, стоит лишь начать рассматривать небесные тела в пространстве Лобачевского. Но, введя новую геометрию в небесную механику, Лобачевский пошел дальше и поставил вопрос о том, какие изменения это вносит в ньютоновский закон всемирного тяготения. Сам же и ответил на него, указав способ решения уравнения Пуассона в условиях отрицания пятого постулата Евклида... Наряду с этим Лобачевский указал и следующую метрику в сферических координатах... Этих данных достаточно, чтобы составить уравнения движения планет и комет. Так была создана теория тяготения Лобачевского с двумя фундаментальными константами...»



Бернгардом Риманом, который также считал, что пространство должно иметь некую «реальную» основу и что «...нужно пытаться объяснить возникновение метрических отношений чем-то внешним — силами связи, действующими на это реальное». Далее он говорил, что «решение этих вопросов можно надеяться найти лишь в том случае, если исходя из ныне существующей и проверенной опытом концепции, основа которой положена Ньютоном, станем постепенно ее совершенствовать, руководствуясь фактами, которые ею объяснены быть не могут» (лекция, прочитанная Риманом 10 июля 1854 г. в Геттингенском университете, была опубликована впервые в 1868 г.; на русском языке см. *Риман Б. О гипотезах, лежащих в основании геометрии // Об основаниях геометрии. М.: Гостехиздат, 1956. С. 324; Альберт Эйнштейн и теория гравитации: Сб. ст. М.: Мир, 1979. С. 33).*

И именно этот путь, намеченный еще Риманом, удалось пройти Эйнштейну почти до конца, во всяком случае, довести свою теорию до первых двух предсказаний отступлений от небесной механики, основанной на законах Ньютона. Помимо объяснения векового смещения перигелия Меркурия доклад Эйнштейна от 18 ноября содержал также впервые полученное на основе новой теории гравитации предсказание величины отклонения луча света, прошедшего вблизи солнечного диска. Эта величина отклонения, равная 1,7 угловых секунд, вдвое превышала прежде полученную Эйнштейном величину отклонения света без учета кривизны пространства. Лишь в мае 1919 г. двум английским экспедициям удалось во время полного солнечного затмения получить фотографии звезд, свет от которых проходил вблизи Солнца, и затем получить подтверждение второго предсказания теории.

Доклад Эйнштейна от 18 ноября показывает удивительное умение автора получать новые физические результаты даже из не совсем оконченной в математическом отношении теории. Думаю, что и Гильберту из полученного письма Эйнштейна стало ясно, какие упущения, в части предсказаний новых физических эффектов, он допустил, располагая полным математическим решением проблемы.

Возвращаясь к замечательному объяснению прецессии перигелия Меркурия, отметим только один удивительный факт: Эйнштейн в прежних своих работах и письмах никогда не выражал сожалений по поводу неудачных попыток объяснения данной аномалии. В связи с чем возникает вопрос: было ли это сознательным нежеланием привлечь внимание к неудачам своей теории, или же это было связано с неведением автора о невозможности разумного объяснения аномального движения планеты в рамках классической механики? Второе из данных предположений наиболее вероятно, поскольку в его статье приведена ссылка на вышедший в июне 1915 г. обзор Е. Фрейндлиха, который был посвящен подробному обсуждению этой давней проблемы и настойчивому подчеркиванию невозможности ее объяснения тривиальными классическими эффектами.

В вводной части этой работы Эйнштейн говорит о введенной им в предыдущей статье (№ 35) гипотезе обращения в нуль следа «тензора энергии материи» ( $T = 0$ ), но к словам «что никакие принципиальные соображения не противоречат введению этой гипотезы...» автором сделано следующее неожиданное подстрочное примечание: «В работе, которая вскоре будет опубликована, показано, что и эта гипотеза является излишней». Нет сомнений, что данной оговорки автора не было в самом докладе от 18 ноября и что она добавлена перед сдачей текста в печать в результате изучения материалов, полученных от Гильберта (17 или 18 ноября).

Последний доклад из этой серии был сделан Эйнштейном 25 ноября, а текст статьи для публикации в Трудах Академии был сдан, соответственно, 2 декабря. Так что до этого момента он имел уже две недели для изучения материалов, присланных ему Гильбертом. Мы приводим здесь точную хронологию событий, чтобы показать несерьезность доводов А. Пайса по поводу невозможности Эйнштейну в короткий срок разобраться в сложном математическом исследовании Гильберта. Так, Пайс писал: «Мне представляется крайне маловероятным, чтобы он [Эйнштейн] был в



состоянии тогда усвоить содержание технически трудной работы Гильберта, полученной им 18 ноября» [30, с. 252].

На самом же деле Эйнштейну достаточно было лишь увидеть полное уравнение Гильберта, чтобы обнаружить содержащийся в нем новый дополнительный член, отсутствующий в опубликованном Эйнштейном «укороченном» тензорном уравнении. Для декларативной же публикации полного общековариантного уравнения гравитационного поля Эйнштейну оставалось только тривиальными расчетами убедиться, что дополнительный член обеспечивает ковариантность уравнения в общем случае и что он освобождает от необходимости принимать специальную гипотезу о равенстве нулю следа тензора энергии-импульса. У Эйнштейна осталось время и для того, чтобы несколько видоизменить форму основного уравнения Гильберта, перенеся дополнительный член из левой части уравнения в правую часть, не нарушая тождественности уравнений. Больше время потребовалось Эйнштейну для обстоятельного обоснования выбранного уравнения и усвоения данного Гильбертом вывода своего общековариантного уравнения. Только через четыре месяца Эйнштейн отправит следующую статью (№ 38), в которой приведет более обстоятельное обоснование выбранного общековариантного уравнения гравитационного поля, а строгий вывод уравнения из вариационного принципа, приведенный в первой же статье Гильберта, он повторит лишь в конце 1916 г. в работе № 42.

Так что приведенные Пайсом соображения о трудности «усвоить содержание технически трудной работы Гильберта» справедливы только в смысле полного усвоения этой работы. Но используются они автором совершенно бесосновательно по отношению к краткой публикации Эйнштейна, всего на четырех страницах текста объявившего о будто бы найденном им окончательном общековариантном уравнении гравитационного поля (без всякой ссылки на известное ему ранее и уже опубликованное Гильбертом тождественное уравнение) и провозгласившего в конце статьи, что «тем самым, наконец, завершено построение общей теории относительности как логической схемы» (№ 37).

