

Истоки и заблуждения релятивизма

Взгляд через столетие

© Салль С.А. 2006

Предисловие

Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры ЮНЕСКО в ознаменование столетия великих физических открытий объявила 2005 год Всемирным годом физики. Под этими открытиями имелись в виду положения, высказанные 26-летним патентоведом А.Эйнштейном в лейпцигском журнале «Annalen der Physik». Наибольшую известность получили две его статьи. В первой статье, «Об одной эвристической точке зрения на возникновение и превращение света», Эйнштейн высказал гипотезу о световых квантах. Во второй статье, «К электродинамике движущихся сред», были сформулированы основы специальной теории относительности (СТО). Работы Эйнштейна положили начало квантово-релятивистской революции, за несколько лет изменившей до неузнаваемости структуру физической науки и всего естествознания.

Теперь, через столетие, когда открылось множество неизвестных и замалчиваемых обстоятельств этой революции, уместно задать вопрос – были ли действительно совершены в 1905 г. открытия? Отчасти на этот вопрос ответил сам Эйнштейн. По его представлениям 1905 г., атом излучает иглообразные цуги волн, воспринимаемые веществом как частицы света – фотоны. Однако вскоре венгерский физик П.Зелени экспериментально показал, что атом излучает обычные сферические электромагнитные волны, и Эйнштейн был вынужден с этим согласиться. В конце жизни он признался, что за полвека раздумий не продвинулся в понимании вопроса о природе фотона ни на шаг. Что же касается СТО, то на наш вопрос невозможно ответить без знания истории создания классической электродинамики, базирующейся на теориях мировой среды – эфира. К сожалению, после канонизации СТО, отрицающей эфир, на эти теории было наложено негласное табу. Дурным тоном стало и обсуждение экспериментов, противоречащих СТО. Современным физикам уже неизвестно, что истинные уравнения электродинамики Максвелла галилей-инвариантны, что основные формульные зависимости СТО были выведены английским физиком О.Хевисайдом еще в 1889 г., что СТО опровергается элементарными электротехническими опытами, поставленными М.Фарадеем, а в экспериментах А.Майкельсона, Е.Морли и Д.Миллера 1905-1929 гг. была успешно измерена скорость эфирного ветра. Из нынешних учебников невозможно узнать и то, что Эйнштейн так и не сумел обосновать вывод преобразований Лоренца, а французский математик А.Пуанкаре указал

на невозможность их корректного вывода лишь на основе двух постулатов Эйнштейна. Если посмотреть работы предшественников Эйнштейна - О.Хевисайда, Дж.Томсона, Дж.Лармора, Н.Умова, Ф.Газенорля, Г.Лоренца, А.Пуанкаре по электродинамике и механике движущихся сред, то обнаружится, что единственным «открытием» Эйнштейна были пространственные рассуждения, основанные на гипотезе отсутствия эфира, которыми он снабдил уже известные зависимости. Через несколько лет Эйнштейн отказался и от этой гипотезы, что осталось незамеченным.

Для физиков, сумевших познакомиться с результатами экспериментов по проверке теории относительности не по учебникам и обзорам в цензурированных научных журналах, а по оригинальным статьям, несостоятельность ее основных положений уже не вызывает сомнений. Соответствие же ряда выводов этой теории экспериментальным данным свидетельствует лишь о правильности принципов классической физики, которые в некоторой степени учитывались и в XX веке. Однако неверно думать, что ошибочные представления современной физики появились в результате работ Эйнштейна 1905 г. Основные ошибки были совершены еще в конце XIX века, а Эйнштейн своими статьями, разрекламированными мировой прессой, их только усугубил.

В настоящее время физика располагает гораздо более богатой экспериментальной базой для проверки положений и выводов теории относительности. Обнаружились неизвестные ранее подробности ее создания. Были найдены ошибки в электродинамике, совершенные еще в конце XIX века последователями Д.К.Максвелла. О существовании этих ошибок Эйнштейн и другие создатели релятивизма не догадывались. Кроме того, были обнаружены факты подгонок и искажений результатов экспериментов, которые, как казалось ранее, однозначно подтверждают теорию относительности. Эти обстоятельства вызывают необходимость нового анализа истоков релятивизма, дополнительной проверки его выводов и поиска объяснений открывшимся экспериментальным фактам. Предлагаемая работа затрагивает лишь одну составляющую квантово-релятивистской революции – теорию относительности. В последующем планируется выпустить работу, посвященную анализу истории создания квантовой физики.

При изложении материала используется Международная система единиц (СИ), что для физиков может показаться неудачным выбором. В соответствии со СТО деление единого электромагнитного поля на электрическое и магнитное относительно и зависит от выбранной системы отсчета. Тогда векторы напряженности и индукции электрического и магнитного поля должны иметь одинаковые размерности, что в привычной для физиков гауссовой системе единиц выполняется, а в СИ – нет. Поскольку, как будет показано, такое представление об электромагнитном поле ошибочно, то и распространенное суждение физиков об ущербности системы СИ несостоятельно. Кроме того, эта система уже давно является общеупотребительной для инженеров, а первым, кому пришла идея использовать систему метр-килограмм-секунда (прародительницу СИ), был сам Максвелл.

Введение

Теории относительности посвящено невероятное число научных, учебных и популярных книг. Большинство авторов считает ее единственно верной теорией движения, пространства и времени. В некоторых изданиях признается справедливость лишь специальной теории относительности, а эйнштейновской теории тяготения отдается статус гипотезы. Существует и немало книг, где вся теория относительности считается ошибочной, а обсуждение связанных с ней вопросов ведется с позиции классической физики конца XIX века. Поскольку научный язык авторов этих книг существенно отличается, то никакого взаимопонимания между ними до сих пор нет. Все апелляции приверженцев классических воззрений к тому, что теория относительности противоречит ряду экспериментальных данных, отменяются, поскольку самые известные эксперименты, как считается, ее подтверждают.

Однако за последние годы ситуация коренным образом изменилась. Отметим лишь самые важные, с нашей точки зрения, моменты. Во-первых, с помощью современных радиоинтерферометров было показано, что измерения скорости эфирного ветра, сделанные Миллером и затем Майкельсоном в 20-х годах XX века, верны. Эта скорость на уровне моря действительно составляет около 3 км/с, а направление эфирного ветра соответствует найденному Миллером и коррелирует с данными по анизотропии реликтового излучения. Эфирный ветер частично захватывается атмосферой, и его скорость резко растет с высотой. Во-вторых, было подтверждено представление Миллера о том, что эфирный ветер практически полностью экранируется даже тонким металлическим листом, и релятивистские эффекты внутри металлической полости отсутствуют. Оказалось, что ход атомных часов на самолетах и космических аппаратах не меняется, а самолетные эксперименты тридцатилетней давности по проверке теории относительности фальсифицированы. Системы связи GPS и ГЛОНАСС, как выяснилось, реально не используют релятивистские поправки, хотя в спецификацию этих систем они первоначально были внесены. В-третьих, были в разных вариантах повторены индукционные опыты Фарадея, показавшие, что их результаты свидетельствуют об абсолютной, а не относительной природе электрического и магнитного полей. В-четвертых, как показали многочисленные измерения, гравитационная масса тела при увеличении его внутренней энергии (нагревании, электрической зарядке, химической реакции), вопреки теории относительности, уменьшается. В-пятых, обнаружилось ошибки в электродинамике, совершенные последователями Максвелла в конце XIX века. На фоне этих драматичных ошибок недостатки и противоречия теории Эйнштейна кажутся уже несущественными. Именно этот момент послужил главным стимулом для написания данной работы.

Отправной точкой нашего анализа будет классическая электродинамика Максвелла. До сих пор принято думать, что эйнштейновская теория относительности и предшествующие ей релятивистские теории Лармора, Лоренца, Пуанкаре и других ученых логически выросли из электродинамики. Мы последовательно покажем, что классическая электродинамика несовместима с релятивистскими представлениями, и все эти теории были построены на цепочке математических и логических ошибок, совершенных последователями Максвелла еще в 80-е годы XIX века и приведших к нарушениям законов динамики Ньютона даже при малых скоростях движения, к гигантскому расхождению теории и практики. После анализа источников и заблуждений релятивизма мы попытаемся наметить контуры будущей теории больших скоростей и энергий, учитывающей утерянные классические знания и

не противоречащей законам динамики Ньютона. Накопленный за столетие научный задел в гидроаэромеханике, теории нелинейных волн, квантовой теории поля и физике элементарных частиц позволяет надеяться, что такая теория будет создана уже в ближайшие десятилетия.

К сожалению, с целью удержания позиций современного релятивизма продолжают скрывать важнейшую научную информацию и фальсификация экспериментальных данных. Это не только приводит к стагнации физики и напрасной трате миллиардов долларов, но и несет угрозу существованию человека. Например, физикам не позволено знать о действительных результатах ядерных и термоядерных испытаний, в которых были зарегистрированы энерговыделения, превосходящие расчетные многократно, а дейтерий и тритий в водородных бомбах разлетелся, практически не прореагировав. Таким образом, современные дорогостоящие и техногенно опасные программы управляемого термоядерного синтеза, физики высоких энергий и усовершенствования ядерного оружия проводятся в условиях, когда их исполнители не имеют ясного физического представления о том, что делают. За завесой секретности скрывается важнейшая физическая, но отнюдь не технологическая информация. В создавшейся обстановке ученым, информированным о действительном положении дел по проверке основ релятивизма, молчать нельзя, ибо от их активности будет зависеть судьба человеческой цивилизации.

1. Современная физика как продукт квантово-релятивистской революции 1905 г.

1.1. Кризис фундаментальной физики

Трудно найти область человеческой деятельности, в которой не использовались бы достижения современной прикладной физики. Именно прикладная физика обеспечила за последние годы настоящий прорыв в сфере информационных технологий, коренным образом изменивший жизнь современного общества. Однако фундаментальная физическая наука переживает нелегкие времена. Ее финансирование в ведущих странах неуклонно ухудшается. Налогоплательщики отказываются финансировать столь дорогостоящие программы, как строительство установок для осуществления управляемого термоядерного синтеза, новых ускорителей или детекторов нейтрино. Неудивительно, что профессия ученого-физика потеряла былой престиж. Даже в США, самой передовой научной державе, молодежь не желает заниматься физическими исследованиями. Что уж говорить о России, где прекратило существование большинство физических научных школ!

Чтобы убедиться, в какой степени представления физиков расходятся с реальностью, достаточно почитать лучезарные прогнозы ведущих специалистов на развитие программы управляемого термоядерного синтеза, даваемые два-три десятилетия назад. По их планам, к началу XXI века эра тепловой энергетики уже была должна заканчиваться. Произошло же все наоборот: ведущие мировые державы постепенно свертывают атомную энергетику и заменяют ее тепловой, а о термоядерных программах почти забыли. Даже многократное взвинчивание цен на нефть и газ в последнее время мало изменило эту тенденцию. Открытие высокотемпературной сверхпроводимости, наиболее крупное научное достижение последних лет, стало неожиданностью для физиков, причем сделано было это открытие химиками-технологами. Несколько лет назад физики утверждали, что для прогресса в вычислительной технике и информатике совершенно необходимы оптические компьютеры. Как оказалось, техника совершила громадный рывок вперед и без их создания. Теперь физики-теоретики вынашивают проект квантовых компьютеров. Только вот специалисты-практики в такие проекты уже не верят. Примеры подобного рода можно продолжать.

В последние годы некоторые совершенно новые технологии получили развитие вообще вопреки принятым в физике представлениям: холодная трансмутация элементов, преобразование энергии с помощью ретроградной конденсации пара, эндотермический электролиз, генерация избыточного тепла в вихревых установках и др. Хотя эти технологии испытаны в разных странах, аппараты на их основе массово выпускаются и исправно служат, ряд крупных физиков даже отказывается признать факт их существования как противоречащий известным законам.

Впрочем, многие знаменитости полагают, что физика развивается более чем успешно. Например, лауреат Нобелевской премии С.Вайнберг заявил, что уже практически закончено построение единой теории всех взаимодействий, и теперь дело теоретической физики – лишь уточнение теорий. Стоит сказать, что незыблемость веры в основания современной физики, которую демонстрирует Вайнберг, вовсе не была свойственна ее истинным творцам. Эйнштейн в конце жизни сомневался практически во всем, что успел сделать. Не меньшие сомнения выражали Шрёдингер, де Бройль, Дирак, Гейзенберг, Бриллюэн, Фейнман и другие «отцы» квантовой физики. Отсутствие таких сомнений у нынешней физической элиты – верный признак глубокого кризиса.

1.2. Квантово-релятивистская революция - результат фальсификации классической науки и скрывания экспериментальных данных

В самом начале XX века знаменитый английский ученый У.Томсон (лорд Кельвин) заметил, что на горизонте безоблачного неба классической физики появились два темных облачка. В истории физики слова Кельвина обычно связывают с экспериментами Майкельсона-Морли по измерению скорости эфирного ветра и попытками объяснения природы теплового излучения. Эксперименты Майкельсона-Морли нанесли удар по существовавшим представлениям о неподвижном эфире как носителе электромагнитных волн. Классическое рассмотрение задачи об излучении черного тела приводило к

математической расходимости, получившей название ультрафиолетовой катастрофы. В то время невозможно было предположить, что появившиеся в физике проблемы приведут вскоре к пересмотру классических представлений о пространстве, времени и материи, к кардинальной квантово-релятивистской революции. Научный переворот произошел всего за несколько месяцев 1905 г., в течение которых были опубликованы статьи А.Эйнштейна о световых квантах и специальной теории относительности (СТО). Благодаря прессе об Эйнштейне и его работах вскоре заговорил весь мир. Невиданная в истории науки пропагандистская кампания и простота постулатов – лозунгов революции предрешили ее быструю победу.

Отбросив трудности в сторону, физика стала продвигаться вперед семимильными шагами, и уже к началу 40-х годов XX века ее структура практически сложилась. Основы физики законсервировались на долгие десятилетия, и авторы учебников занимались главным образом переписыванием старого материала. То, что вслед за революциями обычно следует продолжительный период стагнации, хорошо известно. Не секрет и то, что революции приводят к утрате прежних принципов, традиций и знаний. Популярное в период перестройки и гласности изречение о России, которую мы потеряли, относится к дореволюционному времени. Подобное можно сказать и о физике XVII – IX веков. Современные студенты из учебников уже не могут узнать о титанической работе Гука, Юнга, Лапласа, Пуассона, Гамильтона, Гаусса, Грина, Коши, Фарадея, Максвелла, Кельвина, Хевисайда и многих других великих физиков и математиков в области гидромеханики эфира. Поразительно, но даже законы Ньютона и уравнения Максвелла в их авторском написании теперь не известны абсолютному большинству физиков! Были искажены не только формы их записи, но и физическое содержание.

Принято считать, что новая физика, основанная на теории относительности и квантовых представлениях, распространила область действия физических законов на большие скорости и малые частицы. Однако специалистам по квантовой теории хорошо известно, что в предельном случае больших размеров и масс частиц квантовая механика не переходит в классическую. Проблема соотношения квантовой и классической физики до сих пор не решена, хотя это редко афишируется в учебниках. А вот то, что уравнения релятивистской электродинамики в предельном случае движения зарядов с малыми скоростями противоречат уравнения Максвелла, будет для многих физиков неожиданностью. Оказалось, что СТО построена на ошибках, допущенных создателями современной классической электродинамики – британскими физиками Д.Фицджеральдом и О.Хевисайдом. Сначала они исказили содержание максвелловской электродинамики, заменив в 1883 г. полные производные в правых частях дифференциальных уравнений на частные. Именно эти упрощенные уравнения теперь называют именем Дж.К.Максвелла. Содержание же истинных уравнений Максвелла современным физикам неизвестно, поскольку после канонизации Эйнштейна они были изъяты не только из учебников, но и из книг по истории физики. Причина для этого была очень веской: указанные уравнения галилей-инвариантны, что несовместимо со СТО. Проведенное упрощение позволило решить множество новых задач, однако оно годилось только для частного случая неподвижного эфира. Тем не менее, Хевисайд применил новые уравнения для движущегося эфира, и уже в 1889 г. вывел основные релятивистские соотношения, появившиеся позднее в работах Г.Лоренца, А.Пуанкаре и А.Эйнштейна. О работах Хевисайда в учебниках также не упоминается, поскольку они не

вписываются в контекст истории создания СТО. Кроме того, Фицджеральд и Хевисайд привели систему уравнений электродинамики к форме неоднородных волновых уравнений, не заметив, что новая система уравнений оказалась неэквивалентной старой. Категорически против таких преобразований выступил Кельвин, однако большинство физиков его не послушало. Были проигнорированы даже появившиеся в новой электродинамике нарушения третьего закона Ньютона. Обо всем этом Эйнштейн и не мог подозревать, ибо не ознакомился с классическими работами британской школы электродинамики по причине незнания английского языка. При создании СТО Эйнштейн руководствовался работами голландского физика Г.Лоренца и французского математика А.Пуанкаре. Настольной книгой Эйнштейна по электродинамике служила монография Лоренца «Опыт теории электрических и оптических явлений в движущихся телах», изданная на немецком языке в 1895 г. Но Лоренц, как выяснилось, не знал о последних работах британских физиков. В частности, не предполагал, что пространственно-временные преобразования, впоследствии названные его именем, уже использовали Фицджеральд, Хевисайд и затем другой британский физик Дж.Лармор. Однако, в отличие от Эйнштейна, Лоренц все же прочитал «Трактат об электричестве и магнетизме» Максвелла во французском переводе. Менее ясно, почему ошибки создателей классической электродинамики не заметил ведущий математик того времени Пуанкаре, чьи работы содержали весь математический аппарат СТО, оказавшийся даже избыточным для Эйнштейна. Пуанкаре критически отзывался об электродинамике Максвелла, основанной на сложных гидромеханических аналогиях. Как математик, Пуанкаре ценил ясность, логичность и возможность строгого математического рассмотрения физических задач. По-видимому, поэтому он просто принял как должное те преобразования, которые провели в электродинамике Фицджеральд и Хевисайд, а вслед за ними немецкий физик Г.Герц.

Еще один удивительный вывод, который следует из уравнений Максвелла в их обычной современной записи (которую называют формой Герца-Хевисайда) – то, что они предполагают бесконечно большую скорость передачи кулоновского и магнитного взаимодействий. Такой же вывод справедлив и для истинных уравнений Максвелла. Реально это означает, что кулоновская и магнитная силы передаются в пространстве гораздо быстрее электромагнитной волны. Представление о том, что кулоновское и магнитное взаимодействия передаются в вакууме со скоростью света, следует из уравнений Максвелла в волновой форме. Но обычная и волновая формы не эквивалентны! Опыт показывает, что скорость передачи кулоновского и магнитного взаимодействий действительно значительно выше световой. Если бы современные физики познакомились с классическими теориями эфира, их такой вывод не удивил: давление передается со скоростью продольного звука в эфире, а электромагнитная волна распространяется со скоростью поперечной волны изгибов и поворотов вихревой трубки. Таким образом, СТО, объявившая скорость света предельной, противоречит как уравнениям Максвелла, так и опытам. Получается, что известные из курсов физики рассуждения Эйнштейна о синхронизации часов, одновременности событий, взаимосвязи пространства и времени и т.д. – не более чем фантазии. Ошибочным оказывается и представление СТО об образовании электрическим и магнитным полями единого электромагнитного поля.

К сожалению, физическое сообщество на долгие десятилетия оказалось дезинформированным об опытах по проверке СТО. В действительности

опытов, ее подтверждающих, нет! Чтобы не вызвать недоумения у читателя, знакомого с физикой по школьным и вузовским учебникам, поясним, о чем идет речь. Но прежде приведем высказывание из книги «Оптика движущихся тел» У.И.Франкфурта и А.М.Франка: «Сомневаться сегодня в справедливости СТО – все равно что сомневаться в существовании ядерной энергии после длительной работы атомных электростанций или в реальности ускорителей элементарных частиц...». Большинство физиков легко подпишется под этими словами, а между тем в них искажаются факты, ставшие историей физики. Дело в том, что работа атомных электростанций и ускорителей подтверждает лишь известные задолго до создания СТО соотношения между энергией, массой и импульсом, а также представления Фицджеральда, Хевисайда, Лоренца и других физиков о продольном сжатии быстро движущихся частиц и замедлении темпа протекающих в них процессов. А вот опытов, противоречащих СТО, огромное количество. Например, еще Фарадей показал, что равномерное движение магнитов не приводит к появлению в неподвижной системе отсчета электрического поля. Это противоречит представлению СТО о релятивистской природе поля. Что же касается ускорителей, то релятивистская электродинамика бессильна в объяснении таких эффектов, как возникновение сгустков ускоряющихся электронов до 10^{10} частиц в сфере с радиусом 1 мкм, отсутствие релятивистского сплющивания их электрического поля на большом расстоянии, независимость характеристик синхротронного излучения от радиуса ускорителя.

После прихода к власти нацистов теория относительности в Германии была запрещена. Оставшиеся там физики, в большинстве своем «антирелятивисты» по убеждению, а не по команде сверху, проводили эксперименты на ускорителях и успешно работали над созданием атомной бомбы. Они вполне могли создать ядерное оружие до падения гитлеровского режима, но затянули работы. Известен тот факт, что немецкие «антирелятивисты» через тайные каналы передавали информацию об атомном оружии своим бывшим соотечественникам в США, ставшим правоверными «релятивистами». Следует отметить также, что запрет теории относительности никак не повлиял на технический прогресс нацистской Германии, в которой выпускались лучшие в мире автомобили, корабли, самолеты, радиоприемники, магнитофоны и даже были налажены регулярные телепередачи.

Теперь вернемся к вопросу об облачках, так волновавших Кельвина. Первое облачко было частично рассеяно еще Д.К.Миллером в экспериментах 1905-1925 гг. Миллеру удалось не только измерить скорость эфирного ветра и его галактическое направление, но и показать, что скорость ветра растет с высотой над уровнем моря. Кроме того, Миллер установил, что эфирный ветер отсутствует в условиях экранировки измерительного прибора металлическим корпусом. Работы Миллера обсуждались на специальной конференции в 1927 г. Сторонники СТО апеллировали к работам Р.Дж.Кеннеди, получившего нулевой результат. Доводы Миллера о том, что эксперименты Кеннеди проводились в условиях экранировки ветра металлическим корпусом прибора и не могли дать положительного результата, ими не были приняты в расчет. В 1929 г. А.Майкельсон с сотрудниками в серии новых опытов в целом подтвердили результаты Миллера. Однако об этих опытах в монографиях и учебниках не упоминается, а вот об экспериментах Кеннеди и более поздних лазерных измерениях эфирного ветра (которые соответствуют не только СТО, но и эфирным теориям) рассказывается довольно подробно. В 1998 г.

украинским радиофизикам с помощью радиоинтерферометров удалось подтвердить правильность результатов Миллера и Майкельсона.

Второе облачко было окончательно рассеяно также в конце XX века. Оказалось, что проблема теплового излучения может быть успешно решена с использованием лишь классической термодинамики и классической электродинамики без привлечения дополнительных гипотез. Ультрафиолетовая катастрофа появилась в конце XIX века из-за ошибочной постановки задачи.

Теперь с помощью классических методов преодолены все основные трудности, возникшие на рубеже XX века. Например, ранее считалось, что равномерно вращающийся вокруг ядра электрон согласно классической электродинамике должен излучать и в результате быстро упасть на ядро. Это служило препятствием на пути создания классической модели атома. Если же корректно решить указанную задачу с использованием уравнений Максвелла в форме Герца – Хевисайда, а не в волновой форме, то получится, что электрон не излучает, и атом устойчив. Получили также классическое объяснение опыт Боте, эффект Комптона, тормозное рентгеновское излучение и другие экспериментальные факты, допускавшие ранее лишь квантовую трактовку.

Малоизвестно, что один из создателей квантовой механики Э.Шрёдингер руководствовался классическими представлениями о движении электрона, под квадратом модуля волновой функции понимал нормированную плотность заряда электронного облака и был убежден, что классическая электродинамика остается справедливой и внутри атома. Шрёдингеровская концепция квантовой механики длительное время оказалась невостребованной. Несколько лет назад благодаря работам американского теоретика А.Барута с сотрудниками концепция Шрёдингера была полностью подтверждена. Более того, было показано, что из этой концепции с использованием уравнения Шрёдингера и классической электродинамики с релятивистскими поправками (которые, к слову сказать, были известны задолго до создания СТО) можно строго получить основные результаты квантовой электродинамики, ранее достигаемые только с помощью математически некорректных и логически необоснованных процедур перенормировки и вторичного квантования.

Эйнштейн, как известно, выступал против вероятностной интерпретации квантовой механики и занимал позицию, близкую к шрёдингеровской. Быстрая победа сторонников вероятностной интерпретации во главе с Н.Бором над Шрёдингером и Эйнштейном объяснялась не столько досадными промахами последних, сколько тем, что физическая элита уже привыкла мыслить вероятностными категориями. К тому времени были основательно забыты споры вокруг статистических теорий Л.Больцмана и У.Гиббса. А между тем одно из основных положений статистической механики об эргодичности систем так и осталось гипотезой. Напомним читателю, что эргодичной называют систему, в которой усреднение физической величины по пространству приводит к тому же результату, что и усреднение по времени. К началу 90-х годов XX века в результате проведения критического анализа математического содержания статистической механики, а также численных экспериментов на мощных компьютерах, стало ясно, что эргодичными могут быть лишь гипотетические системы невзаимодействующих частиц. Взаимодействие между частицами (например, кулоновское или ван-дер-ваальсовое) приводит к потере эргодичности. Так что реальные системы взаимодействующих частиц не являются эргодичными, и к ним следует применять не статистические, а динамические методы описания.

1.3. Становление новой физики

В начале XX века ведущие позиции в физике занимали две научные школы – британская и немецкая, причем финансовое положение немецкой школы было лучше. Эйнштейн отмечал, что немецкие физики финансировались откровенными милитаристами. Обе школы, да и большинство физиков старшего и среднего поколения отнеслись к СТО отрицательно. Об этом свидетельствовала и позиция Нобелевского комитета, отказавшегося присуждать Эйнштейну премию за создание СТО. Однако массивная пропаганда работ Эйнштейна действовала на молодые умы гораздо эффективнее, чем критика со стороны специалистов, которую мало кто слышал. О масштабах этой пропагандистской кампании можно судить хотя бы из факта, что уже первая статья по СТО никому не известного патентоведца из Берна сразу же после опубликования в 1905 г. периферийным немецким научным журналом была полностью передана трансатлантическим телеграфом в газету «Нью-Йорк Таймс». Последующие многочисленные публикации в мировой прессе о гениальной физике и его теории также носили явно заказной характер. До сих пор тема об источнике финансирования и организаторах этой кампании остается запретной для историков науки (вспомним, что о главном источнике финансирования большевистского переворота советские историки молчали семь десятилетий). Важно отметить, что молодым ученым было гораздо легче разобраться в положениях новой физики, основанной на простых постулатах, нежели в сложных построениях Максвелла, Кельвина, Дж.Томсона, Лоренца и других разработчиков эфирных теорий. На Лоренца, Майкельсона и других видных противников СТО оказывалось давление со стороны финансовых организаторов релятивистской революции (об их методах работы рассказано в очерке известного советского физика В.К.Фредерикса «Гендрик Антон Лоренц», а также в книге Л.П.Фоминского «Чудо падения»). По странному стечению обстоятельств, из жизни в расцвете сил уходили основные оппоненты и конкуренты Эйнштейна - А.Пуанкаре, Г.Минковский, В.Ритц, М.Абрагам, Ф.Газенорль, К.Шварцшильд, Г.Нордстрем, А.Фридман. Вообще говоря, сколько-нибудь объективная история великой физической революции, учитывающая различные точки зрения ведущих ученых того времени, до сих пор не создана. Современные историки науки, например, игнорируют такие серьезные исследования современников Эйнштейна, как второй том «Истории теорий эфира и электричества» Э.Уиттекера, посвященный периоду с 1900 по 1926 г. (русские издатели даже не решились на его издание, хотя первый том был быстро распродан).

Все же надо отметить, что у СТО нашлись весьма авторитетные защитники среди физиков среднего поколения. Немецкий физик М.Планк, известный своими работами по термодинамике и музыкальной акустике, в 1900 г. ввел понятие кванта действия, что позволило ему сконструировать удачную формулу для распределения энергии в спектре черного тела. Но его рассуждения казались современникам неубедительными, и на них не обращали внимания. В 1905 г. Эйнштейн распространил идею о кванте действия на процесс излучения. Планка это настолько воодушевило, что он поддержал все нововведения Эйнштейна. Английский физик Лармор длительное время разрабатывал вопросы гидромеханики эфира, но за основу взял не уравнения

Максвелла, а то, что получили из них Фицджеральд и Хевисайд. Столкнувшись с серьезными противоречиями, Лармор бросил свои эфирные исследования, заявив, что эфир – среда нематериальная. Неудивительно, что Лармор положительно воспринял СТО и даже как член палаты Общин стал ее пропагандировать с трибуны парламента. Немецкий математик А.Зоммерфельд, по воле случая занявшийся физикой, ориентировался на работы Лармора и также поддержал СТО. Лармор и Зоммерфельд благодаря большому преподавательскому опыту создали очень качественные учебники, впоследствии послужившие основой для многих курсов физики (в т.ч. популярного в России курса Ландау и Лившица). Таким образом, последующие поколения физиков стали воспитываться на искаженных представлениях электродинамики и безоглядной вере в постулаты теории относительности.

Как уже отмечалось, с экспериментальными подтверждениями СТО дело обстояло совсем не так, как теперь пишут в учебниках. Физиков-экспериментаторов раздражали тенденциозный выбор экспериментов и вольная трактовка их результатов теоретиками. Майкельсон сожалел, что его ранние эксперименты породили такое чудовище, как СТО. Миллер, ученик Майкельсона и Саньяк, поставивший опыты с вращающимся интерферометром, считали свои результаты безусловным свидетельством существования эфира. Айвс и Стилуэлл, изучавшие поперечный эффект Доплера, полагали, что подтвердили электронную теорию Лоренца, а не СТО. Крупнейший экспериментатор первой трети XX века Э.Резерфорд называл теорию Эйнштейна чепухой. Гений электротехники Н.Тесла заявлял, что считать ее физической теорией могут только наивные люди.

Положение с экспериментальными подтверждениями общей теории относительности (ОТО) было не лучше. Например, классический расчет угла отклонения света у диска Солнца, сделанный Й.Зольднером еще в 1801 г., приводил к результату, совпадающему с эйнштейновским расчетом 1911 г. Вычисление сдвига перигелия Меркурия по Эйнштейну имело характер подтасовки: результат ОТО использовался совместно с классической небесной механикой, в которой скорость распространения гравитационного взаимодействия принималась бесконечно большой. Измеренное значительно позже смещение спектральных линий в гравитационном поле можно было рассматривать не как следствие ОТО, а как результат работы силы тяжести над фотоном.

В 1929 г. американский астроном Э.Хаббл установил, что красное смещение спектральных линий галактик пропорционально расстоянию до них. Сторонники теории относительности сразу же объявили этот факт блестящим подтверждением вывода ОТО о расширении Вселенной. Мнение самого Хаббла было проигнорировано. Между тем Хаббл на основании множества наблюдений убедительно показал, что красное смещение не может иметь доплеровскую природу, Вселенная не расширяется, и никакого Большого взрыва не было. Интересно, что термин «Большой взрыв» предложил также противник теории сингулярной Вселенной английский астрофизик Ф.Хойл, причем своим термином он хотел подчеркнуть вздорность этой теории.

После прихода к власти Гитлера в 1933 г. многие ведущие немецкие физики эмигрировали в основном в США и быстро заняли ведущие позиции в университетах и исследовательских центрах. Для них выступление с критикой теории относительности было равносильно поддержке Гитлера. Любопытно отметить, что Эйнштейн и некоторые его коллеги рассматривали вариант эмиграции в СССР. Тех, кто по наивности решился на этот вариант, ожидали

лагеря, положенные для всех английских, немецких, японских и прочих шпионов.

Становление квантовой теории проходило также не гладко, причем противником концепции квантов излучения и копенгагенской трактовки квантовой механики выступал сам Эйнштейн. Но к тому времени его уже отодвинули на задворки мировой физики, - революции редко чтят своих «отцов». Практически одинокое противостояние Эйнштейна копенгагенской школе квантовой механики заслуживает огромного уважения. В данном случае интуиция его не подвела. Через шесть десятилетий Барутом с сотрудниками была доказана не только допустимость детерминистской трактовки квантовой механики, на чем настаивал Эйнштейн, но и показаны огромные преимущества детерминистского подхода по сравнению с вероятностным. Кроме того, было подтверждено представление Эйнштейна о квантовании поля как излишней и необоснованной процедуре.

Россию великая физическая революция застигла в состоянии войны, хаоса и разрухи. При большевиках в физику стали приходить люди, мало разбирающиеся в классических теориях. Разорвалась связь между поколениями старой профессуры и призванной в науку молодежи. Несмотря на тяжелое положение страны, большевистское правительство находило возможность посылать наиболее талантливых ученых на стажировку в Европу. Вернувшись, они становились активными проводниками новой физики в академических учреждениях. Однако в вузах еще сохранились островки классических представлений. Одним из таких островков был физический факультет Московского университета. Руководство факультета, чтобы не отстать от новых веяний в науке, пригласило на работу в качестве совместителей несколько молодых перспективных физиков из академических учреждений. И что же те увидели? Сотрудники факультета разрабатывали эфирные теории электромагнетизма (а ведь эфира по СТО нет!), обсуждали вихревую модель атома Дж.Томсона (который по представлениям молодежи давно выжил из ума), устраивали семинары с разбором работ Миллера по измерению эфирного ветра (их релятивисты объявили ошибочными). Старая профессура вовлекала в эти работы и обсуждения аспирантов и студентов. От приглашенных совместителей в адрес руководства Академии Наук, партийных органов и ближайшего окружения Сталина посыпались письма. Как только не клеймили эти 25-30-летние люди старых профессоров: лже-ученые, мракобесы, ретрограды, невежды и т.п. Часто использовался термин «лже-наука». Старая профессура тоже не молчала. Академик С.И.Вавилов, знающий о проблемах подтверждения теории относительности не понаслышке (он написал книгу «Теоретические и экспериментальные основы теории относительности») пытался унять разгоревшиеся страсти. Но враждующие стороны не боялись даже перспективы ареста. Конфликт поутих с выходом в 1934 г. постановления ЦК ВКП(б) по дискуссии о релятивизме, но прекратился лишь с началом Великой Отечественной войны: академики-совместители уехали в эвакуацию, многие штатные сотрудники МГУ пошли в народное ополчение, а старая профессура большей частью отправилась на пенсию. В 1948 г. конфронтация между Академией Наук и Московским университетом неожиданно возобновилась. На этот раз ее инициаторами оказались марксистские философы, чьи воззрения противоречили теории относительности. В противоборстве сторон ярко проявилась фразеология сталинской эпохи. Конфликт был прекращен волевым решением наркома Берии, приказавшим физикам работать над созданием ядерного оружия и закончить споры. Новая

вспышка полемики между Академией Наук и физическим факультетом МГУ произошла в 80-е годы XX века. На этот раз споры касались лишь ОТО. Академик АН СССР и одновременно ректор МГУ А.А.Логунов вместе с сотрудниками разработал т.н. релятивистскую теорию гравитации (РТГ), из которой следовали выводы, противоречащие ОТО. Позицию Логунова поддержал ряд известных физиков, представлявших вузовскую науку. В академических изданиях вскоре было заявлено, что ОТО в ревизии и критике не нуждается, и следует прекратить беспредметные споры. Poleмика 80-х годов действительно была малопродуктивной, ибо как ОТО, так и РТГ опираются на постулаты СТО, противоречащие экспериментальным фактам. Тем не менее, необходимо отметить, что в области космологии РТГ приводит к гораздо более реалистичным выводам, чем ОТО.

Немаловажная деталь: публикация работ, противоречащих теории относительности, была запрещена еще специальным постановлением Президиума АН СССР от 1964 г., неукоснительно выполнявшимся академическими журналами. Это постановление распространялось и на вузовские учебники, в большинстве своем выходящих в академическом издательстве «Наука». Особое положение имел журнал «Доклады АН СССР», где статьи обычно печатались без цензуры, по представлению какого-либо академика. Именно в нем появились краткие сообщения известного астрофизика Н.А.Козырева, в которых описывались эксперименты по приему сигналов неизвестной природы от звезд, причем скорость распространения этих сигналов предполагалась сверхсветовой. В 1982 г. был напечатан тираж сборника «Проявление космических факторов на Земле и звездах» с более подробными статьями Козырева. Руководство Отделения Общей физики и астрономии АН СССР, узнав об этом, приказало уничтожить тираж, и сборники были сожжены во дворе типографии. Ирония судьбы: в нацистской Германии жгли труды Эйнштейна, а почти через полвека в СССР – книги, противоречащие теории относительности. Впрочем, дело ограничивалось не только запретами на публикацию. Увольнениями и репрессиями были искалечены жизни многих физиков, посмеявших мыслить не так, как велела партия и Академия Наук. Тот же Козырев отсидел в сталинских лагерях вследствие уже упомянутого постановления ЦК ВКП(б) от 1934г. (формально его, Фредерикса и еще нескольких ученых обвинили в терроризме и шпионаже), а после обнародования своих новых результатов в 1979 г. был уволен из Пулковской обсерватории.

С началом перестройки и эпохи гласности у ученых появилась возможность публиковать брошюры и книги за собственный счет, без разрешения руководства. В книжных магазинах появилось множество работ с критикой теории относительности – плодов многолетнего труда ученых, писавших, что называется, «в стол». Одной из первых публикаций такого рода была брошюра профессора Ленинградского политехнического института А.А.Денисова «Мифы теории относительности», работы весьма интересной, но содержащей множество досадных неточностей. Ответ от Академии Наук последовал незамедлительно. Журнал «Успехи физических наук» опубликовал статью, разносящую Денисова и его работу под орех. От статьи повеяло тридцатыми годами. Вопрос, как и тогда, ставился ребром: как может человек с такими взглядами преподавать в вузе, да еще носить звание профессора?

В 1990 г. «Энергоатомиздат» выпустил фундаментальную монографию В.А.Ацюковского «Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газоподобном эфире». При желании в ней

можно было найти также немало неточностей. Но академики приняли мудрое решение игнорировать эту книгу. Зачем привлекать внимание к серьезным исследованиям, открывающим читателю глаза на абсурдность принятой в физике картины мира? Тем не менее, книгу заметили, и за разработку эфиродинамики Ацюковский был избран академиком Российской Академии Естественных Наук (РАЕН). Следует сказать, что в РАЕН, в отличие от Российской Академии Наук (РАН), приветствуется плюрализм взглядов. Однако у РАЕН как общественной организации нет финансовых рычагов управления наукой. РАН же по сути дела является государственным министерством с собственным бюджетом, и после фактического свертывания отраслевой науки контролирует почти всю ее научную политику.

1.4. Наука и «лженаука»

С окончанием эпохи гласности, укреплением российской бюрократии и постепенным установлением единомыслия в средствах массовой информации усилилась и борьба РАН за «чистоту взглядов». Активизировала свою деятельность т.н. Комиссия по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований при Президиуме РАН. Словарный набор Комиссии почти такой же, как у молодых совместителей, подрабатывавших на физическом факультете МГУ в 30-е годы (один из членов комиссии в предвоенные годы участвовал в конфликте Академии Наук с профессурой МГУ). Лишь слово «лженаука» стали писать слитно. О том, что этот термин был дискредитирован в годы борьбы с генетикой и кибернетикой, не вспоминают. Теперь к лженауке отнесены не только теоретические исследования, в какой-то степени противоречащие основам физики XX века, но и эксперименты по трансмутации элементов, холодному ядерному синтезу, передовые разработки в области малой энергетики и другие выдающиеся достижения специалистов-практиков за последние годы. Академии Наук необходимо доказать, что именно она находится на переднем рубеже науки, а все инакомыслящие физики и изобретатели – шарлатаны либо параноики. Комиссия обвиняет в растрате средств обнаруженных ею «лжеученых», хотя сама призывает к развитию атомной энергетики, строительству новых ускорителей, ввозу на территорию России радиоактивных отходов из-за границы и другим разорительным и опасным для страны, но перспективным для улучшения финансового положения РАН программам. Тщетные призывы! Как мы уже неоднократно убеждались, вновь открывающиеся финансовые потоки исчезают в неизвестных направлениях. Огромная коррупционная составляющая программ ввоза радиоактивных отходов и строительства АЭС уже стала очевидной. К тому же в последнее время руководство России взяло курс и на свертывание академической науки. Предполагается также радикальное сокращение системы высшего образования с практической ликвидацией бесплатного обучения. За сотрудничество с зарубежными исследовательскими центрами российских физиков начинают обвинять в шпионаже и измене Родине. В такой обстановке оставшимся в России научным работникам и педагогам будет уже не до обсуждения коренных проблем современного естествознания!

Отметим, что зарубежного аналога слову «лженаука» нет. В Европе и США используется термин «паранаука», но он относится к совсем другим областям

(например, телепатии, спиритизму, уфологии). Существуют ложь и шарлатанство иного рода: избавление от порчи и сглаза, гороскопы, гадания и т.д. Особую опасность представляют мошенники, занимающиеся врачеванием. Отрадно, что Комиссия по лженауке пытается обратить внимание власти и общества на эти проблемы, но к науке указанные виды человеческой деятельности имеют весьма слабое отношение.

Делить науку и ученых на «лже» и «не лже» абсурдно. В науке нередки заблуждения, ошибки, невольные искажения фактов, но бывает и намеренная ложь. С такой-то ложью и следует бороться! Вполне вероятно, что среди обнаруженных Комиссией «лжеученых» действительно имеются шарлатаны. Но гораздо страшнее полуправда и ложь, которые потоком льются на молодые головы из уст преподавателей, со страниц учебников, монографий и журналов, с научных сайтов Интернета. Как уже отмечалось, на искажениях фактов, умолчаниях, а иногда и на прямой лжи держатся целые направления современной физики. По шаткости своего состояния их можно сравнить с такими мифологизированными дисциплинами, как научный коммунизм, марксистско-ленинская политэкономия или экономика развитого социализма. Стоило руководящей элите СССР провозгласить политику гласности, как через несколько лет от перечисленных дисциплин остались лишь воспоминания. А ведь в них свято верили десятки миллионов образованных людей! Советские экономисты широко использовали математические методы и самую мощную на то время вычислительную технику. Однако математика не способна исправить модель, построенную на фальсифицированных представлениях о реальности. Состояние застоя и стагнации современной фундаментальной физики – следствие боязливости мировой физической элиты, не допускающей гласности.

Отметим еще один важный момент, без которого невозможно понимание причин великой физической революции и ее последствий. Ученые XVII – XIX веков в большинстве своем были глубоко религиозными людьми. Они испытывали трепет перед божьим промыслом и осознавали себя избранниками, которых Бог направляет на познание созданной им Природы. К началу XX века такое отношение к науке было уже в значительной степени потеряно. Любопытно проследить эволюцию взглядов Эйнштейна на науку по мере его взросления и постепенного обращения к Богу. Знаменитые статьи бернского периода написаны самоуверенным и заносчивым человеком, безразличным к религии. Для них характерны безапелляционность суждений, пренебрежение к трудам предшественников и грубейшее нарушение научной этики, проявившееся в отсутствии ссылок на работы Пуанкаре и других корифеев науки начала XX века, без которых выводы Эйнштейна были бы невозможны. Статьи 20 – 30-х гг. написаны гораздо более осторожным человеком, допускающим неоднозначность суждений и многовариантность путей дальнейшего развития физики. Статьи 40 – 50-х гг. написаны мудрецом, сомневающимся во всем им содеянном и осознающим свою ответственность перед Богом. Современная же физическая элита в большей части атеистична.

1.5. Физика на пороге возврата к классическим представлениям

Множество маститых ученых уже давно поняло, какую злую шутку сыграла с ними физика XX века, но продолжает соблюдать установленные правила игры. Трудно призывать руководителей от науки, уничтожавших важнейшие

направления исследований и шельмовавших таких неординарных мыслителей, как Козырева, к покаянию (вспомним, что в травле А.Д.Сахарова принимало участие большое число академиков, а покаявшихся среди них не оказалось). Многих уже нет в живых, другие принимали на веру непроверенные суждения, третьи не хотели портить себе научную карьеру. В большинстве же случаев (например, членов упомянутой Комиссии по лженауке), по-видимому, имело место их искреннее заблуждение. Но ведь нашел же мужество американский ученый Китинг провести ревизию своих экспериментов с атомными часами, установленными на самолетах! Оказалось, что выводы теории относительности не подтверждаются. Не побоялся шведский астрофизик, лауреат Нобелевской премии Х.Альфвен заявить о полной несостоятельности космологических моделей, основанных на ОТО! Отважился академик М.М.Лаврентьев с сотрудниками подтвердить правильность опытов Козырева! Нашли смелость астрономы из Пулковской обсерватории заявить, что наблюдаемая звездная абerrация соответствует классическим представлениям, а не СТО. Решились американские баллистики сообщить, что при расчете траекторий космических летательных аппаратов следует использовать классическое, а не релятивистское правило сложения скоростей! Не испугались в Российском Центре управления полетами признать, что атомные часы, установленные на спутниках, вопреки теории относительности показывают то же время, что и в Центре! Список таких признаний, полученных в последние годы, можно продолжать. Наконец, получил многократные экспериментальные подтверждения вывод, который должен шокировать сторонников теории относительности: оказалось, что гравитационная масса тел с ростом их энергии уменьшается!