Появившееся в этой работе Эйнштейна окончательное общековариантное тензорное уравнение гравитационного поля отличается от ранее им опубликованного уравнения только появлением в правой части уравнения дополнительного члена со скаляром  $T$ . Неожиданно появившийся в уравнении дополнительный член равен половине метрического тензора, умноженному на скалярную величину следа тензора энергии-импульса «материи». Именно с появлением этого дополнительного скалярного члена устраняется проблема перехода к ньютоновскому пределу и исчезает прежнее искусственное требование обращения в нуль следа тензора энергии-импульса, которое было анонсировано автором в примечании в предыдущей статье (№ 36).

До оглашения сведений о существовавшей в ноябре 1915 г. интенсивной переписке с Гильбертом считалось, что Эйнштейн гениально угадал нужный для общей ковариантности дополнительный член со скаляром  $T$ . Эта концепция истории завершения теории основательно была подорвана статьей Ирмена и Глимора [60]. В стане сторонников ранее созданного «канонизированного» образа ученого и идеального во всех отношениях человека данное сообщение о перечисленных выше сведениях вызвало определенное замешательство. Разрядкой этой ситуации и послужило несколько выступлений в печати с явным намерением устранить грозившую опасность лишь частичным отходом от созданного идеального образа приблизиться к познанию реального Эйнштейна — великого ученого с непомерным авторским самолюбием, заставившим его не раз нарушать существующие этические нормы научного мира. К таким произведениям с явным намерением сохранить незапятнанным «канонический» образ ученого с полным правом можно отнести обширный литературный труд известного физика-теоретика А. Пайса [30]. К таким же работам принадлежит и книга советского историка физики В. П. Визгина [64], сделавшего еще до А. Пайса попытку всеми доступными ему средствами сдмпфировать удар, нанесенный публикацией [60].

Прежние явные нарушения Эйнштейном этических норм его апологетам удавалось сравнительно легко затушевать, апеллируя в основном к совести самих читателей, которым предлагалось лишь уяснить такую простую истину: если великий ученый не ссылается на статью предшественника, значит, он не читал данную работу и вообще не слышал о ней. Правда, и эта логика заводила апологетов Эйнштейна в тупик, когда речь шла о публикации, не содержащей вообще ни одной литературной ссылки. Так было в случае его знаменитой статьи 1905 г. [6], когда отсутствие ссылок отягощалось еще и тем, что в работе, как мы уже отмечали, не было получено и ни одного соотношения, не опубликованного ранее другими учеными. Да и основные использованные в данном исследовании исходные идеи совпадали с высказанными задолго до этого в печати известным французским ученым А. Пуанкаре.

Казалось бы, приоритетные споры вообще не должны касаться выяснения подобных биографических вопросов. В сборнике статей [37] приводится, например, письмо уважаемых академиков В. Л. Гинзбурга и Я. Б. Зельдовича по поводу неправильного понимания И. С. Шкловским вопросов приоритета в науке. В этом письме содержится следующее разъяснение: «...что бы человек ни сделал сам, он не может претендовать на приоритет, если затем выяснилось, что тот же результат получен ранее другими» [37, с. 88]. С данным утверждением нельзя не согласиться. Непонятно, однако, почему лишь в отношении Эйнштейна не исходят из того же простого критерия не только его прямые апологеты, но и сами авторы этой резолюции о критерии разрешения приоритетных споров. О том, что и В. Л. Гинзбург придерживается в отношении Эйнштейна совсем другой логики разрешения приоритетных споров, читатель может убедиться, ознакомившись с его статьей «Как и кто создал теорию относительности?» (см., например: *Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике: Сб. ст. и выст. М.: Бюро Квантум, 1995. С. 178*).

В этой статье, имеющей подзаголовок «Опыт рецензии с предисловием и комментариями», автор подробно разбирает недостатки сборника статей [7], который, между прочим, является

самым полным сборником статей по данной проблеме. И основное замечание в мой адрес как составителя В. Л. Гинзбург делает по поводу включения в раздел «Возникновение концепции относительности» в основном ранних работ Пуанкаре и включения в заключительный раздел сборника отрывка из книги Уиттекера, в которой впервые был поднят и документально доказан вопрос о существовании ранних работ Пуанкаре, посвященных обобщению принципа относительности на электромагнитные явления. Так что автор явно не желает, чтобы читатели сами убедились, что многие приписываемые Эйнштейну идеи были задолго до него выдвинуты и обсуждены в печати его предшественником Пуанкаре. И если замалчиванием предшествующих работ расчищать поле от претендентов, то и обсуждаемый критерий не помешает старой и вопиюще несправедливой версии о единственном создателе теории.

А ведь такие авторитетные ученые, пользующиеся, фактически, двойной моралью, создают соответствующий перекокс и в научном обществе. Разве до оглашения переписки Эйнштейна и Гильберта была в мировом сообществе нормальная оценка научного вклада выдающегося математика Гильберта в создание важнейшего для физики общеквариантного уравнения гравитационного поля? Ведь даже в самой обширной и объективной статье В. Паули (1921), написанной для энциклопедии математических наук, Гильберт был упомянут в историческом введении лишь в примечании и не совсем точными словами: «Одновременно с Эйнштейном и независимо от него общеквариантные уравнения поля были установлены Гильбертом» [3, с. 211] (*Hilbert D. Grundlagen der Physik // Nachrichten Kgl. Gesellschaft Wiss. Gottingen. Math.-phys. Klasse. 1915. Heft 3. S. 395; русский текст см. в [65]*).

Конечно, здесь более уместны были бы другие слова, и не в подстрочном уточнении, а в основном тексте исторического введения. Например, соответствовали бы истине такие слова: «Впервые эту важнейшую систему общеквариантных уравнений гравитационного поля получил в конце 1915 г. на основе использования вариационного принципа известный немецкий математик Гильберт, который сразу же отметил, что полученная

система уравнений решает проблему фундаментальной теории Эйнштейна. Сам же основатель релятивистской теории гравитации всего на несколько дней позже также нашел, и по всей вероятности, вполне независимо аналогичную систему общеквариантных уравнений». Здесь перед категорическим «вполне независимо» обязательно должна быть предположительная оговорка в любой другой форме: «скорее всего» или «возможно». Эта оговорка необходима вовсе не из-за предположения о редчайшем случае, когда сам автор предварительно послал свой основной результат заинтересованному коллеге. Она необходима хотя бы потому, что при разнице сообщений в несколько дней любой присутствовавший на докладе Гильберта мог сообщить Эйнштейну об интересующей его особенности полученного уравнения, как в свое время Зоммерфельд письменно сообщил Эйнштейну о критике Гильбертом его прежней работы.

Но даже обсуждаемое нами неяркое упоминание Гильберта в статье Паули не устраивало последователей культа Эйнштейна, и поэтому вскоре появились публикации, в которых общеквариантные полевые уравнения назывались уравнениями Эйнштейна. О Гильберте как об ученом, впервые получившем данные уравнения, затем забыли даже в Геттингене. Вновь и по-настоящему вопрос этот был исследован известным историком физики Дж. Мехра по просьбе крупнейшего американского теоретика профессора Ю. П. Вигнера, которому довелось в 1920 г. работать в Геттингене у Гильберта ассистентом по физике. Проведенное изучение закончилось выпуском в 1974 г. интересной книги [61] о драматической истории создания теории гравитации.

Именно в ней было показано, что Гильберт первым официально сообщил о получении общеквариантных уравнений гравитационной теории Эйнштейна, хотя в целом решал более общую задачу объединения гравитационной теории с теорией электромагнитных явлений. Но даже эту труднейшую задачу создания единой теории он считал, как отметил в своей книге Мехра, всего лишь первым шагом в выполнении грандиозной программы аксиоматизации физики, выдвинутой им в 1900 г. в

числе других знаменитых 23 проблем математики на Парижском математическом конгрессе. Хотя Эйнштейн, как видно из приведенного в книге его письма Эренфесту, вовсе не разделял оптимистических надежд Гильберта, он, тем не менее, с 1925 г. и до конца жизни полностью посвятил свою научную деятельность проблеме создания единой теории электромагнитных и гравитационных явлений.

Думаю, что именно эта книга об Эйнштейне и Гильберте послужила поводом для советских ученых В. П. Визгина и Я. А. Смородинского в юбилейной статье, посвященной столетию Эйнштейна, значительно исправить прежнее одностороннее изложение истории создания современной теории тяготения. Но целью данного исправления вовсе не было объективное изложение событий драматического периода соревнования двух величайших представителей научного творчества в области самой абстрактной теории, затрагивающей сложнейшие разделы математики. Правдивое освещение в книге Мехра решающего математического вклада Гильберта в создание и в строгое обоснование основной системы уравнений теории подрывало основу под тщательно оберегаемой версией о создании этой теории от начала до конца только одним гением нашей эпохи.

Правда, в фундаменте данной версии и до книги Мехра были по крайней мере две следующие серьезные трещины.

1. А. Пуанкаре еще в работах 1905 г. [5] первым поставил вопрос о необходимости лоренц-инвариантного обобщения теории тяготения и создал первый вариант такой теории. В своих последующих выступлениях он постоянно обращал внимание на недостаточность своей теории, подчеркивая факт лишь частичного объяснения аномалии в движении Меркурия.

2. М. Гроссман как математик сыграл важную роль в решающий период поворота на правильный, но весьма сложный путь геометрического подхода. Его роль вовсе не ограничивалась отысканием нужной математической литературы, как об этом неоднократно писал Эйнштейн будто бы с целью «отблагодарить»

своего друга. Им впервые была сделана важная математическая работа обобщения неевклидовой геометрии Римана обычного пространства на четырехмерное объединение пространства-времени. Если обобщение Минковского привело к так называемой псевдоевклидовой геометрии, то логично было бы и обобщение Гроссмана называть псевдоримановой геометрией физического мира.

Но пионерский вклад Пуанкаре удалось благополучно замолчать, а вклад Гроссмана на «дружеской основе» частично отнести к простой технической помощи гениальному другу и частично приписать самому Эйнштейну. Однако новая трещина в том же пьедестале потребовала новых и более серьезных усилий по нейтрализации возможных последствий. Требовалось, прежде всего, отстоять принципиальное отличие самих теоретических путей двух ученых и представить их пересечение случайным, правда, как раз в важнейшей точке завершения создания теории тяготения.

«Разъяснение» этих вопросов, поставленных выходом в США книги [61], и было подлинной целью юбилейной статьи [62], в которой, на первый взгляд, для объективности целый раздел был посвящен рассмотрению параллельного пути Гильберта. Но сообщение о переписке двух ученых, как мы уже писали выше, полностью разрушало всю их тщательно выстроенную конструкцию доказательства полной независимости прихода знаменитых ученых к тождественным системам фундаментальных уравнений. В самой статье авторы успели лишь сообщить в кратком добавлении о существовавшем в ноябре 1915 г. между двумя учеными тесном обмене научной информацией. Из данного неожиданного сообщения было совершенно не ясно, какое влияние ученые оказали друг на друга и кто из них первым получил окончательное решение проблемы. Эти вопросы существенно прояснились лишь в последующем выступлении одного из авторов.

Так, В. П. Визгин в своей статье [66] достаточно полно приводит выдержки из писем, представленных в работе [60], но однозначность возможных выводов демпфирует приведенным

ошибочным утверждением о нулевом следе тензора энергии-импульса в теории Гильберта. В данном случае Эйнштейн имел бы право свое «укороченное» уравнение считать тождественным с полным уравнением Гильберта. Этот же ошибочный аргумент автор повторяет и в своей книге [64] с той же целью оправдания утверждения Эйнштейна в письме от 18 ноября о том, что полученная Гильбертом система «в точности совпадает с тем, что я нашел в течение последних недель...» [60]. Затем в коллективной рецензии [67] на книгу Пайса Визгин персонально отметил сделанную им ошибку в трактовке уравнений Гильберта, но умолчал о главном: о том, что это ошибочное утверждение было основным аргументом в его оправдании поведения Эйнштейна и косвенным мотивом вообще уклониться от обсуждения причин отсутствия ссылки на Гильберта в основной статье Эйнштейна от 2 декабря.