Таким образом, ученые, информированные о действительном положении дел с опытной проверкой основ современной физики, стоят перед нравственным выбором – либо закрыть глаза на экспериментальные факты, либо, рискуя своими репутацией, карьерой и финансовым положением, попытаться изменить сложившуюся в физике ситуацию. Для этого придется провести фундаментальную реконструкцию всего здания физической науки. Но, чтобы решить такую грандиозную задачу, необходимо прежде исправить самые существенные ошибки современной физики, привести ее в соответствие с классическими законами. Лишь естественный, эволюционный путь построения физики с принципиальным отказом от революционных преобразований способен обеспечить преемственность знаний и исключить ее стагнацию.

Тем не менее, современная физика медленно и мучительно начинает выходить из кризиса, в котором оказалась в результате поспешных и неосмотрительных шагов, совершенных в ходе революционных преобразований. Постепенно будут выходить из состояния стагнации и такие области человеческой деятельности, как энергетика, транспорт, металлургия, химическая промышленность, добыча полезных ископаемых. Уже достигнутые научные результаты позволяют говорить о том, что в ближайшем будущем эти отрасли полностью изменят свое лицо. Процесс технологического перевооружения ведущих мировых держав начался с утверждения программ перевода транспортных средств на водородную энергетику. В будущем технологии эндотермического электролиза позволят водородной энергетике освободиться от потребности в органическом топливе. Известны и другие не менее перспективные энергетические технологии. Для России, не уделяющей должного внимания науке и оказывающей мизерную финансовую поддержку

лишь организациям РАН и небольшому числу других научных учреждений, технологическое перевооружение развитых стран может обернуться окончательной потерей конкурентоспособности ее продукции на мировом рынке. Подчеркнем, что здесь речь идет уже о сырьевой продукции: доля наукоемкого производства в экономике России стала ничтожной. Ситуация осложняется позицией руководства РАН, имеющего глубоко ошибочные представления о развивающихся технологиях, основанных на новых физических принципах.

Особо следует сказать о преподавании физики. Перестройка программ обучения – дело чрезвычайно ответственное, которое не может свершиться в короткий срок. Но продолжать внушать молодому поколению ошибочные и лживые сведения также недопустимо. Если студент или школьник узнает, что основы физики не так бесспорны, что каждый ее раздел продолжает развиваться и пересматриваться, то физика предстанет перед ним гораздо более живой, интересной и практичной наукой.

Открывшийся в последние годы фактический материал заставляет обратиться к вопросу выработки критерия правильности теории. Неоднократно высказывалась точка зрения, что подтверждение теории экспериментальными данными еще нельзя считать доказательством ее правильности, ибо может найтись и другая теория, подтверждающая эксперимент. Например, квантовая электродинамика позволяет вычислить радиационные поправки с колоссальной точностью. Однако детерминистская квантовая механика Шрёдингера-Барута приводит к таким же точным результатам без квантования поля. Предпочтение следует отдать последней теории, поскольку она логически корректна и не противоречит другим экспериментальным данным. Поэтому необходимо ужесточить критерий правильности теории: на данном этапе развития науки теорию можно считать верной, если она не противоречит ни одному из проверенных экспериментальных результатов. Теория относительности и квантовая теория, составляющие основу современной физики, этому критерию не удовлетворяют.

Нахождение единственного критерия правильности экспериментальных результатов вряд ли целесообразно. Можно потребовать подтверждения результатов независимыми экспертами. Но где гарантия, что не будет совершена та же ошибка, скажем, методического характера? Поэтому желательно не только повторить эксперименты, но и поставить подобные эксперименты в других условиях или с использованием принципиально иной аппаратуры. Например, оптические измерения скорости эфирного ветра в опытах Миллера 1905-1925 гг. были подтверждены на подобной аппаратуре Майкельсоном в 1929 г. Для уверенности в правильности результатов Миллера и Майкельсона требовалась постановка опыта по измерению эфирного ветра с помощью иной аппаратуры. Такой опыт, как уже отмечалось, был успешно поставлен в 1998 г. В то же время в экспериментах, дававших нулевое значение скорости эфирного ветра, обнаруживается одна и та же методическая ошибка, - измерения проводились в условиях экранировки эфирного ветра корпусом прибора и стенами помещения.

Недопустимо игнорировать мнение самих экспериментаторов. Большую ценность, естественно, должна иметь их последняя точка зрения. Майкельсон, Миллер, Гаррис, Саньяк, Айвс, Стиуэлл, Кантор, Хаббл, Китинг и многие другие авторы работ по проверке теории относительности в своих позднейших высказываниях заявляли о неподтверждении ее выводов. Точно также следует учитывать мнение теоретиков. Нельзя, например, утверждать, что Эйнштейн

окончательно упразднил эфир (имея в виду работы 1905 г.), ибо в более поздних публикациях его точка зрения на эфир изменилась. Ошибочно утверждать о согласии Лоренца с представлениями теории относительности, хотя под давлением обстоятельств он был вынужден публично ее одобрять. Но до конца жизни Лоренц продолжал разрабатывать эфирные теории. В последние годы жизни Эйнштейн, Планк, Шрёдингер, де Бройль, Дирак, Бриллюэн, Фейнман и многие другие выдающиеся ученые выражали критическое отношение к основам физики XX века. Вот что писал в 1954 г. Эйнштейн своему другу М.Бессо: «Я считаю вполне вероятным, что физику нельзя построить на теории поля, эквивалентного статическому эфиру, т.е. на непрерывных структурах. Тогда *ничего* не останется от созданного мною воздушного замка, включая и теорию гравитации, да и от всей современной физики». О возможности возвращения к концепции светоносного эфира в динамической форме неоднократно заявлял Дирак. Дар научного предвидения не обманул великих творцов науки. Все большее число исследователей осознает ошибочность основных положений квантово-релятивистской физики и возвращается к классическим представлениям динамического эфира, но уже с позиций современного знания.

2. Предпосылки СТО в электродинамике второй половины XIX века

2.1. Электродинамика Максвелла и его гипотеза о волновом характере распространения полей

В 2004 г. среди пользователей Интернета был проведен масштабный опрос с целью выяснить, какие уравнения они считают наиболее важными в науке. Наибольшее число голосов набрали уравнения Максвелла, далеко опередив широко используемые математические формулы и знаменитое выражение $E = mc^2$, приписываемое Эйнштейну. Парадокс ситуации состоит в том, что абсолютное большинство физиков и инженеров даже не подозревает, в какой форме Максвелл записывал свои уравнения. В современных учебниках физики и электротехники обычно утверждается, что Максвелл постулировал уравнения электромагнетизма, взяв за основу учение М.Фарадея о силовых линиях поля и введя понятие тока смещения. В действительности Максвелл их вывел из уравнений гидромеханики идеальной жидкости, использовав вихревую теорию Г.Гельмгольца¹ и ранние работы У.Томсона (лорда Кельвина) по электромагнетизму². Силовые линии Фарадея по Максвеллу тождественны линиями течения жидкости. Теория Максвелла стала итогом титанического труда нескольких поколений крупнейших физиков и математиков в области гидромеханики эфира². Понимание работ Максвелла невозможно без малоизвестного теперь представления о вихревой губке, введенного И.Бернулли еще в 1736 г. Вихревая губка – это среда несжимаемой безвязкостной жидкости, в которой хаотически зарождаются и распадаются цилиндрические водовороты – вихревые трубки, способные изгибаться под действием возмущений. В такой среде могут распространяться поперечные световые волны. Смысл столь непростого представления Бернулли и его последователей стал проявляться лишь после открытия сверхтекучести гелия, развития квантовой электродинамики и обнаружения ее математической

аналогии со статистической гидродинамикой ^{3,4}. Нам остается лишь удивляться прозорливости великих предшественников. Хотя сам Максвелл не занимался разработкой теории вихревой губки (наибольшие достижения в этой теории принадлежат Кельвину), для него вихревая губка была средой, в которой распространяются электромагнитные волны ⁵. Предложив несколько вариантов уравнений электромагнитного поля, Максвелл в 1868 г. остановился на форме, наиболее близкой к современной:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \mathbf{E} &= - \frac{d\mathbf{B}}{dt}, & \operatorname{div} \mathbf{B} &= 0, \\ \operatorname{rot} \mathbf{H} &= \mathbf{j} + \frac{d\mathbf{D}}{dt}, & \operatorname{div} \mathbf{D} &= \rho, \end{aligned} \quad (1)$$

где \mathbf{E} , \mathbf{B} , \mathbf{H} , \mathbf{D} – векторы напряженности электрического поля, магнитной индукции, напряженности магнитного поля и электрической индукции соответственно, ρ – объемная плотность свободных зарядов, \mathbf{j} – плотность тока проводимости, t – время. Дополнительно вводились уравнения связи между векторами. Для заполняющей все пространство линейной изотропной среды

$$\mathbf{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \mathbf{E}, \quad \mathbf{B} = \mu_0 \mu \mathbf{H}, \quad \mathbf{j} = \gamma \mathbf{E}, \quad (2)$$

где ε_0 и μ_0 – электрическая и магнитная постоянные, ε – относительная диэлектрическая проницаемость, μ – относительная магнитная проницаемость, γ – удельная электрическая проводимость. Здесь, в отличие от Максвелла, использовавшего гауссову систему единиц, уравнения приведены в Международной системе единиц (СИ). Следует отметить, что в середине XIX века нынешняя запись уравнений векторного анализа еще не употреблялась, и Максвелл, следуя У.Гамильтону, применял специфический математический аппарат, использующий гиперкомплексные числа – кватернионы. Теперь этот аппарат основательно забыт, но за набла-оператором

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial}{\partial z} \mathbf{k},$$

где \mathbf{i} , \mathbf{j} , \mathbf{k} – орты координатных осей декартовой системы, сохранилось имя Гамильтона, использовавшего вместо ортов компоненты базиса кватернионов. Формально в записи (1) сохранено содержание исходных уравнений Максвелла, если спроецировать векторные величины на координатные оси. Но в результате перевода уравнений на язык современного векторного анализа утратилось свойство некоммутативности операторов, важное для математического описания любого процесса как последовательности операций ⁶. Электродинамика оказалась обратимой во времени, появились парадоксы, связанные с одновременным введением опережающих и запаздывающих потенциалов, а сам процесс распространения электромагнитного поля остался без адекватного описания.

Интересно, что уравнения (1) невозможно найти в современных учебниках, энциклопедиях и даже книгах по истории физики. Тщательно скрываема тайна уравнений Максвелла состоит в их галилей-инвариантности. Современная физика требует лоренц-инвариантности законов природы.

Представим первое уравнение системы (1) в развернутом виде:

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = - \left(\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial z} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \right). \quad (3)$$

Пусть система отсчета (x', y', z', t') движется относительно системы (x, y, z, t) со скоростью \mathbf{v} , направленной вдоль оси x . Свяжем эти системы преобразованиями Галилея

$$\begin{aligned} x' &= x - vt, \\ y' &= y, \\ z' &= z, \\ t' &= t. \end{aligned} \quad (4)$$

Заменим частные производные по x, y, z и t в (3) на частные производные по x', y', z' и t' , используя (4) и раскроем операцию ротора. В итоге получим

$$\operatorname{rot} \mathbf{E}' = - \left[\frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial x'} \left(\frac{dx}{dt} - v \right) + \frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial y'} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial z'} \frac{dz}{dt} + \frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial t'} \right].$$

В штрихованной системе отсчета в соответствии с классической кинематикой от скорости среды вычитается относительная скорость движения системы v . С учетом (4) последнее уравнение приобретает вид

$$\operatorname{rot} \mathbf{E}' = - \left(\frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial x'} \frac{dx'}{dt'} + \frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial y'} \frac{dy'}{dt'} + \frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial z'} \frac{dz'}{dt'} + \frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial t'} \right),$$

или

$$\operatorname{rot} \mathbf{E}' = - \frac{d\mathbf{B}'}{dt'},$$

что означает галилей-инвариантность первого уравнения системы (1). Аналогично доказывается галилей-инвариантность оставшихся уравнений. При этом необходимо четкое представление о смысле вектора плотности тока \mathbf{j} в системе уравнений Максвелла: магнитное поле возникает при движении зарядов относительно вихревой губки, а не системы координат. Поэтому

$$\mathbf{j} = \operatorname{inv}$$

в нештрихованной и штрихованной системах отчета.

Выпишем другие инварианты:

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = \operatorname{inv}, \quad \operatorname{div} \mathbf{B} = \operatorname{inv}, \quad \operatorname{rot} \mathbf{H} = \operatorname{inv}, \quad \operatorname{div} \mathbf{D} = \operatorname{inv},$$

$$\frac{d\mathbf{D}}{dt} = \operatorname{inv}, \quad \frac{d\mathbf{B}}{dt} = \operatorname{inv}.$$

Первые четыре выражения сохраняют инвариантность как при преобразованиях Галилея, так и преобразованиях Лоренца. Последние два не сохраняют инвариантность при преобразованиях Лоренца, но сохраняют ее при преобразованиях Галилея. Поскольку по Максвеллу электромагнитные явления

связаны с механическим движением элементов мировой среды, возникает вопрос: как это согласуется с принципом относительности Галилея? Ответ для современного физика будет неожиданным: никак. Дело в том, что Галилей сформулировал очень важное дополнение к своему принципу. Производя механические опыты в трюме корабля, он показал, что эти опыты не могут дать ответа на вопрос, покоится корабль, либо движется равномерно и прямолинейно. Однако если выйти на палубу, движение корабля сразу обнаружится, ибо существуют среды – вода и воздух, в которых происходит движение. Поэтому принцип относительности может строго выполняться лишь в изолированной системе отсчета, например, интерферометре, находящемся в металлическом чехле. Как показали эксперименты Миллера (о них будет рассказано позже), стоит снять чехол и поместить интерферометр не в подвал, а под легкий деревянный навес, то движение интерферометра относительно мировой среды сразу обнаружится.

В частном случае системы отсчета, неподвижной относительно эфира (и вихревой губки) полные производные в (1) можно заменить частными, и уравнения Максвелла примут современный вид

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \mathbf{B} = 0, \quad (5)$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \mathbf{D} = \rho.$$

Уравнения (5), в чем легко убедиться, свойством галилей-инвариантности не обладают.

Как будет показано в п. 2.4., даже при малых скоростях движения уравнения (1) и (5) могут иметь принципиально отличающиеся решения, причем эксперимент однозначно свидетельствует о правильности (1) и приближенности (5). Однако для большого круга задач, связанных с расчетом поля излучения зарядов, движущихся с малыми скоростями, эти отличия малы. Поэтому область применимости упрощенных уравнений Максвелла (5) оказывается весьма широкой.

Обратим внимание на одно удивительное свойство системы (5) (а также (1)), которое ускользнуло от внимания последователей Максвелла и привело к новым драматичным математическим ошибкам, изменившим ход развития физики. Допустим, что требуется определить, как распространяется электромагнитное возмущение в вакууме от проводника малой длины, по которому в определенный момент времени начинает течь линейно растущий ток. В соответствии с третьим уравнением системы (5), это вызывает одновременное появление во всех точках пространства линейно растущего вихревого поля \mathbf{H} . Далее из первого уравнения следует, что одновременно во всех точках пространства появляется постоянное во времени вихревое поле \mathbf{E} . Никакого волнового процесса распространения полей \mathbf{E} и \mathbf{H} нет. Получается, что поля \mathbf{E} и \mathbf{H} устанавливаются в пространстве с бесконечно большой скоростью, мгновенно подстраиваясь под ток в проводнике. Отметим, что с расстоянием R эти поля спадают по закону $1/R^2$, т.е. гораздо быстрее, чем амплитуды волн дипольного излучателя в дальней зоне, убывающие как $1/R$. Анализ системы (5) показывает, что в случае, если ток изменяется нелинейно, к мгновенно подстраивающимся под него составляющим полей \mathbf{E} и \mathbf{H}

добавляются отрывающиеся от проводника компоненты, распространяющиеся со скоростью света ⁷. В дальней зоне они определяют поле излучения проводника. Несмотря на кажущуюся простоту системы уравнений (5), до сих пор не разработаны корректные методы ее решения даже для диполя или элементарного вибратора (короткого проводника), по которому протекает синусоидальный ток. В работе ⁷ предложен метод приближенного решения такой задачи. Для этого вектор **E** представляется в виде суммы кулоновой и искомой, а **H** – био-саваровой и искомой компонент. После подстановки указанных сумм в систему (5) находится приближенное решение. Следующая поправка состоит в аналогичном учете индукционных компонент. В итоге решение для **E** и **H** представляет суперпозицию кулоновой, био-саваровой и индукционных компонент, устанавливающихся в пространстве мгновенно, и отрывающейся от них поперечной волны, распространяющейся со скоростью света.

Почему же тогда в современной электродинамике считается, что в вакууме поле всегда распространяется со скоростью света? Дело в том, что это представление следует вовсе не из системы уравнений (5) (или (1), не знакомой современным специалистам), а из неоднородных волновых уравнений, в которые она была преобразована. Как оказывается, эти преобразования математически некорректны.

В.А.Ацюковский в монографии ⁸ обращает внимание на то обстоятельство, что электростатическая теорема Гаусса, записанная в дифференциальной форме $\text{div } \mathbf{D} = \rho$, используется и в динамике. В результате не учитывается запаздывание в значениях **D** при перемещении зарядов. Чтобы избавиться от бесконечных скоростей установления полей, Ацюковский записывает последнее уравнение системы (5) в виде

$$\text{div } \mathbf{D} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} = \rho,$$

где c – скорость света. Аналогично видоизменяется и теорема Гаусса для магнитного поля. Далее приводятся экспериментальные данные, которые вроде бы подтверждают новые уравнения. Однако эти данные вполне соответствуют и уравнениям (5), если их правильно решать ⁷. Кроме того, система уравнений электродинамики Ацюковского весьма далека от систем (5) и (1), которые будут предметом нашего анализа.

Максвелл никогда не сводил систему своих уравнений электродинамики к неоднородным волновым уравнениям, из которых бы следовало, что любое электромагнитное возмущение распространяется волновым образом. Для формы (1) такая операция сведения просто невозможна. В книге «Динамическая теория электромагнетизма» (1864 г.), еще до написания системы (1), Максвелл рассматривал ситуации, когда электрический потенциал ψ и векторный потенциал **A** (для которого $\text{div } \mathbf{A} = 0$, $\mathbf{V} = \text{rot } \mathbf{A}$) могут мгновенно приобретать конечное значение во всех точках пространства. Такое рассмотрение ничуть не противоречило уравнениям гидромеханики эфира, поскольку потенциал ψ по Максвеллу аналогичен давлению ², а давление в несжимаемом эфире передается с бесконечно большой скоростью. Несжимаемость эфира, разумеется, была лишь математическим приближением, означающим, что скорость продольного звука в эфире много больше скорости поперечных электромагнитных волн. Разницу между распространением поперечных волн и продольных возмущений в жидкости можно понять на простом примере. Допустим, в воду упал камень, и по ее поверхности пошли

круги – поперечные волны. Однако очевидно, что вблизи места падения появление поверхностных волн связано со смещением элементов жидкости, распространяющимся со скоростью продольного звука.

В дальнейшем Максвелл, избавляясь от математических «лесов» своей теории, стал склоняться к гипотезе, что любое электромагнитное возмущение должно распространяться подобно поперечной волне, хотя математически обосновал эту гипотезу лишь для некоторых частных случаев. В «Трактате об электричестве и магнетизме» (1873 г.), анализируя старые теории электромагнетизма, построенные на принципе дальнего действия, он явно оставлял место для возможного отступления от этой гипотезы. Кроме того, Максвелл признавал, что электромагнитная теория В.Вебера, в которой применялась постоянная, равная скорости света, а скорость передачи кулоновского и магнитного взаимодействий считалась бесконечно большой, практически эквивалентна его теории. Максвелл призывал коллег, не принимавших принцип дальнего действия, к взвешенной оценке позиции Вебера⁹. Занятость обустройством Кавендишской лаборатории и смертельная болезнь не позволили Максвеллу продвинуться далее в развитии электромагнитной теории. Его итоговый труд «Трактат об электричестве и магнетизме» (опубликованный на русском языке лишь в 1988 г.¹⁰) оказался скомканным. Значительная часть «Трактата» отводилась стационарному состоянию, а общие уравнения электромагнитного поля рассматривались менее полно, чем в предыдущих статьях. Как отмечает Дж.А.Стрэттон¹¹, с тех пор английские и американские авторы следовали структуре «Трактата», и «только оригинальный и одинокий гений Хевисайда преуспел в преодолении этого течения».

2.2. Некорректность математических преобразований Хевисайда, Фицджеральда и Герца в электродинамике

Английский электротехник О.Хевисайд известен в основном как создатель математического аппарата теоретической электротехники, основанного на операционном исчислении и векторном анализе. Об его вкладе в современную физику знают гораздо меньше, хотя в ряде областей он значительно опередил своих современников^{12,13} и даже выдвигался на Нобелевскую премию по категории «теоретическая физика». В 1882 г. Хевисайд начал использовать в электродинамике элементы векторного анализа, только что разработанные английским математиком У.Клиффордом. Хевисайд привел векторный анализ к современному виду (ввел термин «орт», записал через орты набла-оператор Гамильтона, стал обозначать векторы жирными буквами и др.). Впервые запись уравнений Максвелла в форме (5) была опубликована в 1883 г. ирландским физиком Дж.Фицджеральдом², состоявшим с Хевисайдом в постоянной научной переписке. Безусловно, что Хевисайд и Фицджеральд отдавали себе отчет в принципиальном различии между системами (1) и (5), но решили ограничиться случаем неподвижного эфира. В 1888 г. Хевисайд и через два года Фицджеральд привели систему (5) к неоднородным волновым уравнениям. Ход их выкладок близок к принятому в современных учебниках. Если ввести вспомогательные функции пространственных координат и времени – векторный \mathbf{A} и скалярный ϕ потенциалы, причем

$$\mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A}, \quad \mathbf{E} = -\text{grad } \varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}, \quad (6)$$

то подстановка (6) в (5) приводит к следующим уравнениям для векторного и скалярного потенциалов:

$$\Delta \mathbf{A} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = -\mu_0 \mu \mathbf{j} + \text{grad}(\text{div } \mathbf{A} + \frac{1}{v^2} \frac{\partial \varphi}{\partial t}),$$

$$\Delta \varphi + \frac{\partial(\text{div } \mathbf{A})}{\partial t} = -\frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0}, \quad (7)$$

где Δ – оператор Лапласа, $v = c/\sqrt{\varepsilon\mu}$ – скорость распространения электромагнитной волны в среде, c – скорость света в вакууме. При условии нормировки

$$\text{div } \mathbf{A} = -\frac{1}{v^2} \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad (8)$$

названной впоследствии именем голландского физика Г.Лоренца, векторный и скалярный потенциалы будут определяться из неоднородных волновых уравнений Даламбера

$$\Delta \mathbf{A} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = -\mu_0 \mu \mathbf{j}, \quad \Delta \varphi - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon \varepsilon_0}. \quad (9)$$

Решение последних уравнений записывается в виде т.н. запаздывающих потенциалов

$$\mathbf{A} = \int_V \frac{\mu \mu_0 \mathbf{j}(t - \frac{r}{v}) dV}{4\pi r}, \quad \varphi = \int_V \frac{\rho(t - \frac{r}{v}) dV}{4\pi \varepsilon \varepsilon_0 r}, \quad (10)$$

где r – модуль радиус-вектора точки, в которой в момент времени t отыскиваются потенциалы \mathbf{A} и φ ; V – объем, в котором распределены токи и заряды в момент времени $t - \frac{r}{v}$.

Выражения (9) и (10) были впервые получены датским физиком Л.Лоренцем еще в 1867 г. из своей собственной, независимой от Максвелла, электромагнитной теории для случая проводящей материи². Согласно Л.Лоренцу, любое возмущение в его проводящей материи распространяется со скоростью v . Максвелл же, хорошо знающий теорию Лоренца, так и не привел свои уравнения к виду (9), поскольку это было математически невозможно. Кроме того, потенциалы \mathbf{A} и φ у Максвелла имели физический смысл, не совпадающий с лоренцевским.

В 1884 г. немецкий физик Г.Герц, ученик Гельмгольца, получил уравнения (5) независимо от Хевисайда и Фицджеральда. Поэтому впоследствии

уравнения (5) стали называться уравнениями Максвелла в форме Герца-Хевисайда или уравнениями Максвелла-Герца. Цепочка рассуждений Герца, по мнению английского математика Э.Уиттекера, не претендующая на убедительность, была основана на обратной процедуре – из неоднородного волнового уравнения для векторного потенциала Герц путем интегрирования вывел (5) ². В 1888 г. Герц записал уравнения, эквивалентные (9), с использованием т.н. поляризационных потенциалов (векторов Герца ¹¹).

В 1891 г французский математик А.Пуанкаре порекомендовал использовать запаздывающие потенциалы для решения задач электродинамики ² (отметим, что Пуанкаре, по собственному признанию, не смог полностью разобраться в выкладках Максвелла и в своих исследованиях по электродинамике опирался на работы Герца). С тех пор метод запаздывающих потенциалов, несмотря на возражения Кельвина и некоторых других видных физиков, стал широко применяться. С его помощью вскоре были рассчитаны поле и мощность излучения движущегося заряда и линейного диполя. Кроме того, на основе уравнений (9) стали разрабатываться новые гидромеханические модели электромагнитных явлений, заведшие эфирные теории в тупик.

Таким образом, в 80-х годах XIX века появились четыре новые формы записи уравнений Максвелла: (5), (7), (9), а также эквивалентные (9) неоднородные волновые уравнения для векторов Герца. В современной физике изложенные выше преобразования, совершенные над системой (5), считаются математически безупречными. Более того, теоретики часто называют уравнениями Максвелла выражения (9). Однако, как было показано в предыдущем разделе на примере проводника с линейно растущим током, система (5) свидетельствует о возможности мгновенного установления полей во всем пространстве, в то время как уравнения (9) допускают распространение потенциалов и полей лишь со скоростью v . Следовательно, уравнения (5) и (9) не эквивалентны, и при выводе (9) где-то была допущена ошибка. Попробуем ее найти, но прежде отметим одно важное свойство выражений (6), получившее в физике название калибровочной инвариантности. Оно состоит в том, что при одновременном прибавлении к векторному потенциалу \mathbf{A} градиента произвольного скаляра и вычитании из скалярного потенциала ϕ производной по времени от того же скаляра векторы \mathbf{E} и \mathbf{B} остаются неизменными. Калибровочная инвариантность легко проверяется непосредственной подстановкой новых выражений для \mathbf{A} и ϕ в (6). Калибровка Лоренца в соответствии со свойством калибровочной инвариантности не может привести к изменению величин \mathbf{E} и \mathbf{B} . Следовательно, системы (7) и (9) эквивалентны, и процедура калибровка Лоренца математически корректна. А вот переход от (5) к (7) математически корректным не является. Дело в том, что после подстановки (6) в (5) дифференциальные уравнения первого порядка заменяются уравнениями второго порядка. Безобидная, на первый взгляд, подстановка на самом деле приводит к дифференцированию выражений, по своему смыслу являющихся уравнениями. Читатель на простых примерах может убедиться, что такая процедура в общем случае изменяет решение уравнений. Как справедливо отмечается в работе ¹⁴, функциональные уравнения можно дифференцировать или интегрировать только после подстановки в них решений. К сожалению, подобными математически некорректными приемами насыщены различные разделы современной электродинамики, что нередко приводит к совершенно неверным решениям. По той же причине ошибочными оказываются и выкладки Герца.

Интересно, что если в уравнениях Даламбера заменить частные производные по времени на полные, то они окажутся галилей-инвариантными, как и истинные уравнения Максвелла (1). На это обстоятельство обратил наше внимание японский физик Ч.Сано. Однако переход от (1) к неоднородным волновым уравнениям Даламбера с полными производными будет математически некорректным, как и переход от (5) к (9). Максвелловская электродинамика принципиально не сводится к волновым процессам.

Итак, Хевисайд, Фицджеральд и Герц трижды исказили содержание истинных уравнений Максвелла, сначала применив векторы вместо кватернионов, затем заменив полные производные по времени на частные и, наконец, записав неоднородные волновые уравнения. Следует отметить, что в 1890 г. Герц, видя противоречия своих уравнений с классической механикой, приступил к разработке электродинамики движущихся тел, удовлетворяющей преобразованиям Галилея. В отличие от большинства физиков, свой собственный успех в экспериментах по генерации и исследованию электромагнитных волн Герц не считал безусловным подтверждением справедливости уравнений (5) и (9). Идея Герца состояла во введении в уравнения (5) для движущегося со скоростью \mathbf{v} тела дополнительных полей: электрического $[\mathbf{vB}]$ и магнитного $[\mathbf{vD}]$, существование которых следовало из теории Хевисайда 1889 г. (см. далее). Кроме того, Герц учел появление в движущейся системе тока переноса $\mathbf{v} \operatorname{div} \mathbf{D}$. В итоге уравнения электродинамики приняли вид

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} + \operatorname{rot} [\mathbf{vB}], \quad \operatorname{div} \mathbf{B} = 0 ,$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} - \operatorname{rot} [\mathbf{vD}] + \mathbf{v} \operatorname{div} \mathbf{D}, \quad \operatorname{div} \mathbf{D} = \rho .$$

Герцу частично удалось достигнуть поставленной цели: уравнения стали галилей-инвариантными. Однако введение дополнительных полей, как мы вскоре увидим, приводило к нарушению третьего закона Ньютона при взаимодействии токов и зарядов. Поэтому Герц стал разрабатывать механику, свободную от понятия силы. Кроме того, предположение Герца о полном увлечении эфира движущимся телом вступало в противоречие с опытом Физо. Работа Герца осталась незавершенной: как и Максвелл, он был сражен смертельной болезнью. Его новая электродинамика оказалась неустойчивой и вскоре была заменена электронной теорией Г.Лоренца.

2.3. Метод эллипсоида Хевисайда и поле движущегося заряда

В 1879 г., незадолго до смерти, Максвелл предложил определять скорость мировой среды относительно поверхности Земли, измеряя время двойного прохождения луча света по одной траектории². Понимая, что результат этого опыта может оказаться неопределенным в силу захвата Землей набегающего потока эфира, Максвелл предложил также измерить скорость движения Солнечной системы относительно эфира по сравнению времен затмения спутников Юпитера. Первая идея Максвелла была реализована А.Майкельсоном в 1881 г. и в усовершенствованном варианте им же совместно

с Е.Морли в 1887 г ¹⁵ . Интерпретаторы этих опытов заявили, что в пределах погрешности экспериментов эфирный ветер не был обнаружен. Сам Майкельсон вскоре пришел к мысли, что эфир частично захватывается атмосферой, и поэтому его скорость относительно поверхности Земли значительно меньше ожидаемого значения 30 км/с – орбитальной скорости движения Земли вокруг Солнца. Майкельсон считал необходимой постановку новых опытов, желательно в условиях высокогорья. К сожалению, к тому времени уже было принято другое объяснение, предложенное Фицджеральдом в 1888 г ² . Гипотеза Фицджеральда состояла в том, что все тела, движущиеся со скоростью v относительно эфира, под действием его набегающего потока сплющиваются в направлении движения пропорционально величине v^2/c^2 . Тогда время двойного прохождения луча во взаимно перпендикулярных направлениях в опытах Майкельсона и Морли оказывается почти одинаковым, и эфирный ветер практически не обнаружим.

В том же году Хевисайд несколько видоизменил гипотезу Фицджеральда, предположив, что сжимаются также электрическое и магнитное поля движущегося тела ² . Хевисайд рассмотрел случай равномерного движения заряженной системы со скоростью v параллельно оси z . Для вакуума первое уравнение системы (9) запишется в виде

$$\Delta \mathbf{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = -\mu_0 \mathbf{j}.$$

Для составляющей A_z с учетом $\mathbf{j} = \rho \mathbf{v}$

$$\Delta A_z - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 A_z}{\partial t^2} = -\mu_0 \rho v.$$

Пусть координаты покоящейся системы отсчета будут (x, y, z) , а движущейся – (x, y, ζ) . Тогда последнее уравнение, как легко проверить, эквивалентно

$$\frac{\partial^2 A_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A_z}{\partial \zeta_1^2} = -\mu_0 \rho v,$$

где $\zeta_1 = (1 - v^2/c^2)^{-1/2} \zeta$. Решение для A_z находится в соответствии (10), но без запаздывания:

$$A_z = \int_V \frac{\mu_0 \rho v dV}{4\pi r}.$$

Если движущаяся система состоит из одного точечного заряда q , имеющего координату $\zeta = 0$, то

$$A_z = \frac{\mu_0 q v}{4\pi r (1 - v^2 \sin^2 \theta / c^2)^{1/2}},$$

где θ – угол между осью z и радиусом-вектором \mathbf{r} , $\sin^2 \theta = (x^2 + y^2)/r^2$. Далее легко вычислить магнитное поле движущегося заряда

$$H = \frac{qv \sin \theta (1 - v^2/c^2)}{4\pi r^2 (1 - v^2 \sin^2 \theta / c^2)^{3/2}},$$

а также его электрическое поле

$$E = \frac{q(1 - v^2/c^2)}{4\pi \epsilon_0 r^2 (1 - v^2 \sin^2 \theta / c^2)^{3/2}}.$$

Поверхностью равных напряженностей электрического поля оказывается не сфера, а эллипсоид. Метод эллипсоида Хевисайда предвосхитил дальнейшее развитие электродинамики и создание СТО¹⁶. Следует отметить, что идея использовать фактор $(1 - v^2/c^2)^{-1/2}$ для решения волнового уравнения в движущейся системе отсчета была использована в 1887 г. немецким физиком В.Фогтом¹⁷, показавшим, что уравнение типа

$$\Delta \varphi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0$$

сохраняет форму при переходе к новым пространственно-временным переменным

$$x' = x - vt, \quad y' = y/\gamma, \quad z' = z/\gamma, \quad t' = t - vx/c^2, \quad \gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}. \quad (11)$$

Фогт стал рассматривать t' как местное время, а величина γ впоследствии получила название лоренц-фактора.

В 1889 г. Хевисайд получил формулу для магнитной силы, действующей на движущийся заряд

$$\mathbf{F} = q [\mathbf{v} \mathbf{B}], \quad (12)$$

также впоследствии названной в честь Г.Лоренца. Затем он вывел ряд релятивистских соотношений, включая знаменитое $E = mc^2$. Для последнего соотношения Хевисайд предложил физическую трактовку, исходящую из принципа распределения энергии Максвелла. Энергия вращения эфира в вихревых трубках, формирующих электромагнитное поле, составляет $mc^2/2$, где m – масса эфира во вращающихся стенках трубок. Такую же величину должна составлять энергия поступательного движения эфира, и суммарная энергия составит mc^2 (хороший пример – катящееся со скоростью v кольцо, кинетическая энергия которого равна mv^2). В дальнейшем Хевисайд разработал теорию гравитации, которая стала предметом анализа со стороны физиков лишь в последние годы. В 1902 г. он вычислил поле релятивистского точечного заряда, движущегося с произвольным ускорением. Незнание этих работ для широкого круга физиков была связана, по-видимому, с отшельническим образом жизни Хевисайда, рано потерявшим слух, оставившим службу и проводившим исследования в собственной лаборатории (основным техническим достижением Хевисайда считается разработка системы дуплексной телефонной связи).

Вопрос, однако, состоит в том, насколько представления Фицджеральда и Хевисайда соответствуют экспериментальным данным. По Фицджеральду, заряженное тело сплющивается в направлении движения. Соответственно увеличивается напряженность электрического поля вблизи тела в направлениях, перпендикулярных движению. На расстояниях, много больших характерного размера тела, электрическое поле приближается к сферически симметричному, т.е. к полю точечного заряда. Конфигурация силовых линий электрического поля для этого случая изображена на левом рисунке.



По Хевисайду, поле заряда (который считается точечным), сплющивается в направлении движения в γ раз во всем пространстве. В направлениях, перпендикулярных движению, поле усиливается во столько же раз на любых расстояниях (правый рисунок).

В то время экспериментальные данные не позволяли сделать выбор между двумя этими гипотезами. Однако с 1905 г. Морли и Миллер, повысив точность измерений, стали получать значения скорости эфирного ветра, превосходящие погрешности экспериментов¹⁵ (подробнее об этом в п. 5.1.). В дальнейшем Миллер, а затем и Майкельсон с сотрудниками установили, что эфирный ветер экранируется металлическим корпусом прибора и стенами помещения. Сам же измерительный прибор (массивный оптический интерферометр) в силу эффекта экранировки под действием эфирного ветра свой размер не меняет. Это и позволяет регистрировать эфирный ветер. Результаты Миллера и Майкельсона подтверждаются современными измерениями с помощью радиоинтерферометров¹⁸. А вот поле быстро движущихся частиц под действием набегающего потока эфира действительно деформируется. Об этом говорят, например, эксперименты по рассеянию заряженных частиц и рождению электронно-позитронных пар. Фицджеральд рассматривал лишь случай малых скоростей. Если принять, что микрочастицы, имеющие околосветовую скорость, сплющиваются в направлении движения в $(1 - v^2/c^2)^{-1/2}$ раз (что при $v/c \ll 1$ соответствует гипотезе Фицджеральда), то в силу малой точности этих экспериментов и неопределенности в размерах микрочастиц¹⁹ сделать выбор между гипотезами Фицджеральда и Хевисайда также затруднительно. Эксперименты с релятивистскими электронами²⁰, собирающимися в сгустки до 10^{10} частиц в 1 мкм^3 , свидетельствуют, что сильное электрическое поле в направлениях, перпендикулярных движению, и на расстояниях, много больших размера сгустков, не обнаруживается. Следовательно, современные эксперименты говорят в пользу гипотезы Фицджеральда, однако эта гипотеза заведомо неприменима для массивных тел, особенно если они обладают высокой электропроводностью⁸. Следует отметить, что рядом исследователей высказывалось предположение, что в

большей степени сжимается не частица, а эфир. Как бы то ни было, и сжатие эфира, и сжатие частицы соответствуют левому рисунку.

Формула (12) приводит к парадоксу нарушения третьего закона Ньютона при взаимодействии движущихся зарядов или токов, на что обращают внимание даже авторы массовых учебников (некоторые из них делают вывод о приближенном характере третьего закона ²¹). Особенно явно этот парадокс обнаруживается, если скорости зарядов взаимно перпендикулярны, и один заряд находится на линии скорости другого. Тогда на первый заряд магнитная сила не действует, на второй действует. Учет сил реакции излучения не снимает парадокса. При малых скоростях движения зарядов магнитная сила (12) мала, и ей можно пренебречь по сравнению с кулоновой. Однако магнитной силой, действующей на участки взаимодействующих проводников в соответствии с (12), пренебречь уже нельзя. Следует отметить, что весьма распространено представление, согласно которому взаимодействие проводников ограниченной длины – абстракция, а на практике взаимодействуют контуры с током, и отмеченный парадокс снимается. Такое представление основано на ошибочном понимании третьего закона Ньютона, устанавливающего равенство сил действия и противодействия для всех элементов системы. Экспериментально нарушение третьего закона Ньютона не регистрируется даже в прецизионных измерениях (см., например, работу ²² с описанием множества опытов), и, следовательно, формула (12) имеет ограниченную область применения (почти однородное магнитное поле в ускорителях, детекторах заряженных частиц, электронно-лучевых трубках и др.). До сих пор не существует общепризнанного решения задачи о силах взаимодействия между движущимися в произвольных направлениях частицами, хотя на пути ее решения достигнуты значительные успехи ¹⁴. Парадокс нарушения третьего закона Ньютона в максвелловской галилей-инвариантной теории, разумеется, отсутствует. К сожалению, в конце XIX века физики закрыли глаза на это нарушение, хотя оно указывало на принципиальные ошибки, совершенные в электродинамике.

Как следует из материала предыдущего раздела, метод эллипсоида Хевисайда содержал в себе, по крайней мере, две серьезные ошибки. Во-первых, Хевисайд неправоммерно использовал уравнения (5), выведенные для случая неподвижной относительно эфира системы отсчета, применительно к движущейся системе. Во-вторых, Хевисайд ошибочно полагал, что системы (9) и (5) эквивалентны.

Теперь попробуем найти поле движущегося точечного заряда непосредственно из уравнений (5), помня, что их можно применять лишь для неподвижной системы отсчета. Пусть скорость заряда $\mathbf{v} = \text{const}$. Положим, что $\text{rot } \mathbf{E} = 0$ (справедливость этого равенства выясним в дальнейшем). Тогда из теоремы Гаусса $\text{div } \mathbf{E} = \rho/\epsilon_0$, выполняющейся как в статике, так и в динамике, следует выражение закона Кулона

$$\mathbf{E} = q\mathbf{r} / 4\pi \epsilon_0 r^3, \quad (13)$$

где \mathbf{r} – радиус-вектор, проведенный из точки нахождения заряда в точку, в которой требуется определить поле.

Поле \mathbf{H} движущегося заряда определим из третьего уравнения системы (5) в интегральной формулировке

$$\oint_{\Gamma} \mathbf{H} d\mathbf{l} = \oint_S \mathbf{j} d\mathbf{S} + \oint_S \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} d\mathbf{S} .$$

Выбирая в качестве контура Γ окружность, лежащую в плоскости, перпендикулярной вектору скорости, и проведя вычисление тока смещения через поверхность S , найдем

$$\mathbf{H} = q [\mathbf{v}\mathbf{r}] / 4\pi r^3 . \quad (14)$$

Поскольку контур и поверхность неподвижны, тот же результат получится из решения истинных уравнений Максвелла (1). Поле \mathbf{E} оказывается безвихревым, т.е. предположение $\text{rot } \mathbf{E} = 0$ верно. Формально (13) и (14) совпадают с известными в физике выражениями для электрического и магнитного поля равномерно и прямолинейно движущегося со скоростью $v \ll c$ заряда. Максвелловская электродинамика, противореча принятым теперь представлениям, свидетельствует, что эти выражения применимы для любой скорости. Если же руководствоваться гипотезой Фицджеральда, то окажется, что поля \mathbf{E} и \mathbf{H} заряженного тела действительно сплющиваются в направлении движения по причине деформации самого тела (см. левый рисунок). Таким образом, преобразования Хевисайда несовместимы с максвелловской электродинамикой, в то время как гипотеза Фицджеральда лишь накладывает дополнительное условие на форму движущегося тела.

Повторяя наши рассуждения для равномерного непрямолинейного движения точечного заряда с произвольной скоростью ($v = \text{const}$), можно найти, что выражения (13) и (14) и тогда остаются справедливыми. Последний вывод в еще большей степени противоречит принятым в современной электродинамике представлениям. Из него, в частности, следует, что равномерно вращающийся по окружности заряд не излучает (поля \mathbf{E} и \mathbf{H} движутся вместе с зарядом без отрыва). На самом деле, этот вывод соответствует третьему закону Ньютона⁶: здесь центробежная сила скомпенсирована удерживающей силой (например, кулоновской), а система, где силы скомпенсированы, не может передать энергию или импульс третьему телу, каким в данном случае должна служить электромагнитная волна. К сожалению, в начале XX века при построении классических моделей атома физики не обратили внимания на это простое обстоятельство.

Метод запаздывающих потенциалов приводит к заключению об излучении вращающегося заряда на частоте обращения, что проверить нелегко: обычные механические устройства слишком медленны для сколько-нибудь существенного излучения. В атомах и молекулах, находящихся в стационарном состоянии, вращающиеся электронные облака не излучают даже в соответствии с методом запаздывающих потенциалов, т.к. дипольные и мультипольные моменты, вычисленные по правилам квантовой механики, оказываются независимыми от времени. Однако вращение дипольной молекулы как единого целого согласно методу запаздывающих потенциалов должно приводить к излучению на частоте вращения. Расчет²³ показывает, что тогда тепловое вращение молекул воды в атмосфере привело бы к столь существенному росту ее коэффициента поглощения в инфракрасной области, что под вопросом было бы существование на Земле растительного и животного мира.

Читатель, знакомый с основами квантовой механики и молекулярной спектроскопии, может возразить: момент импульса молекулы квантуется, и разрешаются лишь определенные колебательно-вращательные переходы. Однако квантовая механика строилась таким образом, чтобы полностью соответствовать электродинамике¹⁹. Квантовая механика накладывает определенные условия на движение микрочастиц, но не может запрещать излучение, если оно предсказывается электродинамикой. Согласно уравнениям Максвелла (5) и (1), вращение дипольной молекулы не приводит к излучению. Излучение молекулы объяснимо лишь ее деформацией, сопровождающейся неравноускоренным движением зарядов. Иначе говоря, не вращение приводит к излучению и далее к деформации молекулы, а деформация молекулы вызывает излучение и изменение скорости вращения. Таким образом, корректное решение уравнений Максвелла устраняет кажущиеся противоречия между электродинамикой и квантовой механикой (подробнее см. работы^{23,24}).