С выходом в 1983 г. книги [30] в дело нейтрализации сведений о переписке двух ученых в ноябре 1915 г. подключился уже А. Пайс — ученый, имеющий крупный международный авторитет, который мог себе позволить делать даже нелепые заявления, не прибегая при этом к явно не состоятельным в научном отношении аргументам. Так, выше мы уже говорили о его попытке убедить читателей в том, что Эйнштейну будто бы легче было угадать требуемый для общей ковариантности дополнительный член, чем увидеть его в готовом виде в строго выведенном Гильбертом тензорном уравнении. Не будем опровергать это утверждение в связи с явной его несостоятельностью. Отметим лишь сложность самой ситуации, заставившей сторонника культа Эйнштейна приносить в жертву собственный авторитет.

Обсудим лучше этическую сторону возникшей в данном случае ситуации. Допустим, что Эйнштейн, запросив у коллеги копию его доклада, сам за это время каким-то чудом сообразил правильное решение проблемы. Если после вскрытия присланного ему конверта он в материалах коллеги обнаружил тождественное уравнение или даже с большим трудом выяснил тождественность найденных решений лишь перед публичным оглашением своего результата, то в любом случае в своем докладе Эйнштейн должен

был сослаться на решение своего корреспондента. Именно по этой причине ученые перед собственным выступлением обычно избегают интересоваться результатами своих коллег, занимающихся параллельными исследованиями. Только в крайнем случае при полной уверенности в невозможности самостоятельно справиться с решением задачи принято обращаться за помощью к коллегам, подразумевая при этом обязательность благодарности за оказанную помощь и соответствующую ссылку на новый результат коллеги.

Видимо, понимая обязательность ссылки на присланное Гильбертом решение даже в таком случае, Пайс не останавливается на описанном выше невероятном утверждении о самостоятельном решении проблемы. Ему крайне необходимо было найти дополнительный довод, освобождающий Эйнштейна от необходимости сослаться на ранее найденное Гильбертом решение. В связи с этим он и обсуждает весьма спорные и неоднозначные сведения о будто бы возникших между учеными разногласиях, а также возникшей при этом обиде и претензии самого Эйнштейна к геттингенскому математику. Но обсуждаемые разногласия могли, казалось бы, возникнуть только после обмена последними, любезными письмами от 18 и 19 ноября и до момента последнего выступления Эйнштейна 25 ноября.

Однако Пайс на самом деле говорит не о конкретных разногласиях, а о некоторых подозрениях Эйнштейна, которые, добавим мы, могли возникнуть у него с момента получения письма от Зоммерфельда, с которого и началась эта «бешеная гонка за лидером». В конце раздела «Эйнштейн и Гильберт» он сообщает, что на его вопрос о возможных разногласиях между учеными Э. Страус ему написал: «Эйнштейн считал, что Гильберт позаимствовал, хотя, возможно, и непреднамеренно, некоторые из идей (в основном неверных!), высказанных им во время выступления на коллоквиуме в Геттингене...» [30, с. 253]. Но это и есть те самые волнения, вполне естественные для основателя нового теоретического направления, когда Эйнштейн из письма Зоммерфельда узнал, что Гильберт весьма эффективно подключился к решению его проблемы и достиг, скорее всего, окончательного

решения к концу своего возвращения из отпуска. Авторские переживания Эйнштейна мы уже обсуждали в начале настоящего раздела. Нам остается только добавить, что они могли перерасти в обоснованные претензии только после публикации работы Гильберта при наличии в ней каких-либо некорректностей в адрес самого основателя данного направления. Но, как мы увидим далее, публикация Гильберта не только не давала никаких оснований для подобных претензий, но, напротив, даже убеждала, что всякие подозрения в честолюбивых устремлениях великого математика и любые сомнения в его порядочности порождены, в первую очередь, моральными изъянами в убеждениях самого подозреваемого.

Авторы коллективной рецензии [67] на обсуждаемую книгу Пайса приводят дополнительно сведения о недавно найденном письме Эйнштейна, отправленном Г. Цангеру 26 ноября или 3 декабря 1915 г. Они утверждают, «что Эйнштейн в это время подозревал Гильберта в желании «нострифицировать» «специальную теорию относительности» (т. е. ассимилировать, сделать как бы своей); само это выражение принадлежит М. Абрагаму» [67, с. 329]. Отсюда, вроде, следует, что первоначальные подозрения Эйнштейна, несмотря на доброжелательную переписку, все же к концу ноября усилились до черных мыслей о прямой попытке Гильберта, получившего основную систему уравнений теории, присвоить на этом основании всю физическую теорию, обоснованную и выстраданную Эйнштейном, так сказать с пеленок.

Такой ход мыслей для Эйнштейна вполне закономерен. На месте Гильберта он именно так бы и поступил. И в данном утверждении вовсе нет необоснованного обвинения в предполагаемом неприличном проступке. Ведь десять лет назад он с гораздо меньшим основанием, так сказать, «нострифицировал» другую теорию, которую также с пеленок выстрадал Лоренц, а Пуанкаре успел еще до Эйнштейна проанонсировать проведенную им достройку лоренцевского варианта теории до окончательной физической теории со стройным математическим аппаратом, вскрывающим абсолютное содержание этой теории.

Словами же «с гораздо меньшим основанием» мы хотели подчеркнуть, что в отличие от Гильберта, который первым получил основную систему уравнений новой теории тяготения, так сказать, тензорный вариант уравнения Пуассона классической теории тяготения, Эйнштейн же первым не получил ни основные преобразования, носящие заслуженно имя Лоренца, ни лежащий в их основе универсальный закон изменения инерциальной массы. Его важный вклад состоял в объединении всех полученных до него результатов в «стройную научную теорию» и в предложении простого объяснения ее необычных результатов. Этот существенный вклад вполне позволял Эйнштейну войти в число создателей данной теории, но вовсе не первым и не основным, а лишь вслед за Лоренцем и Пуанкаре, но все же перед Минковским.

Попытка Эйнштейна присвоить эту теорию в 1905 г. началась всего лишь с «невинной» заявки на самостоятельность проведенного им исследования, проявившейся в полном отсутствии в его работе ссылок на используемые им идеи других ученых. Всю остальную нелегкую операцию по «нострифицированию» замечательной теории провели на виду у достойного научного общества многочисленные почитатели восходящей звезды молодого гения, первым, так сказать, взломавшего устои классической науки. Эта операция, взломавшая на самом деле и моральные устои научного общества, прошла сверхудачно только благодаря поддержке немецкой школы физиков и широкому использованию мощных средств прессы, внедрившей тогда в науку весь богатый арсенал методов, заимствованных из чуждой науке области торговой рекламы.

Создание следующей грандиозной физической теории, затронувшей фундаментальные вопросы устройства Вселенной, поставило затем основной материал для той же международной кампании непомерного возвеличивания и прославления ученого в самых широких слоях общества. Мы уже писали об этой кампании, закончившейся превращением Эйнштейна в «гражданина Вселенной» и даже «библейского святого», в заключительной статье сборника [7]. Здесь мы подробно обсудили удивительный процесс

«канонизации» образа ученого, следуя в основном освещению его в книге Пайса, в самом английском названии которой «Subtle is the Lord...» («Изошренный Господь...») звучит божественный мотив. Сейчас же мы напоминаем об этом, чтобы оттенить то, как плохо вписывается в данный процесс вопрос об Эйнштейне, утаившем сам факт получения по его же просьбе копии предстоящего доклада Гильберта с ценнейшей основной системой уравнений теории гравитации.

Однако сейчас мы намерены отвергнуть всю только что подробно обсужденную версию об опасениях Эйнштейна по поводу будто бы ожидаемых от Гильберта посягательств на саму физическую теорию. Казалось бы, эта версия однозначно следует из письма Цангеру. Но после полученной от Гильберта копии предстоящего доклада хозяином положения становится уже Эйнштейн, о чем он дал понять Гильберту в своем письме от 18 ноября. По указанным предположительным датам отправления письма Цангеру мы видим, что письмо было написано буквально на следующий день после доклада Эйнштейна 25 ноября либо после сдачи окончательного текста доклада в печать 2 декабря. А в это время, когда Эйнштейн сознательно отказал Гильберту в публичном признании действительно сделанного математиком важнейшего вклада в получение окончательных уравнений, его должны были волновать возможные осложнения такого поступка. Предвидя естественные шаги борьбы, так сказать «Кесаря за свое кесарево», он и предпринял в качестве опережающего шага распространение будто бы возникших у него подозрений в столь крайних намерениях геттингенского математика.

В данном варианте объяснения письма Цангеру остается только уяснить нежелание ученого признать за Гильбертом завершающий вклад в теорию. А этот шаг хорошо вписывается в логику всего поведения ученого, зараженного бациллой непомерного авторского честолюбия. Конечно, можно понять само желание быть единственным создателем величественной научной теории. Но само желание, конечно, нельзя путать с



действительностью и добиваться его исполнения неудобными средствами.

Жизнь убедительно показала полную неосуществимость подобной мечты на примерах создания всех современных фундаментальных физических теорий. И вовсе не потому, что перестали рождаться Галилеи и Ньютоны, а в силу удаления самого предмета исследований в существенно более глубокие слои физического мира. Современные физические теории создаются в творческом взаимодействии лучших умов теоретического мышления.

Самую яркую демонстрацию происшедшего изменения ситуации в научном творчестве в современной теоретической физике дала, безусловно, история создания теории квантовых явлений, потребовавшей коренных изменений представлений о методах теоретического изучения физической реальности. Но и другие области теоретического исследования подтверждают данный факт общего изменения характера творчества в современной теоретической физике. Только лжеисторики науки и многие околонуучные литераторы обнаруживают непонимание этого существенного изменения самого научного творчества и продолжают старательно лепить образ современного Ньютона по старым образцам и мощными средствами прессы вызывать в общественном сознании трансформации, соответствующие проводимой ими операции «нострифицирования» теории в пользу одного из создателей этой теории.

В данной статье мы показали самое непосредственное участие Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна в создании физической теории, первой нарушившей устои классической физики. Теперь мы собираемся кратко объяснить, что и создание теории гравитации не было исключением из этого правила возникновения теории в результате взаимодействия нескольких ярких представителей теоретического мышления.

Напомним, что Анри Пуанкаре (1905) первым поставил вопрос об обязательности внесения изменений в классическую теорию тяготения для согласования ее с механикой околосветовых

скоростей. Затем Альберт Эйнштейн (1907), выдвинув принцип эквивалентности, стал искать новую физическую теорию, которая способна была бы описывать физические явления в ускоренных системах и в гравитационном поле. Поиски такой теории не приводили к ожидаемым результатам. Тупиковая ситуация начала постепенно изменяться только после того, как в Праге математик Георг Пик (1912) посоветовал Эйнштейну использовать математический аппарат, разработанный Риччи и Леви-Чивитой, а математик Марсель Гроссман (1913) ознакомил Эйнштейна с аппаратом неевклидовой геометрии Римана.

Публикации Эйнштейна и Гроссмана в 1913 и 1914 гг. знаменовали собой выход на новый путь поиска теории геометрического описания физических явлений, происходящих в гравитационном поле. При этом Гроссманом (1913) впервые была выполнена важная работа по обобщению геометрии Римана на четырехмерное псевдопространство Пуанкаре-Минковского. Осталось, однако, неясно, кому принадлежит важная для всего дальнейшего развития теории идея использования тензора кривизны для учета влияния гравитационного поля и особенно идея конкретного применения метрического тензора в качестве многомерного аналога потенциала гравитационного поля. Было высказано мнение [63], которое нуждается в дальнейшей проверке, о том, что в трехмерном варианте эти идеи для описания тяготения были высказаны самим Риманом, гениальным математиком XIX в., который подобно великому Гауссу уделял большое внимание размышлениям над проблемами теоретической физики. Подтверждение предположения объяснило бы факт замалчивания Эйнштейном вопроса об авторах данных конкретных идей, исходных для данной теории.

Вот и все важнейшие этапы развития этой теории до 1915 г. Продолжение же истории в год переписки Эйнштейна и Гильберта подробно было описано в настоящем дополнении. Заметим только, что геттингенские лекции Эйнштейна смогли глубоко заинтересовать Гильберта лишь нерешенной проблемой, но никакой подсказки в правильном направлении они не могли содержать. Ведь

Гильберт сразу пошел по пути поиска общеквариантной формы основных уравнений гравитационного поля, по пути, правильность которого до осени 1915 г. ошибочно отрицалась Эйнштейном. Поэтому речь могла идти лишь о заимствовании, как правильно отметил в своем письме Страус, идей, «в основном неверных!»