Тем не менее, без ответа остался вопрос, какова природа циклотронного излучения, возникающего при движении заряда по окружности во внешнем магнитном поле? В релятивистском случае это излучение называют синхротронным. В 1912 г. А.Шотт вывел формулу для интенсивности излучения вращающегося заряда с учетом релятивистских поправок и эффекта Доплера. До сих пор с ее изложения начинаются монографии по синхротронному излучению²⁵. Формула Шотта предсказывает, что интенсивность излучения вращающегося заряда, как и в нерелятивистском случае, пропорциональна квадрату центростремительного ускорения. Получается, что электрон, вращающийся в синхротроне диаметром 1 м, излучает в 100 раз интенсивнее, чем электрон такой же энергии в синхротроне диаметром 10 м. Ничего подобного в эксперименте не наблюдается, характеристики синхротронного излучения практически полностью определяются лишь энергией частицы²⁶. Таким образом, речь идет о гигантском расхождении теории с экспериментом. Более того, частица излучает и на прямолинейных отрезках траектории, только поляризационные характеристики излучения оказываются другими. Как же такое несоответствие разрешается в современной физике? Дело в том, что синхротронное излучение уже давно находится во власти квантовых теорий, и для него вводят все новые квантовые поправки. Квантовые свойства частиц будут предметом нашего отдельного рассмотрения. Здесь же отметим, что с классической точки зрения, к излучению ультрарелятивистской заряженной частицы приводит ее взаимодействие с вихревой губкой – системой хаотически зарождающихся вихревых трубок в эфире, или, по квантовым представлениям, с нулевыми колебаниями поля. По Шредингеру²⁷, свободно летящая частица совершает колебания малой амплитуды по причине взаимодействия с дираковским вакуумом, причем шаг этих колебаний равен длине волны де Бройля. Излучение частицы становится сколько-нибудь значимым лишь при околосветовой скорости. Таким образом, синхротронное излучение не связано с центростремительным ускорением заряда. Считается, что циклотронное излучение имеет место даже в низкотемпературной плазме²⁸, однако следует учитывать, что вращающаяся в плазме заряженная частица будет излучать из-за ее кулонова взаимодействия с соседними зарядами.

Вычисление поля движущегося заряда в общем случае неравноускоренного движения с произвольной скоростью представляет собой гораздо более сложную задачу, чем полагается в современной релятивистской электродинамике. Общепринятый метод запаздывающих потенциалов Лиенара-

Вихерта ²⁹ дает для полей **E** и **H** точечного заряда формулы, составленные из двух членов: первый зависит только от скорости и определяет сжатое по направлению движения кулоново и био-саваррово поле (формально результат такой же, как по методу эллипсоида Хевисайда, но получен для лабораторной системы), а второй зависит от скорости и ускорения и определяет структуру излучаемой электромагнитной волны. При этом полагается, что все компоненты поля распространяются в лабораторной системе со скоростью света. В соответствии с методом непосредственного интегрирования уравнений Максвелла (5) ⁷, поле точечного заряда будет определяться движущимися вместе с зарядом кулоновой (13) и био-саварровой (14) компонентами, суперпозицией индукционных полей, также движущихся вместе с зарядом, и, наконец, волновыми компонентами, отрывающимися от индукционных полей и движущимися со скоростью света относительно неподвижного эфира. Волновые компоненты не зависят от нормального ускорения, поскольку вращение, как мы уже выяснили, не приводит к излучению. Если заряд не считается точечным, и его скорость велика, то следует учитывать его деформацию по лоренц-фактору, изменяющую вид всех компонентов.

Метод запаздывающих потенциалов приводит также к ряду парадоксов нарушения законов сохранения в классической теории излучения: самоускорения заряда, излучения при отсутствии радиационного трения, излучения покоящегося заряда. Как признается даже безусловными сторонниками релятивизма, ситуация с этими парадоксами остается неясной ³⁰. Между тем, корректное использование уравнений Максвелла (5) снимает и эти парадоксы ²³. В работе ²³ получена новая формула для мгновенной мощности дипольного излучения в нерелятивистском случае

$$N = \frac{\mu_0}{6\pi c} \left| \frac{\partial^3 P}{\partial t^3} \right| \left| \frac{\partial P}{\partial t} \right|, \quad (15)$$

где P – модуль дипольного момента. Эта формула, в отличие от общепринятой

$$N = \frac{\mu_0}{6\pi c} \left(\frac{\partial^2 \mathbf{P}}{\partial t^2} \right)^2 \quad (16)$$

(\mathbf{P} – вектор дипольного момента), удовлетворяет законам сохранения и разрешает парадоксы теории излучения. В соответствии с новой формулой равномерно вращающийся диполь (ротатор) не излучает, как не излучает и покоящийся заряд. Ч.Сано предложил в формуле (15) записать полные производные, следуя истинным уравнениям Максвелла (частное сообщение). В нерелятивистском случае это не приведет к существенной поправке в мощности излучения.

Суждение об излучении равномерно вращающегося заряда и парадоксы теории излучения возникли из решений уравнений (9). Математически некорректная процедура сведения уравнений (5) к (9) привела к нарушениям законов сохранения. Следующий из уравнений (5) вывод о бесконечной скорости распространения электрического и магнитного полей можно рассматривать как необходимое условие соблюдения законов сохранения. Введение запаздывающих потенциалов неизбежно вызывает их нарушение. В следующем разделе будет показано, что применение преобразований Лоренца в электродинамике приводит к нарушению законов сохранения даже при условии

равномерного прямолинейного движения зарядов, т.е. эти нарушения становятся тотальными.

2.4. Лармор и Лоренц как последователи ошибочных представлений Хевисайда, Фицджеральда и Герца

Английский физик Дж.Лармор длительное время разрабатывал модели эфира, взяв за основу преобразования, которые провели в электродинамике Хевисайд и Фицджеральд. В 1898 г. он закончил фундаментальный труд «Эфир и материя», опубликованный в 1900 г. и ставший настольной книгой для теоретиков начала XX века. Еще за несколько лет до написания монографии он заметил, что уравнения Максвелла инвариантны не только относительно преобразований Фогта (11), но и широкого класса других преобразований, из которых целесообразно выбрать

$$x' = \gamma (x - vt), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \gamma (t - vx/c^2), \quad \gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}. \quad (17)$$

Выражения (17) в последующем стали называться преобразованиями Лоренца. Их преимущество по сравнению с (11) состоит в том, что при малых скоростях движения они удовлетворяют контракционной гипотезе Фицджеральда. Применение подобных преобразований к уравнениям Максвелла (5), записанным для неподвижного эфира, в общем случае недопустимо. Тем не менее, Лармор вывел ряд известных теперь по СТО выражений, в частности, формулу сложения скоростей. Вслед за Хевисайдом он получил формулу для магнитной силы (12). Развивая метод Фицджеральда для вычисления мощности излучения магнитного диполя, Лармор определил мощность излучения электрического диполя. Совместить же свою электродинамику движущихся сред с моделями эфира Лармор так и не смог. Встретившись с серьезными противоречиями, он заключил, что эфир – среда нематериальная, и нет смысла искать ее элементы в абсолютном пространстве. Как отмечает Уиттекер², «этот взгляд помог теории Лармора выдержать всю последующую критику, которая основывалась на принципе относительности и которая разрушила практически все конкурирующие концепции эфира».

Голландский физик Г.Лоренц не был в курсе работ Хевисайда, Фицджеральда и Лармора и в своих исследованиях руководствовался «Трактатом об электричестве и магнетизме» Максвелла во французском переводе и ранними статьями Герца. Лоренц с недоверием отнесся к эксперименту Майкельсона 1881 г. по измерению эфирного ветра, но новые опыты Майкельсона и Морли 1887 г. вызвали у него серьезное беспокойство¹⁷. Ничего не зная о контракционной гипотезе Фицджеральда, в 1892 г. Лоренц предположил, что под действием набегающего потока эфира все тела сплющиваются в направлении своего движения в $(1 - v^2/2c^2)^{-1}$ раз. Тогда эфирный ветер в пределах точности экспериментов Майкельсона и Морли не обнаружим. В 1894 г. Лоренц узнал о гипотезе Фицджеральда и затем всегда подчеркивал его приоритет в этом вопросе. В 1895 г. Лоренц применил преобразования

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t - vx/c^2 \quad (18)$$

к уравнениям Максвелла (5). В результате он получил простые соотношения, связывающие поля в движущейся и покоящейся системах отсчета с точностью до членов первого порядка по v/c (для немагнитного вещества)

$$\mathbf{E}' = \mathbf{E} + [\mathbf{v} \mathbf{B}] , \quad (19)$$

$$\mathbf{H}' = \mathbf{H} - [\mathbf{v} \mathbf{D}] . \quad (20)$$

Соотношения (19) и (20) составили содержание т.н. теоремы соответственных состояний, а преобразования (18) стали называться преобразованиями Лоренца первого порядка. В 1895 г. Лоренц опубликовал монографию «Опыт теории электрических и магнитных явлений в движущихся телах», где вместе с указанной теоремой «открыл» и знаменитую формулу для магнитной силы (12). Формула Лоренца (12) непосредственно следует из соотношения (19), если его части умножить на заряд q .

Пытаясь построить теорию, полностью отрицающую возможность обнаружения эфирного ветра, Лоренц в 1899 г. предложил новые преобразования

$$x' = \varepsilon \gamma (x - vt), \quad y' = \varepsilon y, \quad z' = \varepsilon z, \quad t' = \varepsilon \gamma (t - vx/c^2), \quad \gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2} , \quad (21)$$

где ε – некоторый множитель, определяющий масштаб растяжений. Величину t' он называл «измененным местным временем». В 1904 г. Лоренц вернулся к своим преобразованиям, приняв $\varepsilon = 1$, и попытался применить их к уравнениям Максвелла. Допустив ошибку, Лоренц получил инвариантность лишь с точностью до членов первого порядка по v/c . Вскоре эту ошибку исправил Пуанкаре.

Как уже отмечалось, уравнения Максвелла (5) записаны в приближении неподвижного эфира, и применять к ним любого рода преобразования для нахождения полей в движущейся системе отсчета недопустимо. Покажем, что по этой причине преобразования Лоренца приводят к ошибочным результатам, несмотря на то, что сохраняют вид уравнений (5).

Заменим частные производные по x , y , z и t на частные производные по x' , y' , z' и t' , связав их с помощью преобразований Лоренца (17):

$$\frac{\partial}{\partial x} = \gamma \left(\frac{\partial}{\partial x'} - \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial t'} \right), \quad \frac{\partial}{\partial t} = \gamma \left(-v \frac{\partial}{\partial x'} + \frac{\partial}{\partial t'} \right), \quad \frac{\partial}{\partial x'} = \gamma \left(\frac{\partial}{\partial x} + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \right), \quad \frac{\partial}{\partial t'} = \gamma \left(v \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial t} \right), \quad \frac{\partial}{\partial y'} = \frac{\partial}{\partial y}, \quad \frac{\partial}{\partial z'} = \frac{\partial}{\partial z} .$$

Подставив производные в первое и третье уравнения системы (5), получим

$$\text{rot } \mathbf{E}' = - \frac{\partial \mathbf{B}'}{\partial t'}, \quad \text{rot } \mathbf{H}' = \mathbf{j}' + \frac{\partial \mathbf{D}'}{\partial t'} .$$

Раскрыв роторы, найдем связь между проекциями векторов в движущейся и покоящейся системах отсчета

$$E'_x = E_x, \quad E'_y = \gamma(E_y - vB_z), \quad E'_z = \gamma(E_z + vB_y), \quad B'_x = B_x, \quad B'_y = \gamma\left(B_y + \frac{v}{c^2} E_z\right), \quad B'_z = \gamma\left(B_z - \frac{v}{c^2} E_y\right),$$

$$H'_x = H_x, \quad H'_y = \gamma(H_y + vD_z), \quad H'_z = \gamma(H_z - vD_y), \quad D'_x = D_x, \quad D'_y = \gamma\left(D_y - \frac{v}{c^2} H_z\right), \quad D'_z = \gamma\left(D_z + \frac{v}{c^2} H_y\right),$$

$$j'_x = \gamma(j_x - v\rho), \quad j'_y = j_y, \quad j'_z = j_z$$

Оставшиеся уравнения в движущейся системе примут вид:

$$\operatorname{div} \mathbf{B}' = 0, \quad \operatorname{div} \mathbf{D}' = \rho',$$

откуда

$$\rho' = \gamma \left(\rho - \frac{v}{c^2} \rho_x \right).$$

Лоренц-инвариантными являются и уравнения Даламбера (9), но это не свидетельствует об эквивалентности систем (5) и (9). Как уже отмечалось, экспериментально деформация полей по лоренц-фактору в ускорителях не обнаруживается. Она не учитывается и при расчете самых разнообразных устройств ускорительной и рентгеновской техники³². Однако фицджеральдово сокращение заряженной частицы экспериментально подтверждается, и плотность заряда в ней увеличивается по лоренц-фактору. Соответственно изменяется и конфигурация поля, но это изменение соответствует лоренцевому лишь вблизи частицы (см. рисунки в п. 2.3.). Поэтому приведенные формулы преобразований Лоренца для электромагнитного поля к действительности имеют весьма слабое отношение.

Ошибочными эти формулы оказываются даже в нерелятивистском случае. В пределе $v^2/c^2 \ll 1$ из формул преобразований Лоренца вытекает теорема соответственных состояний (19,20). Как теперь принято считать, выражения (19,20) иллюстрируют неразрывную связь электрического и магнитного поля, образующих единое электромагнитное поле. В соответствии с ними движение заряда приводит к возникновению в неподвижной системе отсчета магнитного поля, а движение магнита сопровождается возникновением в неподвижной системе электрического поля. Первое утверждение, безусловно, верно и подтверждается практикой. Второе утверждение ошибочно, что было показано еще Фарадеем: цилиндрический магнит, вращающийся вокруг оси, не индуцирует э.д.с. в покоящемся диске с той же осью. Равномерное поступательное движение магнита, как свидетельствует опыт, также не приводит к возникновению э.д.с. в покоящейся системе, где $\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0$ ³³.

К сожалению, Лоренц не был знаком с результатами экспериментов Фарадея по униполярной индукции (как и теперь абсолютное большинство физиков). Между тем, эксперименты Фарадея полностью соответствуют уравнениям Максвелла (1), если применить к ним преобразования Галилея (4), и имеют очень простое объяснение: в первом уравнении системы (1) отсутствует плотность тока магнитных зарядов, в то время как в третьем уравнении этой системы имеется плотность тока электрических зарядов. Поэтому, если вращается диск, то э.д.с. появляется. Отсутствие обратимости индукционного эксперимента Фарадея объяснимо и в рамках уравнений Максвелла (5), записанных для абсолютной системы отсчета, связанной с неподвижным эфиром. В самом деле, движение зарядов в проводнике приводит к возникновению магнитного поля. Естественно, что поля магнита и зарядов

взаимодействуют. Если заряды вместе с проводником покоятся, то у них нет магнитного поля, и взаимодействовать с полем магнита просто нечему. Согласно же СТО эффект должен быть обратимым: э.д.с. не может зависеть от того, что движется, магнит или проводник. Поэтому приходится признать, что современное представление об едином электромагнитном поле и относительном характере величин \mathbf{E} и \mathbf{H} совершенно несостоятельно.

Обратим внимание еще на одно важное обстоятельство. При $v^2/c^2 \ll 1$ преобразования Лоренца переходят в преобразования Галилея. Уравнения Максвелла (5) не обладают свойством галилей-инвариантности. Следовательно, никакого плавного перехода между классической механикой, уравнениями (5) и представлениями Лоренца нет, и они несовместимы. Тем не менее, в литературе преобразования Галилея применяются к уравнениям Максвелла (5) в нерелятивистском случае.

Однако наибольшее число парадоксов и противоречий с экспериментом возникает при использовании вытекающей из выражения (19) формулы Лоренца (12) для магнитной силы. Применение формулы Лоренца приводит не только к нарушению третьего закона Ньютона при взаимодействии зарядов и токов, но и к невозможности объяснения ряда известных по литературе опытов Ампера, Фарадея, Грано, Пепписа, Николаева и других исследователей²². Г.В.Николаеву удалось объяснить эти опыты и разрешить парадокс нарушения третьего закона Ньютона лишь ценой введения еще одного вида магнитного поля и соответствующего ему продольного магнитного взаимодействия²².

Попробуем выяснить вопрос о применимости формулы Лоренца в рамках уравнений Максвелла (1). Если осуществить переход от покоящейся системы к движущейся с помощью преобразований Галилея (4), то выяснится, что выражение (19) будет безусловно справедливым лишь в случае однородного магнитного поля, когда $\frac{d\mathbf{B}}{dt} = \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$. В общем случае неоднородного магнитного поля формулу Лоренца следует считать приближенной.

Допустим, что первый движущийся заряд находится на линии скорости второго заряда. Тогда второй заряд в точке нахождения первого не создает магнитного поля. Но это вовсе не означает, что с его стороны на первый заряд не действует магнитная сила: магнитные поля зарядов перекрываются и, значит, взаимодействуют, причем, как показывает эксперимент, в полном согласии с третьим законом Ньютона. В соответствии с принятой в физике терминологией такое взаимодействие следует считать нелокальным. Находить силы следует с учетом распределения полей во всей области их взаимодействия по уравнениям (1), а не применением формулы Лоренца, которая противоречит третьему закону Ньютона и подразумевает локальность магнитного взаимодействия. Современная физика считает электромагнитное взаимодействие локальным, что неверно.

Ярким проявлением нелокального взаимодействия принято считать эффект Ааронова-Бома³⁴, экспериментально изученный в 60-е годы XX века. Этот эффект признается чисто квантовым и состоит в изменении характеристик движения микрочастицы под действием магнитного поля, полностью скомпенсированного в области ее нахождения, но имеющего там ненулевые векторный или скалярный потенциалы. Однако через два десятилетия были поставлены классические аналоги опыта Ааронова-Бома, показавшие, что подобный эффект имеет место и в обычной электротехнике²². На самом деле, сила, проявляющаяся в опыте Ааронова-Бома, это та же самая магнитная сила,

которая возникает при взаимодействии классических зарядов и токов и обеспечивает точное соблюдение третьего закона Ньютона ¹⁴.

Другим примером несостоятельности формулы Лоренца служит работа мощных ускорителей, в которых формируются сгустки заряженных частиц с фантастической плотностью заряда ²⁰. Причина образования разрывов в пучках заряженных частиц давно известна и связана с т.н. фазировкой их движения в электрическом поле. Однако силы, способные удерживать частицы в таких сгустках, в современной релятивистской физике не известны. Если же рассмотреть данную ситуацию, исходя из того, что поле заряда удовлетворяет формулам (13, 14) и при взаимодействии зарядов соблюдается третий закон Ньютона, то окажется, что магнитные силы имеют сжимающее действие как в поперечном, так и продольном направлениях. Подобное сжимающее действие магнитных сил должно иметь место в каналах сильноточных разрядов (пинчах), лидерах длинных искр, порциях эмиссионных электронов (т.н. эктонах) и т.д. Несмотря на то, что продольное магнитное взаимодействие уже давно изучается, большинство физиков все еще остается в рамках представления о правильности формулы Лоренца. Подчеркнем, что это взаимодействие не противоречит уравнениям Максвелла (1) или (5) при их правильном использовании и не свидетельствует о существовании еще одного вида магнитного поля. Впрочем, множество электротехнических экспериментов выходит за рамки максвелловской электродинамики из-за проявления эффектов вязкости и сжимаемости эфира ⁸, но это тема для специального рассмотрения.

Следует отметить, что Лоренц, так же как Хевисайд, Фицджеральд и Лармор, связывал эффекты контракции и замедления хода времени с динамическим воздействием эфира на движущиеся тела. В дальнейшем он, однако, публично стал всячески поддерживать кинематическую теорию Эйнштейна, отрицающую эфир. При этом Лоренц продолжал без афиширования развивать основанную на концепции эфира электронную теорию, и, в частности, разработал гидродинамическую модель вихревой губки, из которой вытекала формула $E = mc^2$. Поздние работы Лоренца остались неизвестными широкому кругу физиков. Причина столь странного поведения Лоренца раскрыта в посвященной его памяти статье знаменитого советского физика В.К.Фредерикса и лежит вне физики ³¹.

3. Возникновение СТО

3.1. Принцип относительности и теория относительности Пуанкаре

В современной учебной литературе, излагающей основы СТО, имя Пуанкаре почти не встречается. До недавнего времени такая же ситуация сохранялась и в научной литературе. Однако в 1988 г. академик А.А.Логунов опубликовал обстоятельное исследование ³⁵ теории Пуанкаре, после чего замалчивать или принижать роль французского математика в создании СТО для советских и российских физиков стало просто неприлично. Теперь настало время сказать правду: истинным творцом механики и электродинамики больших скоростей был именно Пуанкаре, а вклад Эйнштейна и Минковского был гораздо меньше. Сам же Пуанкаре со свойственной ему осторожностью

оценивал свои результаты как некоторое дополнение и видоизменение исследований Лоренца.

Понимание взглядов Пуанкаре невозможно без учета того факта, что он стоял у истоков математических методов электродинамики и в 1891 году рекомендовал использовать запаздывающие потенциалы в расчетах полей движущихся зарядов. Как мы выяснили, метод запаздывающих потенциалов основан на очень существенной, но незаметной математической ошибке. Возможно, это самая драматичная математическая ошибка в истории науки. Из этой ошибки следует вывод о распространении любых электромагнитных возмущений со скоростью света, противоречащий как истинным уравнениям Максвелла (1), так и их частному случаю – форме Герца-Хевисайда (5). Все последующее, что сделал Пуанкаре в электродинамике и механике больших скоростей, служит яркой иллюстрацией того, как гений способен построить строгую, убедительную и красивую математическую теорию даже на ошибочных предпосылках.

В своих ранних исследованиях по электродинамике Пуанкаре ориентировался в основном на работы французского ученого А. Ампера и немецкой школы, прежде всего, Гельмгольца и Герца. О реакции Пуанкаре на запоздалую попытку Герца создать галилей-инвариантную электродинамику нам не известно. Пуанкаре изучал труды Фарадея, но с достижениями других британских предшественников и последователей Максвелла был знаком гораздо хуже, по-видимому, из-за плохого знания английского языка. После чтения французского перевода «Трактата об электричестве и магнетизме» у Пуанкаре выработалось весьма критическое отношение к сложным рассуждениям Максвелла об устройстве эфира, и к исследованию уравнений электромагнетизма в форме кватернионов или (1) Пуанкаре так и не приступил. Тем не менее, он очень внимательно следил за экспериментами в области оптики и электродинамики.

Поскольку о теории относительности Пуанкаре теперь уже достаточно много написано (см. работы ³⁵⁻³⁷), остановимся лишь на некоторых ключевых моментах. Анализ эксперимента Майкельсона-Морли привел Пуанкаре в 1895 г. к выводу, что оптические и электромагнитные явления зависят только от относительного движения материальных тел ³⁸. Это была «слабая» формулировка принципа относительности, и, как следует из экспериментов Миллера и Майкельсона 20-х годов XX века, вторая ошибочная предпосылка теории Пуанкаре. При этом необходимо принимать во внимание конвенциональный, условный характер этого и всех последующих положений Пуанкаре. Конвенции (соглашения) не имеют характера абсолютной истины и по мере получения новых знаний могут изменяться. В 1898 г. Пуанкаре опубликовал вызвавшую широкий резонанс статью «Измерение времени», поставившую под сомнение объективное понятие одновременности и предлагавшую определять равенство двух длительностей так, чтобы формулировка естественных законов была наиболее простой и удобной. В 1900 г. в статье «Теория Лоренца и принцип реакций» Пуанкаре дал физическую интерпретацию введенного Лоренцем «местного времени» как времени, соответствующего показаниям часов, синхронизированных световым сигналом в предположении постоянства скорости распространения света в двух противоположных направлениях. Для выполнения принципа равенства действия противодействию Пуанкаре наделил электромагнитное излучение с энергией E массой E/c^2 . На открытии физического конгресса 1900 г. он задал вопрос «А наш эфир – существует ли он в действительности?», но не ответил

на него отрицательно, признавая, что динамическая теория Лоренца не противоречит существованию эфира и дает удовлетворительное объяснение экспериментам. В 1901 г. Пуанкаре представил уравнения механики в групповых переменных и придал им новую, инвариантную форму. Общую формулировку принципа относительности, согласно которому «законы физических явлений должны быть одинаковыми для неподвижного наблюдателя и для наблюдателя, совершающего равномерное поступательное движение»³⁸ относят к 1904 г., хотя подобные мысли Пуанкаре высказывал и раньше. Далее он ввел понятие группы Лоренца и сформулировал требование инвариантности законов физики относительно преобразований Лоренца, применил их к уравнениям Максвелла (5) и получил требуемую инвариантность, чем исправил ошибку Лоренца. К концу 1904 г. математическое и концептуальное содержание работ Пуанкаре уже перекрывало таковое у работ Эйнштейна в области электродинамики движущихся сред за 1905 – 1907 гг., только оно было разбросано по множеству статей и докладов.