Так что Эйнштейн мог сожалеть только о том, что своими лекциями он содействовал подключению к решению проблемы крупнейшего математического таланта, что лишило Эйнштейна возможности в спокойной обстановке продолжать свои многолетние исследования данной проблемы. Но есть серьезные основания сомневаться в возможности самостоятельно справиться Эйнштейну с математической проблемой вывода фундаментальных уравнений, если, даже располагая материалами Гильберта, он смог овладеть выводом их из вариационного принципа лишь к концу следующего года. Как отмечает Пайс, только Гильберт, в отличие от Лоренца и Эйнштейна, владел тогда умением правильно записывать необходимое соотношение для вариационного принципа [30, с. 250].

Так что участие в решении проблемы завершения гравитационной теории первого тогда математика мира диктовалось необходимостью в связи со сложностью математической проблемы. Это и подтверждает высказанный нами общий тезис о необходимости в XX в. взаимодействия нескольких передовых умов современности для создания фундаментальных физических теорий.

Надо полагать, что именно отмеченный выше факт прочитанных лекций, заинтересовавших Гильберта, имел в виду Эйнштейн, излагая его Страусу в явно искаженном виде. Поэтому мы и не обсуждали дальнейшие слова Эйнштейна о будто бы направленных ему Гильбертом письменных извинениях по поводу использования материалов его лекций. Такой важный письменный документ непременно бы сохранил Эйнштейн в своем архиве. А слова об этом самого Эйнштейна, как и письмо Цангеру о своих подозрениях, подтверждают только нашу версию о подготовке обстановки в связи с ожиданием претензий Гильберта по поводу использования его системы уравнений без ссылки на полученную

копию доклада и даже без публично высказанной благодарности за оказанную помощь.

Но именно этот документально установленный самой оглаской переписки [60] явно бесчестный поступок великого ученого так старательно пытаются обходить все литературные адвокаты Эйнштейна [30, 64, 66, 67], безрезультатно разыскивая другие причины окончания переписки Гильберта и Эйнштейна. А ведь прервал переписку именно корреспондент из Берлина, не сообщив, как прежде, о своем последнем ноябрьском докладе.

О тексте доклада Гильберта, сделанном 20 ноября, Эйнштейн узнал только в декабре и, надо полагать, был немало удивлен корректностью и благородством автора по отношению к нему. Похоже, что математик лишь проявил свойственную ему высокую порядочность в написании научной статьи. Приведя окончательное выражение для полученного тензорного уравнения, он отмечает, что эта система уравнений решает проблему «грандиозной теории общей относительности, выдвинутой Эйнштейном в его последних работах» [66, с. 265]. При этом Гильберт в подстрочном примечании цитирует все ноябрьские доклады Эйнштейна, включая и его последний доклад 25 ноября. Из того, что в сообщении Гильберта от 20 ноября появилась ссылка на доклад Эйнштейна, сделанный 25 ноября, видно, что она в подстрочном примечании была добавлена автором уже во время правки самой корректуры текста своего сообщения. В самом сообщении Гильберта, естественно, не было никаких посягательств на физическую теорию Эйнштейна.

Однако геттингенская публикация Гильберта все же фиксировала его приоритет в получении полевых уравнений, и возможность возникновения в дальнейшем публичного конфликта все же беспокоила Эйнштейна. И поэтому 20 декабря он пишет Гильберту предупредительное дипломатическое письмо следующего содержания: «Случай побуждает меня сказать Вам то, что для меня важнее. В наших отношениях возникли некоторые недоразумения («eine gewisse Verstimmung»), причины которых мне не хочется анализировать. Я старался, и не без успеха, противостоять

связанному с этим чувством горечи. Я снова думаю о Вас с неомраченным дружелюбием («in ungetrübter Freundlichkeit») и прошу Вас попытаться думать обо мне так же. Действительно, досадно, когда два таких молодца («zwei wirkliche Kerle»), которые с трудом вырвались из этого подлого мира, не доставляют друг другу радости» [66, с. 264].

Ответом Гильберта на письмо было полное молчание: о факте отправки Эйнштейну своего уравнения и о последующем неблагоприятном поступке великого физика не знали даже его ближайшие коллеги в Геттингене. Только оглашение ноябрьской переписки [60] двух ученых сделало достоянием общественности факт заимствования Эйнштейном тензорного уравнения, полученного только Гильбертом. В соответствии с вновь установленными фактами должна произойти и определенная переоценка вклада ученых в создание этой теории.

Например, нельзя согласиться с компромиссным предложением А. Пайса называть общеквариантные уравнения гравитационного поля именами обоих ученых. Мы разделяем полевые уравнения в классической теории тяготения на уравнение Лапласа для гравитационного поля в пустоте и на уравнение Пуассона для гравитационного поля в пространстве с распределенными в нем массами. Совершенно очевидно, что и тензорные аналоги этих уравнений имеют различных авторов и должны называться соответственно уравнениями Эйнштейна для пустого пространства и уравнениями Гильберта для пространства с распределенными в нем источниками поля.

Общая теория относительности действительно была главным делом жизни Эйнштейна. Но все же он не создал теорию в ее окончательном виде. Также как Лоренц не создал механику околосветовых скоростей и может считаться поэтому лишь одним из создателей данной теории. Аналогично этому создателями теории тяготения мы должны считать Эйнштейна и Гильберта, не забывая при этом о вкладе Гроссмана и, безусловно, о значении для всего научного направления фундаментальных трудов Лобачевского и Римана, а также о работах других ученых.