Почему же до сих пор Пуанкаре не признан истинным творцом СТО? Ответ находим в книге А. Пайса¹⁷, наиболее авторитетного исследователя творчества Эйнштейна. Оказывается, Пуанкаре не смог получить преобразования Лоренца из принципа относительности, и ему понадобилась дополнительная гипотеза о том, что движущиеся тела испытывают однородное сокращение в направлении движения. Эйнштейну же эта гипотеза не потребовалась. Читателю, познакомившемуся с нашим кратким анализом работ Хевисайда, Фицджеральда, Лармора и Лоренца, должно быть ясно, что инвариантность законов электродинамики в покоящейся и равномерно прямолинейно движущейся системах отсчета и выполнение «слабой» формулировки принципа относительности обеспечивают не только преобразования Лоренца, но и преобразования Фогта или Хевисайда, преобразования первого порядка, и, как можно показать³⁹, огромное множество других преобразований. Поэтому контракционная гипотеза Фицджеральда-Лоренца была совершенно необходима в теории Пуанкаре, и точку зрения Пайса и других историков науки следует считать ошибочной. Другой аргумент состоит в том, что якобы лишь Эйнштейн разглядел все следствия из принципа относительности и выяснил подлинную природу связи между пространством и временем. Однако анализ свойств пространства и времени в многочисленных статьях и выступлениях Пуанкаре как по объему, так и глубине поставленных вопросов значительно превосходил эйнштейновский. Иногда отмечается еще тот момент, что Эйнштейн, в отличие от Пуанкаре, нашел решимость отказаться от концепции эфира как мировой среды. На самом деле, в теории относительности Пуанкаре эфир не требовался, и вопрос об отказе от него незачем было ставить.

Но впереди у Пуанкаре были еще две работы под общим названием «О динамике электрона». Первая статья появилась в свет 5 июня 1905 г. одновременно с докладом в Академии Наук в Париже (знаменитая работа Эйнштейна была принята редакцией «Annalen der Physik» только 30 июня). Пуанкаре кратко сформулировал выводы своих предыдущих статей и выступлений и, в частности, рассмотрел преобразования Лоренца (21), показав, что эти преобразования вместе с пространственными вращениями образуют группу, если $\epsilon = 1$. Принципиально новым моментом статьи стала идея о необходимости привести теорию тяготения в соответствие с преобразованиями Лоренца. Пуанкаре заключил, что законы Ньютона

требуется заменить и должны существовать гравитационные волны. Через полтора месяца в печать была направлена вторая объемная статья⁴⁰, вышедшая в свет лишь в 1906 г. Она содержала все основные результаты СТО в их современном виде (их длинный перечень приведен Логуновым³⁵), но, поскольку была опубликована в итальянском математическом журнале, оказалась почти незамеченной ведущими физиками. В отличие от Эйнштейна, Пуанкаре применял строгий математический язык, оперируя понятиями теории групп и вводя ряд четырехмерных величин и четырехмерное пространство с одной мнимой координатой, названное им миром. Практически во всех вопросах теория Пуанкаре на голову превосходила все последующие работы Эйнштейна, а в исследовании инвариантов – даже работы Минковского. После 1905 г. Пуанкаре свою теорию не развивал, полагая, что необходимо ждать новых экспериментальных результатов. Кроме того, Пуанкаре допускал возможность корректировки физических конвенций, и, следовательно, всей теории.

Среди предшественников Эйнштейна необходимо упомянуть еще, как минимум, троих выдающихся ученых. Английский физик Дж.Дж.Томсон независимо от Хевисайда и Лармора развивал вихревую теорию эфира и получил близкие результаты, в частности, формулу $E = mc^2$ (1903 г.). Ошибочную формулу $E = 3mc^2/4$ и выражение для массы сферического заряда, аппроксимируемое формулой $m = m_0\gamma$, он получил еще в 1881 г. Вскоре после введения Планком кванта действия h Томсон показал, что выражение $E = hv$ связано с квантованием энергии вихревого кольца. Австрийский физик Ф.Газенорль в 1904 г. вывел формулы для электромагнитной массы, а также взаимосвязи энергии и массы (первоначально с ошибочным коэффициентом). Немецкий физик М.Абрагам в 1902 г. рассчитал электромагнитную энергию и импульс для твердого электрона, причем его расчеты, представленные в виде математических рядов, оказались весьма близкими к результатам Лоренца и Пуанкаре. В 1904 г. Абрагам вслед за Хевисайдом вычислил поле релятивистского точечного заряда, движущегося с произвольным ускорением. В дальнейшем он вернулся к классическим представлениям неподвижного эфира и отказался от лоренц-инвариантности.

К сожалению, многие важные работы того времени оказались забытыми. После канонизации Эйнштейна¹⁷ исследования по теории эфира были практически вычеркнуты из истории физики. В 2001 г. российским издателям удалось выпустить первый том монографии Э.Уиттекера «Истории теорий эфира и электричества»², который быстро исчез с прилавков книжных магазинов. Второй же том⁴¹, рассматривающий работы 1900 - 1926 гг., до сих пор не издан. Причина, по-видимому, в «недооценке» знаменитым английским математиком роли Эйнштейна в создании теории относительности. Соответствующая глава в книге Уиттекера носит название «Теория относительности Пуанкаре и Лоренца».

3.2. Специальная теория относительности Эйнштейна (СТО)

Речь пойдет о теории, созданной Эйнштейном в 1905-1907 гг. и названной им теорией инвариантов. Название не прижилось, по предложению М.Планка был принят происходивший от работ Пуанкаре и первой статьи Эйнштейна

термин «теория относительности», а затем добавилось слово «специальная». Среди упомянутых выше физиков Эйнштейн был, безусловно, наименее осведомлен в вопросах электродинамики. Физико-математическую подготовку Эйнштейн получил в цюрихском политехникуме, где преподавание велось на немецком. Несмотря на то, что политехникум готовил обычных школьных учителей, среди преподавателей были специалисты мирового класса. Курс математики читали А.Гурвиц и Г.Минковский, а физики – Г. Вебер. Максвелловская электродинамика не входила в программу, и Эйнштейн изучал ее самостоятельно по популярному учебнику А.Фёппля¹⁷. Кроме того, он читал какие-то работы Кирхгофа, Гельмгольца и Герца. Отношения с преподавателями у Эйнштейна не складывались, он нередко им дерзил и прогуливал занятия. Минковский в лицо называл Эйнштейна бездельником, хотя и признавал наличие у того способностей. Вебер также считал Эйнштейна способным студентом, но отмечал, что ему «ничего нельзя сказать»¹⁷. Через несколько лет, узнав о смерти Вебера, Эйнштейн заявил, что эта смерть пойдет политехникуму на пользу. После переезда в 1902 г. в Берн и устройства на работу в патентное бюро Эйнштейну посчастливилось достать изданную на немецком книгу Лоренца «Опыт теории электрических и магнитных явлений в движущихся телах». Английского языка Эйнштейн не знал, работ Фарадея, Максвелла, Кельвина, Хевисайда, Лармора и других классиков британской школы не читал. Зато Эйнштейн прекрасно разговаривал на французском (один из официальных языков Швейцарии, где он жил с 1893 г.). Как отмечается в книге А.Пайса¹⁷, Эйнштейн в Берне вместе с друзьями по философскому кружку «Академия Олимпия» регулярно устраивал вечера с чтением и обсуждением произведений Юма, Маха и Пуанкаре. Особенно сильное впечатление на собравшихся произвел сборник трудов Пуанкаре «Наука и гипотеза» за 1902 г., где уже содержались основные наброски будущей теории относительности («слабая» формулировка принципа относительности, понятие одновременности, риторический вопрос о существовании эфира и даже формула $E = mc^2$). Насколько был знаком Эйнштейн с последующими трудами Пуанкаре, неизвестно. К словам Эйнштейна о своих знаниях до 1905 г. относиться с доверием нельзя, ибо по его утверждению, он не был знаком даже с опытом Майкельсона-Морли 1887 г., хотя тот был подробно разобран в монографии Лоренца. Очевидно лишь одно: Эйнштейн не любил работать с литературой. Поэтому и понимание работ Пуанкаре у Эйнштейна оказалось поверхностным.

Статья Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел» вышла из печати через два месяца после ее получения редакцией. Читателям было представлено весьма странное произведение. В статье не содержалось литературных ссылок и даже каких-либо указаний на идеи и результаты предшественников. Налицо было грубейшее нарушение научной этики. Статья была перегружена долгими рассуждениями, часть которых проводилась от лица некоего Наблюдателя (то с определенным артиклем, то без), который совершал мысленные эксперименты. Концептуальное и математическое содержание было, по существу, вольным изложением работ Пуанкаре. Новый и оригинальный момент состоял в отказе от эфира. На риторический вопрос Пуанкаре в сборнике «Наука и гипотеза» Эйнштейн ответил отрицательно. Эйнштейн привел два аргумента в пользу этого отказа: во-первых, отсутствие эфирного ветра в экспериментах и во-вторых, индукционные опыты, согласно которым эффект не зависит от того, что двигать – магнит или проволоку. Оба аргумента были почерпнуты из книги Лоренца. Второй аргумент, как уже было выяснено, на самом деле

противоречил экспериментам Фарадея ⁴². Следует отметить, что после канонизации Эйнштейна в учебниках сохранились лишь описания индукционных экспериментов с вращающимся диском, объяснимые в рамках СТО (см., например, издание книги И.Е.Тамма «Основы теории электричества» от 1929 г.). Поэтому до сих пор физики и даже многие электротехники не знают, что СТО противоречит элементарным электротехническим опытам.

Теория Эйнштейна базировалась всего на двух постулатах. Первый представлял перефразировку принципа (постулата) относительности Пуанкаре. О смысле второго физики гадают до сих пор. Вот его формулировка: «Каждый луч света движется в «покоящейся» системе координат с определенной скоростью v независимо от того, испускается ли этот луч покоящимся или движущимся телом»⁴³. Возникает естественный вопрос: зачем нужен постулат, непосредственно следующий из законов электродинамики, т.е. уравнений Максвелла (5), которые в дальнейшем Эйнштейн использует? Позднее Эйнштейн признался, что этот постулат был подсказан теориями, основывающимися на гипотезе неподвижного эфира ³⁶. Так что очевидна, по крайней мере, непродуманность в логическом построении теории. В современных учебниках и книгах по истории физики утверждается, что Эйнштейн на основе двух постулатов при некоторых дополнительных условиях вывел преобразования Лоренца и получил все релятивистские соотношения. Вывод преобразований Лоренца в статье «К электродинамике движущихся тел» действительно имеется, но он использует классическое правило сложения скоростей и в настоящее время забыт как досадный курьез в биографии Эйнштейна. Если открыть сборник трудов Эйнштейна ⁴³, то обнаружится, что последовательного вывода преобразований Лоренца нет и в последующих статьях. А был ли возможен такой вывод? Как уже выяснилось, инвариантность уравнений Максвелла (5) в покоящейся и движущейся системах отсчета обеспечивают не только преобразования Лоренца (15), но и множество других преобразований. Все они удовлетворяют как первому, так и второму постулатам Эйнштейна. Почему же тогда Эйнштейн выбрал именно преобразования Лоренца? Никаких дополнительных условий, достаточных для их вывода, у Эйнштейна нет. Скорее всего, он вполне сознательно сымитировал вывод заранее известных формул.

Выводы преобразований Лоренца, которые предлагают современные учебники, также оказываются имитацией. Они основаны на статье Эйнштейна 1907 г. «О принципе относительности и его следствиях» ⁴³, а также обзорах М.Лауэ и В.Паули ¹⁶, где утверждается, что преобразования Лоренца получаются после простых вычислений из условия движения светового сигнала со скоростью c как в подвижной, так и неподвижной системах отсчета. Это выражается в необходимости совместного решения уравнений

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2,$$

и

$$(x')^2 + (y')^2 + (z')^2 = c^2 (t')^2.$$

При поиске коэффициентов, связывающих координаты и время в подвижной и неподвижной системах, в учебнике ⁴⁴ производится почленное деление выражений на t . Однако при решении используются координаты $x' = y' = z' = 0$, когда $t' = 0$ и $t = 0$, т.е. речь идет о делении на нуль! Подробный анализ такого «вывода» преобразований Лоренца содержится в работах ^{45, 46}. В учебнике ²¹, например, производится почленное умножение на нуль, но это не меняет

существа дела. Незаконное обращение с нулем ³⁹ имеет место и в более солидных учебниках ²⁹, где до записи преобразований Лоренца «доказывается» инвариантность интервала Δs между событиями:

$$\Delta s^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2 - \Delta y^2 - \Delta z^2 = \text{inv.}$$

Некорректность таких «доказательств» связана с переходом от частного случая к общему: из частного условия $\Delta s' = \Delta s = 0$ делается вывод об инвариантности интервала в общем случае его неравенства нулю. Остается только поражаться, каким образом авторы многочисленных учебников и монографий до сих пор продолжают тиражировать подобную мистификацию! Или же они все-таки переступают через свою совесть и не решаются сказать правду: последовательной теории относительности, основанной на двух постулатах, попросту не существует! Тем не менее, у изучающего СТО по современным учебникам действительно создается иллюзия логичности вывода преобразований Лоренца на основе двух постулатов Эйнштейна и дополнительных рассуждений об однородности и изотропности пространства и времени.

После получения преобразований Лоренца с помощью классического правила сложения скоростей в статье «К электродинамике движущихся тел» Эйнштейн делает вывод о сокращении длины и растяжении времени в движущейся системе, записывает релятивистский закон сложения скоростей, формулу для эффекта Доплера (для получения которой почему-то использует то же классическое правило), показывает инвариантность (ковариантность) уравнений электродинамики и делает вывод о невозможности достижения скоростей, превышающих величину c (о чем писал Пуанкаре в 1904 г.), т.е. приводит уже известные результаты.

Зададим вопрос, какая судьба ждет теоретическую статью, в которой отсутствует новизна в математическом содержании, основополагающие формулы получены с помощью нелепой математические ошибки, а сама статья написана неизвестным автором и напечатана периферийным научным журналом? Ответ почти очевиден: статья осталась бы незамеченной. Уверенность в таком ответе только усилится, если учесть, что авторы альтернативных и опубликованных ранее теорий широко известны. Однако естественный ход событий был грубо нарушен. Текст статьи Эйнштейна телеграфом передали в редакцию газеты «Нью-Йорк Таймс», и вскоре крупнейшие издания мира писали о гениальном ученом. Физики первоначально узнавали об Эйнштейне из газет, и лишь затем, если у них была возможность, обращались к первоисточнику. Мощная пропагандистская кампания сопровождала почти всю дальнейшую научную, общественную и политическую деятельность Эйнштейна и привела к достижению поставленной задачи: крупнейшие политические деятели стали почитать за честь встретиться с Эйнштейном. На вопрос корреспондентов о своей необычной популярности Эйнштейн отшучивался, что он всего лишь написал несколько статей, а все остальное сделали газетчики.

Разумеется, что цель столь мощной пропаганды состояла не в желании направить физику на правильный путь развития. Политическая деятельность Эйнштейна в начале XX века – тема для историков, но поскольку они молчат, то придется сказать несколько слов и об этом. Именно в Швейцарии, нейтральном государстве и банковском центре Европы, в 1897 г. была основана Всемирная сионистская организация. Эйнштейн был знаком с ее

лидерами, а с Х.Вейцманом, будущим первым президентом Израиля, их через несколько лет связали крепкие деловые отношения (именно Вейцману принадлежит известный афоризм «Эйнштейн объяснял мне свою теорию каждый день, и вскоре я уже был совершенно уверен, что он ее понял»). Сионисты сделали ставку на Эйнштейна как человека, чье имя будет способствовать достижению главной цели – построению еврейского государства. К возложенной на него миссии Эйнштейн относился с полной ответственностью, хотя она сильно отвлекала от научной работы. Вложенные в «раскрутку» его имени деньги оправдались: став знаменитым и объездив множество стран, Эйнштейн способствовал консолидации еврейской нации и собрал немало средств, требующихся для организации жизни евреев в Палестине¹⁷. Цели у сионистов на словах были вполне благородны, а методы их достижения, увы, не всегда. То же относится и к сотрудничавшим с сионистским движением социалистическим и коммунистическим партиям. Политика, как известно, редко делается чистыми руками. Эйнштейн действительно сыграл выдающуюся роль в сионистском (и даже коммунистическом¹⁷) движении, хотя и отказался после смерти Вейцмана от поста президента Израиля по причине плохого здоровья. Впрочем, Эйнштейну не был свойственен прагматизм, необходимый крупному политическому деятелю, в своей общественной деятельности, как и в науке, он оставался романтиком. Лидеры сионизма официально держали Эйнштейна на дистанции от себя как человека политически наивного и способного необдуманными заявлениями нанести ущерб движению¹⁷.

В сентябре 1905 г. Эйнштейн написал краткое сообщение для «Annalen der Physik», в котором вывел соотношение $E_0 = mc^2$ для энергии покоя. В 1906 г. Эйнштейн опубликовал две небольшие статьи, касающиеся движения центра тяжести и возможности определения лоренц-фактора из экспериментов с β -излучением. В 1907 г. вышла работа, где было получено выражение γmc^2 для полной энергии и приведены законы преобразования энергии и импульса в присутствии внешних сил. Наконец, в том же году Эйнштейн опубликовал обзорную статью по теории относительности с обсуждением экспериментов с β -излучением и вопросов релятивистской термодинамики. На этом построение эйнштейновской СТО было в основном завершено.

Следует сказать, что если принять преобразования Лоренца за третий постулат, эйнштейновскую СТО действительно можно признать физической теорией, хотя и алогичной^{47, 48}. Теорию Пуанкаре, напротив, можно считать математически строгой и логичной, хотя и основанной на ошибочных конвенциях. Обсуждение вопросов логики – дело долгое и малопродуктивное. Поэтому совершенно бессмысленно анализировать, например, логику эйнштейновского Наблюдателя. Наша задача – сопоставить выводы СТО с экспериментом.

Как уже отмечалось, постулаты СТО и ее выводы противоречат измерениям скорости эфирного ветра и элементарным индукционным опытам в нерелятивистском случае ($v \ll c$). СТО, также как теории Хевисайда, Лармора и Лоренца, приводит к нарушению третьего закона Ньютона при взаимодействии токов и зарядов, которого на практике нет. Вообще говоря, в опытах с макроскопическими телами СТО никоим образом не подтверждается. Это легко понять из содержания предыдущих разделов: массивное тело из-за эффекта экранировки потока эфира свой размер не меняет, не деформируются и его атомы. Уже давно известно, что звездная aberrация соответствует классическим расчетам, а не СТО, и что во всех расчетах траекторий

космических летательных аппаратов используется классическое, а не релятивистское правило сложения скоростей. Попытки внесения релятивистских поправок в расчеты движения космических объектов приводят к несоответствию с данными наблюдений. Разработанная в 70-е годы XX века релятивистская небесная механика оказалась совершенно невостребованной. Сравнительно недавно было обнаружено, что эксперименты с атомными часами на самолетах на самом деле не подтверждают теорию относительности⁴⁹, а атомные часы на спутниках идут так же, как в центре управления полетами⁴⁶. Это также неудивительно: в металлическом корпусе летательного аппарата часы не подвергаются воздействию набегающего потока эфира (об эффектах ОТО будет сказано отдельно). Не меньшие противоречия с опытом обнаруживаются и в релятивистской электродинамике: поля **E** и **H** движущихся зарядов сплющиваются только вблизи них (п. 2.3.), что свидетельствует лишь о контракции частиц, но никак ни полей. В общем случае СТО не допускает представления полей с помощью силовых линий⁵⁰ – основы учений Фарадея и Максвелла (линии поля на правом рисунке в п. 2.3. относятся лишь к точечному заряду). СТО не может объяснить факта образования сгустков частиц с огромной плотностью заряда в ускорителях, имеется гигантское расхождение между теорией и практикой в характеристиках синхротронного излучения и т.д.

Почему же тогда авторы книг до сих пор заявляют, что «экспериментальной физикой накоплен богатейший материал, однозначно подтверждающий СТО»³⁷? Главная причина кроется в том, что все старые экспериментальные факты, противоречащие СТО, были изъяты из учебников еще в 20-30 гг. XX века, а все новые в них не допускаются. К объективному анализу результатов релятивистских экспериментов современные физики, с юности впитавшие веру в теорию относительности, в большинстве своем не готовы.

Теперь пойдет речь о том, какие выводы СТО подтверждаются, и при каких условиях. Во-первых, всей совокупностью экспериментальных данных подтверждается замедление течения времени для быстро движущихся элементарных частиц, атомов и ионов. Во-вторых, косвенно подтверждается лоренцево сокращение размера частиц в направлении движения (см. п. 2.3.). Следует отметить, что указанные факты свидетельствуют о справедливости не только СТО, но и ряда ранее предложенных теорий. В-третьих, подтверждаются некоторые следствия из основных соотношений СТО для свободно движущейся частицы

$$E^2/c^2 = \mathbf{p}^2 + m^2c^2, \quad \mathbf{p} = E \mathbf{v}/c^2, \quad (22)$$

где E - энергия, \mathbf{p} – импульс, m - масса, \mathbf{v} – скорость частицы. Пользуясь (22), вторым законом Ньютона для импульса и определением ускорения \mathbf{a} как производной от импульса по скорости, можно найти для действующей на частицу силы \mathbf{F} ^{16, 43, 51}

$$\mathbf{F} = m\gamma\mathbf{a},$$

если $\mathbf{F} \perp \mathbf{v}$, и

$$\mathbf{F} = m\gamma^3\mathbf{a},$$

если $\mathbf{F} \parallel \mathbf{v}$.

Считается, что оба уравнения подтверждаются практикой работы ускорителей, если полагать, что при больших скоростях справедливо выражение силы Лоренца и величина заряда не меняется. О точности соблюдения этих уравнений при $v \approx c$ в настоящее время существуют различные мнения. Это неудивительно, ведь даже мощность синхротронного излучения, а, следовательно, и сила радиационного трения рассчитываются очень грубо. В нерелятивистской же области эти следствия СТО по данным радиоспектроскопии согласуются с экспериментами с точностью до относительных величин порядка 10^{-8} , но это ни в коей мере не позволяет распространять представление о колоссальной точности СТО на большие скорости. В популярной литературе и учебниках общей физики наряду с массой, исходя из выражения для импульса $\mathbf{p} = m\mathbf{v}\gamma$, вводится релятивистская масса $m_r = m_0\gamma$, где m_0 – масса покоя. На самом деле инертная масса в СТО однозначно не определена. Действительно, если записать уравнение движения частицы, на которую действует постоянная сила F

$$\dot{v} = F/\gamma m_0,$$

то

$$m_0 \int_0^c \gamma dv = \int_0^T F dt.$$

Отсюда можно найти, что частица достигнет скорости света c за время $T = \pi m_0/2Fc$, что, разумеется, неверно. Если сила направлена по скорости, в уравнение движения надо подставлять массу, пропорциональную γ^3 . Таким образом, о подтверждении формулы $m_r = m_0\gamma$ в рамках СТО говорить некорректно.

Из приведенных основных соотношений следует, что полная энергия релятивистской частицы составляет $mc^2\gamma$, откуда энергия покоя $E_0 = mc^2$. Экспериментально подтверждается следующая из последнего выражения формула энергии связи $E_{cs} = \Delta mc^2$, где Δm – дефект масс. На этой формуле, например, основана работа атомных электростанций. Что же касается атомного оружия, то энерговыделение при ядерных и особенно термоядерных взрывах многократно превосходит расчетное значение. Этот непостижимый для физиков факт тщательно скрывается, хотя о нем косвенно можно узнать из старой литературы по ядерным испытаниям⁵²⁻⁵⁴. При термоядерном взрыве реакция идет с релятивистскими частицами. Поэтому вопрос о том, что происходит при росте скорости частицы с энергией покоя, требует выяснения: судя по всему, она не остается инвариантом. Существует и другое обстоятельство. Используемая в конце 19 и начале 20 вв. Хевисайдом, Дж.Томсоном, Газенорлем, Пуанкаре и рядом других ученых формула $E = mc^2$ относится только к электромагнитной энергии частицы и ничего не говорит о полном запасе ее внутренней энергии, который, как показывает ряд эфиродинамических моделей, на много порядков превышает величину mc^2 ⁸.

Подчеркнем, что все подтверждения некоторых выводов СТО относятся только к элементарным частицам, атомам и ионам, участвующим в самостоятельном движении. Если частицы находятся, например, в космическом корабле, набравшем значительную скорость, то в силу отсутствия набегающего на эти частицы потока эфира релятивистские эффекты отсутствуют. Отмеченные выше подтверждения касаются также теорий Пуанкаре и Лоренца. В то же время эти теории, оставаясь неверными в силу совершенных ранее ошибок в электродинамике, имеют более широкую область применения, чем

СТО, поскольку не отрицают наличия мировой среды и могут учитывать, например, эффект экранировки.

Вернемся к событиям начала XX века. Как показывает история, в головы миллионов людей можно легко вбить самые абсурдные идеи, если организовать их эффективную пропаганду в течение достаточно длительного срока. Причем, как оказывается, на такую пропаганду попадают даже самые умные и образованные люди. Пропаганда работ Эйнштейна, сначала весьма скромная, возымела действие, – в Берн стали приходить письма, адресованные «профессору Бернского университета А.Эйнштейну»¹⁷. Кроме того, к Эйнштейну зачастили гости, в основном молодые физики. Маститые ученые в первое время на пропаганду явно не поддались. Среди известных физиков на статьи Эйнштейна откликнулся лишь Планк. Уже в 1906 г. он опубликовал работу с выражением для релятивистского импульса и вариационным принципом релятивистской механики. О том, что эти результаты в общем виде ранее были получены Пуанкаре, Планк, по-видимому, не знал. В 1907 г. Планк показал, что его постоянная h есть релятивистский инвариант. Однако в 1908 г. инициатива в дальнейшем развитии СТО перешла в руки Г.Минковского.

3.3. Формализм Минковского

В 1902 г. Минковский покинул Цюрих и занял должность профессора в Геттингенском университете, центре математической мысли Германии. Шум вокруг своего нерадивого ученика побудил его вплотную заняться теорией относительности и поставить ее на новые математические рельсы. В ноябре 1907 г. он провел в университете коллоквиум по теории относительности и выступил с докладом «Принцип относительности». На следующий год расширенный вариант доклада был опубликован³⁸. С основным его содержанием теперь знакомы все физики, изучавшие СТО по университетским учебникам. Минковский вслед за Пуанкаре рассмотрел четырехмерное пространство с мнимой координатой $\sqrt{-1}ct$, ввел новые термины *пространственноподобный вектор*, *временноподобный вектор*, *световой конус*, *мировая линия*. Термин *мир* был позаимствован у Пуанкаре. Минковский, также как его французский коллега, показал, что преобразования Лоренца соответствуют поворотам в четырехмерном пространстве вокруг начала координат.

Нововведения Минковского не представляли особого интереса для решения конкретных релятивистских задач, но послужили почвой для множества спекуляций методологического и философского характера. Однако большое практическое значение имели запись уравнения движения заряда в четырехмерной форме и приведение уравнений Максвелла (5) к современной тензорной четырехмерной форме

$$\frac{\partial H_{pq}}{\partial x_q} = j_p^e, \quad \frac{\partial E_{pq}}{\partial x_q} = -j_p^m, \quad (23)$$

где H_{pq} и E_{pq} - антисимметричные тензоры поля, j_p^e и j_p^m - 4-векторы тока. Следует отметить, что четырехмерный ток ранее ввел Пуанкаре в статье⁴⁰. Вскоре появился и четырехмерный аналог уравнений (9)

$$\square A_v = - j_v \quad , \quad (24)$$

где \square – оператор Даламбера, $A_v = (\mathbf{A}, i\varphi)$ и $j_v = (\mathbf{j}, ic\rho)$ – 4-векторы, $v = 1, 2, 3, 4$. Уравнение Даламбера для φ соответствует $v = 4$. Четырехмерный потенциал также был введен Пуанкаре. Необходимо заметить, что уравнения (23) и (24) оказываются неэквивалентными так же как (5) и (9).

В результате работы Минковского в релятивистской электродинамике появился мощный и эффективный математический аппарат. Например, для получения формулы мощности излучения быстро движущегося заряда стал использоваться совершенно новый способ записи формулы (16) в четырехмерном виде и перехода к новой системе отсчета²⁹. Однако при этом были допущены сразу две принципиальные ошибки. Во-первых, формула (16) выведена методом запаздывающих потенциалов и неверна. Во-вторых, формальное использование четырехмерных величин и переход к новой системе отсчета подразумевает применение преобразований Лоренца, которые, как было показано, также приводят к ошибочным результатам. В итоге четырехмерная релятивистская электродинамика дает для мощности излучения заряда в ускорителе формулу, противоречащую опыту. При этом учет релятивистского эффекта Доплера производится верно, и угловые характеристики излучения опыту соответствуют. Решение этой и множества подобных задач привело к тому, что возникла иллюзия правильности современной релятивистской электродинамике. Между тем, эта наука приводит к совершенно ошибочным результатам даже в случае равномерного прямолинейного движения релятивистского заряда.

В 1908 г. Минковский объездил с лекциями ведущие научные центры Германии. К концу 1908 г., несмотря на пропаганду имени Эйнштейна в массовой печати, научной общественности Германии Минковский как творец теории относительности стал известен не меньше. Следует отметить, что Минковский сослался на работы Пуанкаре лишь в первом докладе в ноябре 1907 г., а далее представлял свои исследования как совершенно самостоятельные. По-видимому, это была дань противостоянию между немецкой и французской математическими школами (хотя ее лидеры Д.Гильберт и А.Пуанкаре при всех имеющихся разногласиях сохраняли нормальные отношения). Минковский отводил Эйнштейну лишь роль продолжателя дела Лоренца. У Эйнштейна деятельность Минковского вызывала недоумение, он не понимал, зачем нужна «излишняя ученость»¹⁷. Лишь через несколько лет он признал, что работы Минковского облегчили переход к ОТО. Наиболее известная лекция Минковского «Пространство и время» была опубликована только в 1915 г. В январе 1909 г. он скоропостижно скончался в возрасте сорока четырех лет.

В Геттингене жил и другой конкурент Эйнштейна – физик-теоретик и математик В.Ритц. В спектроскопии известен «комбинационный принцип Ридберга – Ритца», а в математике – «метод Ритца» для приближенного решения вариационных и некоторых краевых задач математической физики. Как ученик Фогта, Ритц прекрасно разбирался в тонкостях электродинамики и разработал систематическую теорию, в которой в запаздывающие потенциалы (10) вместо скорости света подставлялась сумма скоростей света и источника¹⁶. Иначе говоря, предполагалось, что скорость электромагнитного возмущения равна c лишь относительно электрона, его вызывающего (впоследствии это предположение стали называть баллистической гипотезой).

Уравнения электродинамики Ритца для запаздывающих потенциалов в вакууме имели вид

$$\mathbf{A} = \int_V \frac{\mu_0 \mathbf{j}(t - \frac{r}{c+v}) dV}{4\pi r}, \quad \Phi = \int_V \frac{\rho(t - \frac{r}{c+v}) dV}{4\pi \epsilon_0 r},$$

где v – скорость излучающего электрона. Современному физики воззрения Ритца могут показаться абсурдными и противоречащими практике оптики и радиотехники. Тем не менее, теория Ритца удовлетворяла принципу относительности, а в последние годы получили известность эксперименты по радиолокации планет⁵⁶, частично подтверждающие баллистическую гипотезу. Эффект сложения скоростей света и источника в случае радиолокации можно объяснить тем, что эфир увлекается движением массивных космических объектов. На большом расстоянии от планет этот эффект, очевидно, исчезает. Работы Ритца получили известность, и Эйнштейну с Ритцем для прояснения ситуации пришлось в апреле 1909 г. написать краткое сообщение, в котором они обнародовали свои разногласия¹⁷. Через два месяца Ритц, так же как Минковский, скоропостижно скончался (в возрасте тридцати одного года) в геттингенской больнице. На данное обстоятельство можно было не обращать внимания, если бы эти две внезапные кончины не положили начало эпидемии последующих больничных смертей, уносящих из жизни практически всех самых заметных конкурентов и критиков теории Эйнштейна.

3.4 Последние мысли Пуанкаре.

После 1905 г. Пуанкаре неоднократно выступал с лекциями и популярными статьями по механике больших скоростей. Большую известность получила его лекция «Новая механика»⁵⁵, прочитанная в Геттингенском университете в апреле 1909 г., т.е. через два месяца после смерти Минковского. В начале выступления Пуанкаре отметил заслуги родоначальников новой механики – Абрагама и Лоренца. О Минковском и Эйнштейне не было сказано ни слова. По мнению авторов работы³⁶, это была форма протеста против усиленного представления немецкой школой Минковского и Эйнштейна создателями новой теории. В отношении Минковского это, пожалуй, верно, хотя у Пуанкаре были все основания считать работы Минковского лишь формальным и чисто техническим развитием своих идей, причем с элементами плагиата. Результаты Эйнштейна для Пуанкаре вообще не представляли новизны. Эйнштейновскую теорию он рассматривал как результат ошибочного прочтения своих ранее опубликованных работ, на что недвусмысленно указал, сформулировав в лекции три необходимые гипотезы для построения новой механики. Первая гипотеза гласит, что телу, выведенному из равновесия, невозможно сообщить скорость, превышающую скорость света. Вторая гипотеза – это принцип относительности. Затем Пуанкаре пишет: «Необходимо далее сделать третью гипотезу, еще более поразительную и трудно допустимую, т.к. она плохо увязывается с нашими обычными представлениями. Все тела во время движения изменяют свою форму, сжимаясь в направлении движения ...»³⁶. По мнению Пайса¹⁷, «отсюда следует, что Пуанкаре не понял одного из фундаментальных положений СТО». Как мы уже выяснили, на самом деле

Эйнштейн не разобрался в тонкостях работ Лоренца и Пуанкаре и поспешно опубликовал логически ошибочную теорию. Остановимся на этом вопросе под углом зрения теории групп, которую использовал Пуанкаре. В работе «О динамике электрона» он рассмотрел множество преобразований, переводящих уравнение $\Delta s^2 = 0$ само в себя и образующих группу. Эта группа получила впоследствии имя Пуанкаре. В качестве подгрупп она содержала:

- 1) однопараметрическую группу параллельных перемещений с параметром, равным скорости;
- 2) обычные вращения системы координат.

Преобразования Лоренца соответствуют поворотам в четырехмерном пространстве вокруг начала координат и образуют подгруппу группы Пуанкаре. Преобразования группы Пуанкаре удовлетворяют двум постулатам Эйнштейна. Для вывода преобразований Лоренца совершенно необходимо было дополнительное предположение. В качестве такого предположения Пуанкаре использовал гипотезу сокращения Фицджеральда-Лоренца. Первая же гипотеза была нужна Пуанкаре для отсечения случая сверхсветовых скоростей, которые он считал физически невозможными.

Итак, ошибочность теории Эйнштейна для Пуанкаре была очевидна. Почему же тогда Пуанкаре не сказал об этом открытым текстом? По-видимому, он полагал, что время расставит все по своим местам. Существует и другое обстоятельство – по отношению к своим коллегам Пуанкаре был истинным джентльменом. В конце 1911 г. администрация Цюрихского политехникума, у которой сохранились не лучшие воспоминания об Эйнштейне, рассматривала его кандидатуру на должность профессора (предложение поступило от его старого друга М.Гроссмана, ставшего деканом физико-математического факультета). Администрация обратилась к Пуанкаре с просьбой высказать свое мнение. Пуанкаре дал положительный отзыв, и Эйнштейн стал профессором. Вот что, в частности, было написано в отзыве об Эйнштейне: «Так как он одновременно работает по разным направлениям, скорее всего, большинство путей, по которым он идет, заведет в тупик; но следует надеяться, что хотя бы одно из намеченных им направлений окажется верным, и этого будет достаточно». Эйнштейн не оценил благородства Пуанкаре. О роли французского математика в создании СТО Эйнштейн не упомянул ни в одной статье и выступлении. Даже в популярной монографии «Эволюция физики»⁵⁷, написанной им совместно с Л.Инфельдом, о Пуанкаре ничего не говорится. Известны слова, сказанные Эйнштейном для корреспондентов: «Я совершенно не понимаю, почему меня превозносят как создателя теории относительности. Не будь меня, через год это бы сделал Пуанкаре, через два года сделал бы Минковский, в конце концов более половины в этом деле принадлежит Лоренцу. Мои заслуги здесь преувеличены...»⁵⁸. Если не знать хронологии и содержания работ Пуанкаре, то покажется, что эти слова свидетельствуют о личной скромности Эйнштейна. С учетом же реальных фактов можно сделать прямо противоположный вывод: Эйнштейн настаивал на своем приоритете. Однако за два месяца до кончины в частном письме он написал: «Еще Лоренц понял, что преобразования, названные его именем, необходимы для анализа уравнений Максвелла, а Пуанкаре углубил это понимание...»¹⁷.

Необходимо отметить, что в лекции «Новая механика» Пуанкаре прояснил свою точку зрения на эфир: «Инерция эфира возрастает вместе со скоростью и становится бесконечно большой, когда скорость электрона приближается к скорости света». Это не согласуется с толкованиями теории Пуанкаре, которые высказывались даже знаменитыми физиками³⁷.

В мае 1911 г. в Лондонском университете Пуанкаре прочитал лекцию «Пространство и время», включенную затем в посмертную книгу «Последние мысли». Эта лекция, не содержащая математических формул, была наполнена чрезвычайно глубокими рассуждениями, которые явно противоречили упрощенным представлениям Эйнштейна и его последователей. Пуанкаре обратил внимание на условность принципа относительности и понятия одновременности. Это всего лишь условные соглашения, которые приняты для удобства. В основу понятия одновременности вовсе необязательно класть скорость, совпадающую с величиной c . Можно, например, принять эту скорость бесконечно большой и пользоваться преобразованиями Галилея. По Пуанкаре, физический опыт не может подтвердить истинность одних преобразований и отвергнуть другие как недопустимые. Нам остается лишь выразить сожаление, что Пуанкаре слишком критично отнесся к работам Максвелла по электродинамике и так и не приступил к анализу галилеев-инвариантных уравнений (1). Если бы это случилось, структура современного естествознания оказалась совершенно иной.

Весной 1912 г. Пуанкаре выступил с двумя публичными лекциями по теории относительности, причем во второй лекции упомянул Эйнштейна в связи с фотоэффектом¹⁷. 17 июля 1912 г. Пуанкаре внезапно скончался после несложной хирургической операции. Для научной общественности Франции его смерть стала совершенно неожиданной⁵⁹. За свою недолгую жизнь Пуанкаре успел оставить огромное научное наследие – более пятисот фундаментальных статей и книг в различных областях математики, астрономии, физики, а также по общим вопросам науки.

4. Миф о самой красивой физической теории (ОТО)

4.1. Элементарная классическая трактовка эффектов ОТО

Еще до создания СТО у ряда физиков и математиков возникла идея построения теории гравитации по аналогии с электромагнетизмом. К 1912 г., началу активного сотрудничества Эйнштейна с Гроссманом в Цюрихе, существовало несколько таких теорий: О.Хевисайда, Г.Лоренца, Г.Ми, Г.Нордстрема, М.Абрагама. Наибольшую известность получила теория финского физика Нордстрема (работавшего некоторое время в Геттингене), в основе которой лежала гипотеза зависимости массы от гравитационного потенциала. Все эти теории исходили из того, что гравитационное взаимодействие передается со скоростью света. Однако, как уже было выяснено, согласно уравнениям Максвелла кулоново и магнитное взаимодействия передаются с бесконечно большой скоростью. Закон всемирного тяготения Ньютона, аналогичный по своей форме закону Кулона, также требовал мгновенной передачи действия силы на расстояние. Еще в 1787 г. французским математиком П.Лапласом было показано, что для объяснения

векового ускорения Луны следует полагать, что скорость распространения гравитации не менее, чем в $5 \cdot 10^7$ раз превосходит скорость света ⁶⁰. Современная небесная механика с огромной точностью рассчитывает положение небесных объектов на годы вперед с использованием только статических формул Ньютона и Кеплера без учета запаздывающих потенциалов и подтверждает вывод Лапласа о гигантской скорости распространения гравитации. Попытки введения запаздывающих потенциалов и релятивистских поправок приводят к ошибкам, о чем неоднократно заявляли специалисты по небесной механике. Но физики этого и слышать не хотят. Они уверены, что релятивистская поправка к движению Меркурия надежно подтверждает теорию относительности. Поправка состоит в дополнительном повороте перигелия на $43''$ за столетие. Однако собственное полное вращение перигелия составляет $5600''$, причем эта величина с точностью около $40''$ рассчитывается классическими методами с учетом орбит других планет ⁶¹. Столь малую поправку нельзя связывать с релятивистским эффектом ⁴⁷, поскольку в расчетах упускается множество других факторов: сплюснутость Солнца, его вращение, солнечный ветер и т.д. В добавление надо сказать, что в эйнштейновском расчете поворота перигелия смешиваются представления классической физики и релятивизма: предполагается, что основная доля поворота рассчитывается классически, а при выводе завершающей формулы для релятивистской прецессии за один оборот используется третий закон Кеплера ¹⁶. Принято думать, что релятивистский эффект вращения перигелия подтверждается также наблюдениями за двойными пульсарами. Но их массы и орбиты известны весьма приблизительно. В книге ⁶² отмечено, что в двойной системе, включающей пульсар PSR 1913+16, наблюдается сдвиг перигелия, позволяющий определить суммарную массу компонентов системы с точностью $\approx 1\%$. Таким образом, параметры двойных систем сначала уточняются с помощью ОТО, а затем наблюдатели заявляют, что они подтвердили ОТО. Как заметил известный американский физик Р. Дикке, «если серьезно исследовать данные наблюдений, положенных в основу ОТО, то оказывается, что уверенность в ее правильности базируется не столько на непосредственных экспериментальных фактах, сколько на стройности и изысканности теории» ⁵⁸. Ландау и Лифшиц даже назвали ОТО «самой красивой из всех существующих теорий». Выходит, теории Ньютона и Максвелла менее красивы, и ими можно пренебречь, что и делают современные физики.

Ньютон полагал, что мир состоит из трех независимых равноценных частей: абсолютного и бесконечного евклидова пространства, равномерно распределенной в пространстве материи и равномерно текущего абсолютного времени. Хотя Ньютон считал преждевременным определять свойства эфирной среды, он все же допускал, что эта среда «имеет то же строение, что воздух, но значительно более разреженная, тонкая и эластичная», «все вещи произошли от эфира», «гравитационное притяжение... может также причиняться непрерывной конденсацией... эфирного газа» и «Солнце, как и Земля... обильно впитывает газы для своего сияния и сдерживания планет» ⁵⁸.

После канонизации Эйнштейна представления Ньютона потеряли силу: эфир был упразднен, пространство стало неевклидовым, а время стало неразрывно связанным с пространством, причем образовалась единая форма существования материи, пространство-время. Как мы увидим далее, реально подтверждаются лишь два вывода ОТО – о замедлении хода часов и

отклонении луча света в гравитационном поле. Оказывается, что оба вывода не только качественно, но и количественно соответствуют классическим представлениям и могли быть получены задолго до создания ОТО. Поскольку ньютонова механика не делала различия между инертной и гравитационной массами, для этих выводов не требовался и принцип эквивалентности.

Если эфир – это материя, обладающая массой, то он должен втягиваться в звезды и планеты. Такое представление в разных формах высказывалось, например, Ж.Лесажем и М.В.Ломоносовым в XVIII веке и И.О.Ярковским⁶³ в конце XIX века. Скорость втягивания, или падения, составит

$$v = \sqrt{-2\varphi},$$

где φ – гравитационный потенциал. У поверхности планеты скорость достигнет второй космической. По теориям Лармора, Лоренца и Пуанкаре темп физических процессов в потоке эфире замедляется. Промежутки времени по неподвижным часам, находящимся в потоке падающего эфира ($\varphi < 0$) и на большом удалении ($\varphi = 0$) связаны соотношением

$$dt = dt_0 (1 - v^2/c^2)^{-1/2},$$

где v – скорость падения эфира. Подставив сюда выражение для скорости, получим эйнштейновскую формулу замедления течения времени в гравитационном поле

$$dt = dt_0 (1 - 2\varphi/c^2)^{-1/2} \approx dt_0 (1 - \varphi/c^2). \quad (25)$$

Поскольку по Ньютону время абсолютно, то правильнее говорить о замедлении хода часов. Понятие абсолютного времени не противоречит принципу относительности Пуанкаре, если в основу понятия одновременности положить бесконечно большую скорость. Абсолютное время надо привязывать, очевидно, к неподвижным часам, помещенным на значительное расстояние от небесных тел. Эффект замедления хода часов объясняется их нахождением в потоке падающего эфира. Подчеркнем, что приведенный результат непосредственно не зависит от параметров эфира, которые пока достоверно не известны. Для экспериментального подтверждения эффекта необходимо избежать экранировки потока эфира. В известных экспериментах с использованием мёссбауэровской спектроскопии это требование, по-видимому, частично выполнялось, и формула (25) была подтверждена (хотя точность этих экспериментов сильно преувеличивается⁸). Если часы находятся внутри толстостенного металлического летательного аппарата, то замедления хода часов по (25) быть не должно. Это и подтверждается более точным пересчетом результатов Хафеля и Китинга⁴⁹, а также одинаковым ходом атомных часов на спутниках и в ЦУПе⁴⁶.