Различные предложения решения данного вопроса полезно уяснить себе путем сопоставления аналогичных предложений для выбора имен в качестве создателей высокоскоростной механики. Так, предложение Пайса считать создателем теории тяготения только одного Эйнштейна куда более абсурдно, чем предложение Уиттекера исключить из создателей новой механики Эйнштейна. А, между тем, контroversное предложение считать создателем механики околосветовых скоростей только одного Эйнштейна, на чем до сих пор не обосновано настаивают В. Л. Гинзбург и многие другие сторонники созданного культа Эйнштейна, было бы еще более несправедливым, чем предложение считать и активно пропагандировать создателем обобщенной теории тяготения лишь одного Гильберта, как ученого, завершившего эту теорию открытием основной системы уравнений гравитационного поля. Приведенные параллели полезны хотя бы тем, что они наглядно демонстрируют нелепость крайних точек зрения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Принцип относительности: Сб. работ классиков релятивизма (Г. А. Лоренц, А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, Г. Минковский) / Под ред. В. К. Фредерикса, Д. Д. Иваненко. М., Л.: ОНТИ, 1935.
2. Гамов Дж. Моя мировая линия. М.: Наука, 1994.
3. Pauli W. Relativitätstheorie // Encyclopaedie der math. Wissenschaften. Leipzig, 1921. В. 5, Т. 2. S. 539–775;  
Паули В. Теория относительности. М., Л.: Гостехиздат, 1947.
4. Lorentz H. A. // Verslag. Koninkl. akad. wet. Amsterdam, 1904. V. 12. S. 986; Proc. Acad. Sci. Amsterdam, 1904. V. 6. P. 809; на русск. яз. см. сб. [7, с. 67–89].
5. Poincaré H. а. Comptes Rendus. 1905. V. 140. P. 1504; б. Rendiconti del Circolo Matem. di Palermo. 1906. V. 21. P. 129; на русск. яз. см. сб. [7]: а) с. 90; б) с. 118; Пуанкаре А. Избр. тр. М.: Наука, 1974. Т. 3: а) с. 429; б) с. 433.
6. Einstein A. // Annalen der Physik. 1905. В. 17. S. 891; на русск. яз. см. Эйнштейн А. Собр. науч. тр. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 7; сб. [7, с. 97].
7. Принцип относительности / Сост. А. Тяпкин. М.: Атомиздат, 1973.
8. Лозунов А. А. К работам Анри Пуанкаре «О динамике электрона». М.: ИЛИ, 1984; 2-е изд. М.: МГУ, 1988.
9. Грэхем Л. // Вопр. истор. ест. тех. 1993. № 2. С. 20.
10. Курилов И., Михайлов Н. Тайны специального хранения. М., 1992.
11. Whittaker E. A. History of the Theories of Aether and Electricity. The Modern Theories 1900–1926. London: Thomas Nelson, 1953. P. 27; на русск. яз. см. сб. [7, с. 205].
12. Poincaré H. // Rapports du Congrès de Physique Paris. 1900. Т. 1. P. 22.
13. Poincaré H. // Bull. des. Sci. Math. 1904. Ser. 2. V. 28. P. 302; The Monist of January. 1905. V. 15. P. 1; на русск. яз. см. сб. [7, с. 27], [46, с. 232].
14. Poincaré H. // L'Éclairage Electrique. 1895. Т. 5. P. 5; на русск. яз. см. сб. [7, с. 7].

15. Poincaré H. Revue de Metaphysique et de Morale. 1898. V. 6. P. 1; на русск. яз. см. сб. [7, с. 12]; Пуанкаре А. Избр. тр. М.: Наука, 1974. Т. 3. С. 419.
16. Тяпкин А. А. Выражение общих свойств физических процессов в пространственно-временной метрике СТО // УФН. 1972. Т. 106. С. 617.
17. Тяпкин А. А. // Lett. Nuovo Cimento. 1973. V. 7. P. 760.
18. Poincaré H. Archives Neerland. 1900. V. 5. P. 252.
19. Larmor J. J. Aether and Matter. Cambridge. 1900. P. 167–177; на русск. яз. см. сб. [7, с. 48].
20. Lorentz H. A. // Zittingsverlag. Acad. Wet. 1899. V. 7. P. 507; Amsterdam Proc. 1898–1899. P. 427.
21. Born M. Physics in my Generation. London: Pergamon, 1956; см. на русск. яз. Борн М. Физика в жизни моего поколения. М.: ИИЛ, 1963.
22. Einstein A. // Annalen der Physik. 1905. В. 18. S. 639; на русск. яз. см. Эйнштейн А. Собр. науч. тр. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 36; сб. [7, с. 161].
23. Тяпкин А., Шибанов А. Пуанкаре. М.: Молодая гвардия, 1982.
24. Зелиг К. Альберт Эйнштейн. М.: Атомиздат, 1964.
25. Тяпкин А. Проблема скрытого движения в квантовой теории // Дмитрий Иванович Блохинцев: Тр. сем., посвященных 85-летию со дня рождения Д. И. Блохинцева / Под ред. Б. М. Барбашова, В. В. Нестеренко. Дубна: ОИЯИ, 1995. С. 36.
26. Einstein A. // Annalen der Physik. 1905. В. 17. S. 132; на русск. яз. см. Эйнштейн А. Собр. науч. тр. М.: Наука, 1966. Т. 3. С. 92.
27. Einstein A. // Annalen der Physik. 1905. В. 17. S. 549; на русск. яз. см. Эйнштейн А. Собр. науч. тр. М.: Наука, 1966. Т. 3. С. 108.
28. Einstein A. // Annalen der Physik. 1906. В. 20. S. 627; на русск. яз. см. Эйнштейн А. Собр. науч. тр. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 39.
29. Einstein A. // Annalen der Physik. 1907. В. 23. S. 371; на русск. яз. см. Эйнштейн А. Собр. науч. тр. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 53.
30. Пауэ А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989 (на английском языке книга вышла в 1982 г.).

31. *Мошковский А.* Альберт Эйнштейн. Беседы с Эйнштейном о теории относительности и общей системе мира. М.: Раб. просв., 1922.
32. *Азбель М.* Иерусалимские размышления // Природа. 1991. № 10. С. 85.
33. *Einstein A.* // Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik. 1907. В. 4. S. 411; на русск. яз. см. *Эйнштейн А.* Собр. науч. тр. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 65.
34. *Lorentz H. A.* Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern. Leiden, 1895.
35. Философские проблемы современного естествознания: Тр. Всесоюз. сов. по фил. вопр. естествозн., 1958. М.: АН СССР, 1959.
36. Физическая наука и философия: Тр. 2-го Всесоюз. сов. по фил. вопр. естествозн., 1970. М.: Наука, 1973.
37. Знакомый, незнакомый Зельдович в воспоминаниях друзей, коллег, учеников. М.: Наука, 1993.
38. *Lorentz H. A.* Weiterbildung der Maxwell'schen Theori. Elektronen theorie // Mathematische Encyclohpadie. В. 14. S. 277–280.
39. *Тяпкин А. А.* Новый подход в преподавании основ релятивистской механики. Сообщение ОИЯИ Р2-85-627. Дубна, 1985.
40. *Plank M.* // Verh. d. Deutsch. Phys. 1906. В. 4. S. 136; на русск. яз. см. сб. [7, с. 163].
41. *Poincare H.* L'espace et le temps // Scientia (Revista di Scienza). 1912. V. 12. P. 159–171; на русск. яз. см. [46, с. 420].
42. *Lorentz H. A.* // Acta math. 1914. V. 38. P. 293; на русск. яз. см. *Лоренц Г. А.* Старые и новые проблемы физики. М.: Наука, 1970. С. 155; сб. [7, с. 189].
43. *Einstein A.* // Annalen der Physik. 1912. В. 38. S. 1059; на русск. яз. см. *Эйнштейн А.* Собр. науч. тр. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 217.
44. *Einstein A.* // Annalen der Physik. 1906. В. 20. S. 627; на русск. яз. см. *Эйнштейн А.* Собр. науч. тр. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 45.
45. *Keswani G. H.* // Brit. J. Phil. Sci. 1965. V. 15. P. 286; V. 16. P. 19; на русск. яз. см. сб. [7, с. 253].
46. *Пуанкаре А.* О науке. Наука и гипотеза. М.: Наука, 1983.

47. *Тяпкин А. А.* Relativitf Speciale. Milano: Jaca Book, Un'Enciclopedia EDO D'Orientamento, 1992; FISICA: Enciclopedia Tematica Aperta. Prolusioni di J. V. Narlikar, H. G. Owen, F. Selleri, A. A. Tyapkin. Milano: Jaca Book, 1993. P. 101–128.
48. *Minkowski H.* a. Das Relativitätsprinzip // Annalen der Physik. 1915. В. 47. S. 927; 6. Gott. Nachr. 1908. S. 53; Math. Ann. 1910. V. 68. P. 472; в. Phys. Z. 1909. V. 10. S. 104; на русск. яз. сб. [1, с. 181], [7, с. 167].
49. *Langeven P.* // Scientia. 1911. V. 10. P. 31; Bull. Soc. fr. Philosoph. V. 10; на русск. яз. см. *Ланжевен П.* Избр. произв. М.: ИИЛ, 1949. С. 112, 129.
50. *Пуанкаре А.* Избр. тр. М.: Наука, 1974. Т. 3.
51. *Poincare H.* Les conceptions nouvelles de la matirre; en recuiet // La materialisme actuel. Paris: Flammarion, 1913. P. 49; на русск. яз. см. [46, с. 488].
52. *Тяпкин А. А.* On the Problem of Mechanical Substiation of Irreversibility in Statistical Physics // Conference on the History of Thermodynamics: Facts, Trends, Debates. Singapore: World Scientific. 1991. P. 190–219.
53. *Poincare H.* Mecanisme et experiance // Rev. metaphys. et morale. 1893. V. 1. P. 534–537; на русск. яз. см. *Больцман Л.* Избр. тр. М.: Наука, 1984. С. 434.
54. *Poincare H.* Revue generale des Sciences pures et appliqués. 1908. V. 19. P. 386–402; перевод на русск. яз. см. *Пуанкаре А.* Избр. тр. М.: Наука, 1974. Т. 3. С. 487–515.
55. *Сахаров А. Д.* Вакуумные квантовые флуктуации в искривленном пространстве и теория гравитации // Докл. АН СССР. 1967. Т. 177. С. 70; см. также *Зельдович Я. Б.* // УФН. 1981. Т. 133, вып. 3. С. 479.
56. *Пуанкаре А.* Новая механика. Эволюция законов. М.: Изд. Совр. проб., 1913.
57. *Тяпкин А. А.* Выражение общих свойств физических процессов в релятивистской метрике пространства и времени. Препринт ОИЯИ Р-766. Дубна, 1961.
58. *Логунов А. А.* Лекции по теории относительности. Современный анализ проблемы. М.: МГУ, 1984, 1985.

59. *Einstein A.* // Arch. sci. phys. Natur. 1910. Ser. 4, V. 29. P. 5–28, 125–144; на русск. яз. см. *Эйнштейн А.* Собр. науч. тр. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 150.
60. *Earman J., Glymour C.* Einstein and Hilbert: Two Months in the History of General Relativity // Archive for History and Exact. Sci. 1978. V. 19. P. 291.
61. *Mehra J.* Einstein, Hilbert and The Theory of Gravitation (Historical Origins of General Relativity Theory). Dordrecht; Boston: D. Reidel Publish. Comp., 1974.
62. *Визгин В. П., Смородинский Я. А.* От принципа эквивалентности к уравнениям тяготения // УФН. 1979. Т. 128. С. 393.
63. *Treder H. J.* Die Asymmetrie der kosmischen Zeit und Riemanns Gravitations-theorie // Astron. Nachr. 1978. B. 299, h. 4. S. 165.
64. *Визгин В. П.* Релятивистская теория тяготения (История и формирование, 1900-1915). М.: Наука, 1981.
65. *Гильберт Д.* Основания физики // Вариационные принципы механики / Под ред. Л. С. Полак. М.: Физматгиз, 1959. С. 589; Альберт Эйнштейн и теория гравитации: Сб. ст. М.: Мир, 1979. С. 33.
66. *Визгин В. П.* К истории открытия уравнений гравитации (Эйнштейн и Гильберт): Ист.-мат. исслед. М.: Наука, 1980. Вып. XXV. С. 261.
67. *Визгин В. П., Кобзарев И. Ю., Явелов Б. Е.* Научное творчество и жизнь Альберта Эйнштейна (Рецензия на кн. Pais A. «Subtle is the Lord ...» The science and the life of Albert Einstein. Oxford: Univ. Press, 1983) // Эйнштейновский сб., 1984–1985. М.: Наука, 1988.



Научное издание

**А. А. Тяпкин**

**Об истории возникновения «теории относительности»**

2004-138

Ответственные за подготовку статьи к печати *В. А. Бедняков, И. В. Титкова*

Фото *Ю. А. Туманова*

Редактор *О. Г. Андреева*

Компьютерная верстка *И. В. Титковой*

Подписано в печать 10.12.2004.

Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 9,5. Уч.-изд. л. 9,6. Тираж 500 экз. Заказ № 54693.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований  
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: [publish@pds.jinr.ru](mailto:publish@pds.jinr.ru)

[www.jinr.ru/publish/](http://www.jinr.ru/publish/)