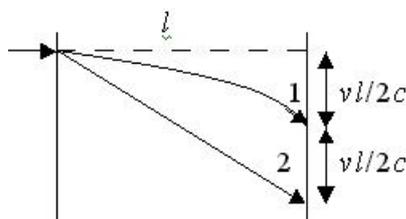
В 1801 г. немецкий астроном Й.Зольднер, рассматривая распространение света как движение по направлению к Солнцу пробной частицы, имеющей на бесконечности скорость c , установил, что вблизи Солнца луч далекой звезды должен отклоняться на угол около $0,84''$ ¹⁷. В 1911 г. Эйнштейн, не зная о работе Зольднера, решил ту же задачу и получил сперва $0,83''$, а затем $0,87''$. Через четыре года с учетом разработанной ОТО он добавил к последнему значению множитель 2 и получил $1,74''$. Покажем, что для нахождения этого

результата, подтвержденного в 1919 г. экспериментом и объявленного газетами на весь мир самым великим достижением человечества за всю историю науки ¹⁷, теория относительности не требовались, а было достаточно всего лишь корректно применить представление о втягивании эфира Солнцем. Рассмотрим два случая:

1) Луч далекой звезды, состоящий из потока световых корпускул, распространяется в пустоте и касается поверхности Солнца. Он изгибается под действием гравитационной силы на корпускулы.

2) Луч далекой звезды движется в среде эфира, втягивающегося в Солнце, и касается его поверхности. Он сносится потоком эфира и вследствие этого изгибается подобно звуковой волне в неоднородном потоке газа.

Во втором случае, как и в ОТО, свет не имеет массы ⁵¹ (формально по аналогии со СТО в ОТО иногда вводят «продольную» массу фотона E/c^2 и его «поперечную» массу $2E/c^2$). Как показано в работе ⁸, гравитационное поле имеется только у сильно уплотненных частиц (протонов, нейтронов, электронов и т.д.). Фотоны же – всего поперечные колебания вихревой губки, их следовало бы подобно фононам считать квазичастицами. Для вычисления углового отклонения от прямолинейного пути достаточно записать дифференциальное уравнение траектории и проинтегрировать выражение для элементарного поворота луча вдоль траектории. Результат во втором случае будет в два раза больше, что соответствует ОТО и представлению об отсутствии у фотона гравитационной массы в классическом понимании. Однако получить этот результат можно гораздо проще. Допустим, что луч света проходит сквозь две перпендикулярные лучу пластины, отстоящие друг от друга на расстояние l . Между пластинами протекает мировая среда (эфир) со скоростью $v \ll c$. Тогда смещение луча в направлении потока составит vl/c . Теперь допустим, что в направлении луча движется частица со скоростью c и пронизывает пластины. Между пластинами на нее начинает действовать постоянная сила, перпендикулярная скорости. За время l/c частица набирает скорость v в направлении действия силы. Тогда смещение частицы составит $v_{\text{ср}}l/c$, где $v_{\text{ср}}$ – среднее значение составляющей скорости движения в этом направлении. Поскольку $v_{\text{ср}} = v/2$, смещение составит $vl/2c$, т.е. будет в два раза меньше. Траекторией частицы будет парабола, а луча света – прямая (линии 1 и 2 на рисунке).



Наш вывод сохранится и в случае, если скорость потока и направление действия силы не параллельны пластинам. Поэтому, помещая вдоль луча систему перпендикулярных ему пластин, получим, что тот же результат останется справедливым для всей траектории луча. Таким образом, эйнштейновский результат по отклонению луча света тривиален и мог быть

получен даже школьником, знакомым с классическим представлением о притяжении эфира небесными телами.

4.2. Теория гравитации Бьёрна

Оказывается, что правильное угловое отклонение луча было вычислено еще в 1896 г., хотя из несколько других соображений и способом, далеким от оптимального. Недавно российским читателям было представлено исследование научных работ норвежского сельского учителя Н.Бьёрна⁶⁴. Этот невероятно талантливый математик-самородок почти на 20 лет раньше Эйнштейна, Гроссмана и Гильберта построил строгую математическую теорию гравитации, использующую неевклидову геометрию. Им предсказаны эффекты: 1) искривления светового луча в поле тяжести, 2) изменения частоты света при переходе между точками с различными гравитационными потенциалами, 3) расширения Вселенной, 4) уменьшение частоты света при расширении Вселенной, 5) гравитационного излучения энергии, 6) дополнительного вращения перигелия Меркурия. Первый и шестой эффекты полностью совпадают с результатом ОТО, причем лишь шестой эффект был найден Бьёрном после знакомства со СТО. Для полного совпадения с результатами ОТО в расчет остальных эффектов достаточно внести поправки, вытекающие из механики больших скоростей Лоренца и Пуанкаре или эйнштейновской СТО. Часть направлений работы Бьёрна была намечена знаменитым норвежским математиком С.Ли всего за один вечер их личного общения осенью 1898 г. Ли чрезвычайно заинтересовался идеями Бьёрна и сказал, что теперь «Феликс [Клейн] лопнет от зависти». К сожалению, ни Ф.Клейн, ни какой другой крупный математик или физик так и не познакомился с работами Бьёрна. Вскоре Ли скончался, а Бьёрн не захотел посылать свои работы в известные научные журналы. В 1909 г. Бьёрн трагически погиб, и его статьи, помещенные в провинциальный журнал для учителей, почти столетие пролежали на полке.

В 1894 г. Бьёрн предположил, что при наличии гравитационного поля «абсолютная инерциальная система» (абсолютное пространство) перестает быть евклидовой и статичной из-за наличия поля скоростей. В статическом случае скорость $v = \sqrt{-2\phi}$, где ϕ – гравитационный потенциал. Для Солнца $\phi = -\gamma M/r$, где γ – гравитационная постоянная, M – масса Солнца, r – расстояние до его центра. Пространство вне Солнца с найденным полем абсолютных скоростей Бьёрн назвал инерциальной системой Солнца. В 1896 г. Бьёрн записал уравнение эйконала в абсолютной инерциальной системе, сделал переход к движущейся системе, получил дифференциальное уравнение траектории луча вблизи Солнца и нашел правильное значение угла поворота. Разумеется, что для вывода уравнения траектории можно было и не вводить неевклидову абсолютную систему, но Бьёрн поставил цель построения математической модели Вселенной, основанной на представлении о неевклидовости пространства. В 1897 г. Бьёрн предложил космологическую модель расширяющейся Вселенной, в которой реализуется нестатическая инерциальная система. В 1898 г. С.Ли после знакомства с идеями Бьёрна наметил план совместной работы: 1) пространство надо считать римановым и описывать его римановой квадратичной формой, 2) зависимость элементов квадратичной формы пространства от времени должна определяться из принципа наименьшего действия, 3) уравнения должны иметь волновые решения, 4) преобразование к абсолютной инерциальной системе координат с

нулевым полем абсолютной скорости требует зависимости новых координат от времени, 5) нужно построить формулы преобразования тензоров от абсолютной инерциальной системы к неинерциальной. Ли заметил, что из соображений размерности следует, что в лагранжиан должна входить константа, имеющая смысл скорости распространения гравитации. Далее дословно приведем высказывание Ли: «Я слышал, что она значительно превышает даже скорость света, но не бесконечна. Гравитация также может распространяться в виде волн».

Программу Ли Бьёрну в значительной степени удалось выполнить. Вскоре он нашел требуемые формулы для координатных преобразований тензоров и построил уравнение гравитационной волны. В 1903 г. он получил решения для динамики сферического мира, найденные А.А.Фридманом только в 1921 г. Наконец, в 1909 г. Бьёрн после знакомства с теорией относительности вычислил, что дополнительный вековой сдвиг перигелия Меркурия составляет величину около 40".

Как математик, Бьёрн не ставил задачи определения физических рамок применимости своей теории. Тем не менее, необходимо отметить, что формальное следование математике привело Бьёрна к ряду ошибочных выводов. Отказ от рассмотрения эфира позволил Бьёрну полностью отождествить поле абсолютных скоростей с полем гравитационного потенциала. Однако, как показали опыты Миллера и Майкельсона, это ошибочно. Толстый лист металла практически полностью экранирует наблюдателя от потока эфира, но гравитация от этого не исчезает. Втягивание эфира в небесные тела есть следствие гравитации, но никак не наоборот⁸. Поток эфира из-за его чрезвычайно малой вязкости при небольших скоростях движения практически не оказывает силового воздействия на тела. Гравитационная сила определяется не полем скоростей эфира, а градиентом его давления⁸. Поэтому теория Бьёрна теряет значение, например, внутри самих гравитирующих масс. Далее, как показали эксперименты, эфир все же имеет вязкость, хотя и очень малую. Вследствие диссипативных процессов гравитационное взаимодействие передается лишь на конечное расстояние (менее среднего межгалактического), и построение глобальных моделей нестационарной Вселенной лишено смысла. По этой же причине частота электромагнитного излучения по мере его распространения падает, и наблюдается эффект красного смещения линий в спектрах далеких звезд. Эфир способен сжиматься и менять температуру, что никак не учитывается теорией Бьёрна. Отождествление по Ли скорости распространения гравитации со скоростью гравитационной волны также не имеет достаточных оснований. Наконец, введение положений СТО в модель Бьёрна с абсолютным пространством и временем лишено всякого смысла. Однако для свободного пространства вдали от небесных тел вполне применимы теории Лоренца и Пуанкаре.

Несмотря на все эти обстоятельства, теория Бьёрна имеет значительные преимущества перед ОТО, поскольку не тащит за собой громадный «хвост» противоречий и нарушений законов динамики, заложенных в СТО. Теория Бьёрна использует трехмерную, а не четырехмерную риманову геометрию, и потому более наглядна. Если же сравнивать красоту теории Бьёрна и ОТО, то первая более экономична и хотя бы только по этому не менее красива. Уже

после написания данного исследования автор обнаружил в журнале УФН «опровержение» статье ⁶⁴, а именно, что работы Бьерна – миф. С подобным мы уже неоднократно встречались. Мифами были объявлены результаты экспериментов Миллера и Майкельсона, зарегистрировавших эфирный ветер, эксперименты по радиолокации планет, опровергающие релятивистский эффект Доплера, а классические работы Умова, Хевисайда, Дж.Томсона, значительно раньше Эйнштейна получивших математические выражения теории относительности, были целенаправленно преданы забвению. В частности, факт получения Н.Умовым знаменитой формулы $E = mc^2$ еще в 1871 г. был изъят из всех русскоязычных учебников физики после революции.

4.3. Теория гравитации Эйнштейна

Эйнштейн о работах Бьерна, по-видимому, ничего не знал и в поисках описания гравитации стал отталкиваться от четырехмерной геометрии Минковского. В основу новой теории он положил принцип эквивалентности гравитационных сил и сил инерции и требование инвариантности интервала в гравитационном поле. Если в пространстве Минковского использовать неинерциальные системы отсчета и криволинейные координаты, то квадрат интервала

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \quad (26)$$

где $\mu, \nu = 0, 1, 2, 3$, x^1, x^2, x^3 - пространственные координаты, $x^0 = ct$ - временная координата, $g_{\mu\nu}$ - метрический тензор. Величины $g_{\mu\nu}$ Эйнштейн решил рассматривать как динамические поля, некоторым образом описывающие гравитацию. После переезда в Цюрих Эйнштейн спросил у Гроссмана, существует ли геометрия, в которой уравнение (26) при наиболее общих преобразованиях оставалось бы инвариантным. Гроссман ответил, что следует использовать риманову геометрию, но «это ужасная каша, в которую физику нечего и соваться» ¹⁷. Эйнштейн решил сунуться, причем Гроссман, отвечавший за математическое содержание работы, заявил, что «не берет на себя никакой ответственности за какие-либо физические утверждения и интерпретации» ¹⁷. Сразу отметим, что основания для построения ОТО содержали несколько ошибочных положений. Во-первых, СТО и геометрия Минковского не может правильно описать ни электрические, ни механические явления даже при равномерном прямолинейном движении. Нет никаких оснований полагать, что четырехмерная геометрия применима к гравитационному полю в искривленном римановом пространстве. Во-вторых, природа электромагнетизма и гравитации отличная, а интервал содержит не гравитационную, а электромагнитную постоянную c . В-третьих, как оказалось впоследствии, инерциальная и гравитационная массы имеют разное происхождение, и принцип эквивалентности имеет ограниченное применение. В-четвертых, сведение физических явлений к геометрическим свойствам искусственно введенного пространства можно рассматривать лишь как математический прием, ни в коей степени не проясняющий их природу.

В 1913 г. Эйнштейн и Гроссман опубликовали две работы, заложившие «проект обобщенной теории относительности». Общековариантные уравнения гравитационного поля пока найдены не были. Возникшие трудности, как

отмечает Пайс ¹⁷, объяснялись, прежде всего, недостаточной на то время квалификацией авторов в области дифференциальной геометрии. В 1914 г. Эйнштейн переехал в Берлин, стал членом Прусской академии наук и получил должность профессора Берлинского университета без обязательной учебной нагрузки. Вскоре он попробовал самостоятельно продвинуться вперед и опубликовал статью, содержащую ряд технических ошибок. Итальянский математик Т.Леви-Чивитта в переписке указал Эйнштейну на эти ошибки. Эйнштейн исправлял ошибки, допускал новые, но неуклонно следовал к поставленной цели. Летом 1915 г. он прочитал шесть лекций в Геттингенском университете и, как ему показалось, убедил Гильберта и Клейна. Между Эйнштейном и Гильбертом завязалась почти ежедневная научная переписка (письма между Берлином и Геттингеном доставлялись в течение нескольких часов). По мнению Пайса, Эйнштейн начал переписку, «поняв, что не он один обнаружил изъяны в своих предыдущих работах». В одном из писем Гильберт выразил восхищение скоростью, с какой Эйнштейн проводил вычисления. Гильберт не знал, что вычисления для Эйнштейна делала Э.Нетер с математиками из школы Клейна ¹⁷. Тем не менее, Гильберт первым получил требуемые формулы, о чем сообщил Эйнштейну в письме от 14 ноября 1915 г. и пригласил его на лекцию 16 ноября, где намеревался огласить результаты только что подготовленной статьи. По данным Клейна, Гильберт получил основной результат гораздо раньше ¹⁷, а оставшееся время писал объемную и математически чрезвычайно сложную статью. 15 ноября Эйнштейн ответил Гильберту, что не сможет посетить лекцию и попросил прислать экземпляр статьи. 18 ноября Эйнштейн известил Гильберта, что предложенная в этой статье система уравнений в точности согласуется с тем, что он получил в последние недели и представил Академии. Слова Эйнштейна действительности не соответствовали. Уравнение тяготения, полученное Гильбертом из вариационного принципа, имело вид

$$R_{\mu\nu} = -\chi(T_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu} T), \quad (27)$$

где $R_{\mu\nu}$ – тензор Риччи, $T_{\mu\nu}$ – тензор энергии-импульса, T – его след, $\chi = 8\pi\gamma/c^4$. Эйнштейн 11 ноября записал уравнение $R_{\mu\nu} = -\chi T_{\mu\nu}$, на правильности которого настаивал вплоть до 18 ноября. 20 ноября Гильберт представил свою статью в научное общество Геттингена. Последующая переписка Эйнштейна с Гильбертом не опубликована. Между ними произошел конфликт, обстоятельства которого не известны ¹⁷.

25 ноября Эйнштейн представил в Прусскую академию наук свою работу с уравнением (27), которое было преподнесено как впервые полученное. Авторы исследований по истории создания ОТО неоднократно пытались оправдать поведение Эйнштейна тем, что он получил уравнение (27) независимо от Гильберта и совершенно другим способом. Однако факт остается фактом: Эйнштейн обманул Гильберта и воспользовался его результатом для правки своих ошибок и подведения выкладок под уравнение (27), которое впоследствии назвали уравнением тяготения Эйнштейна, а 25 ноября стало датой создания ОТО. Вдобавок ко всему Эйнштейн, понимая, что нападение – лучшая защита, обвинил Гильберта в заимствовании своих идей (в основном неверных ¹⁷), высказанных в летних лекциях. 20 декабря Эйнштейн в письме Гильберту попытался дезавуировать эти обвинения. Тем не менее, их

сотрудничество прекратилось. Как и в случае с Пуанкаре, Эйнштейн не признал чужого первенства, вскоре назвал подход Гильберта «ребяческим» (при том, что работа Гильберта была написана на гораздо более высоком математическом уровне, а сам он был на 17 лет старше Эйнштейна) и раскритиковал его следующую статью. Гильберта же вопрос о приоритете не волновал, он вернулся к своим математическим проблемам и критикой работ Эйнштейна не занимался. 20 марта 1916 г. в редакцию «Annalen der Physik» поступила итоговая статья Эйнштейна «Основы общей теории относительности», вышедшая затем в виде книги. ОТО начала свое победоносное шествие, причем все лавры достались лишь одному человеку – Эйнштейну.

Сопоставим ОТО, СТО и теорию Бьёрна. В отсутствии гравитации и ускоренного движения результаты ОТО оказываются такими же, как у СТО. В синхронной системе отсчета ²⁹ $g_{00} = 1$, время везде течет равномерно (частота преобразуется по правилу $\omega = \omega_0 / \sqrt{g_{00}}$), и результаты ОТО совпадают с теорией Бьёрна. В общем случае ОТО можно рассматривать как симбиоз СТО и теории Бьёрна, хотя ОТО создавалась независимо от последней. Области применимости этих двух составляющих в общих чертах уже были определены. Проблема состоит в том, что они мало пересекаются. СТО, например, вполне применима для решения задач о движении микрочастиц. ОТО же предназначена в основном для больших тел, поведение которых выходит за рамки СТО: поток эфира их практически не продувает. Если масса тела велика настолько, что его вторая космическая скорость больше скорости движения в среде мирового эфира, то ОТО вполне применима для расчета искривления луча света или запаздывания электромагнитной волны, распространяющейся вблизи тела. В силу того, что набегающий поток эфира при орбитальном движении Земли частично захватывается атмосферой, ОТО приблизительно описывает и замедление времени вблизи поверхности, но для этого часы должны продуваться потоком падающего в Землю эфира. Теория Бьёрна, как уже отмечалось, не учитывает эффекты взаимодействия эфира с телами и изменение характеристик самого эфира. Поэтому ОТО совершенно неприменима для рассмотрения таких умоглядных объектов, как черные дыры. Как теория, не учитывающая вязкости мировой среды, ОТО не годится для анализа гипотезы о расширении Вселенной. Из-за необоснованного приравнивания скоростей света и гравитации ОТО дает неверное представление о гравитационных волнах.

В 1917 г. Гильберт обратил внимание на то обстоятельство, что в ОТО нет понятия плотности гравитационной энергии и законов сохранения энергии-импульса. В 1918 г. Нетер показала, что для сохранения энергии, импульса и момента количества движения исходная геометрия пространства-времени должна быть псевдоевклидовой, как и в СТО. К сожалению, Нетер не подозревала, что все эти законы нарушаются уже в СТО. Существует и множество других недостатков ОТО. Для их преодоления предлагаются альтернативные модели гравитации, в большинстве своем основанные на положениях СТО. Примером может служить релятивистская теория гравитации А.А. Логунова ⁶⁵. Ожидать от такого рода теорий новых правильных результатов наивно.

Существуют и классические модели гравитации, основанные на

представлении об абсолютном равномерно текущем времени, абсолютном евклидовом пространстве и заполняющем это пространство газоподобном эфире, из которого строятся все элементарные частицы и формируются небесные тела. Модель Ацюковского⁸, например, успешно и совершенно естественно разрешает известные космологические парадоксы в рамках стационарной Вселенной с устойчивым кругооборотом эфира. Гравитационное взаимодействие оказывается результатом термодиффузионного процесса в эфире, причем гравитационная сила определяется градиентом его давления и аналогична силе Архимеда, а скорость распространения гравитации равна скорости звука в эфире и на много порядков превосходит величину c . Однако эта тема выходит за рамки нашего рассмотрения.

4.4. Канонизация Эйнштейна и ее последствия

Реклама Эйнштейна в мировой печати, начавшаяся в 1905 г., не прекращалась все последующие годы. С 1912 г. Эйнштейн стал и сам писать заметки о своих теориях в газеты. К переезду в Германию в 1914 г. Эйнштейн уже был знаменит, как ни один другой ученый. В первой половине сентября 1919 г. английский астрофизик А.Эддингтон доложил, что по результатам наблюдения солнечного затмения лучи света отклонились на угол от 0,87" до значения, вдвое большего. Следует отметить, что экспедиции Эддингтона для наблюдения затмений финансировались Ротшильдами, главными спонсорами сионистского движения, и сопровождалась мощной информационной поддержкой. Дальнейшее трудно объяснимо с позиции здравой логики. 6 ноября на совместном заседании Королевского общества и Королевского астрономического общества Эйнштейн был канонизирован подобно «блаженному», творящему чудеса¹⁷. 7 ноября лондонская «Times» сообщала о «революции в науке», «новой теории строения Вселенной», «отказе от взглядов Ньютона». В ноябре крупнейшие мировые издания писали об Эйнштейне и помещали его фотографии. Эйнштейн с удовольствием раздавал интервью репортерам, да и сам писал в газеты уже не заметки, а развернутые статьи. Популярности Эйнштейна, безусловно, способствовали его импозантная внешность и остроумие. Передовые «New York Times» стали подчеркивать дистанцию, которая отделяет Эйнштейна от простых смертных. Вскоре столицы крупнейших государств рукоплескали Эйнштейну, на улицах за ним ходили толпы репортеров, с ним встречались руководители крупнейших государств. Об Эйнштейне стали писать книги. Уже в 1921 г. в Германии вышла книга его первого биографа А.Мошковского «Беседы с Эйнштейном о теории относительности и общей системе мира». Для прочих ученых, разрабатывавших альтернативные теории больших скоростей и гравитации, это был удар ниже пояса. Их уже не слушали, а для молодого поколения физиков они остались неизвестными.

Продолжилась цепь безвременных и загадочных смертей. В 1915 г. погиб Ф. Газенорль, один из авторов формулы $E = mc^2$ (в Прусской академии наук даже рассматривался вопрос о его приоритете) и первый интерпретатор спектра водорода на квантовой основе. В 1916 г. внезапно умер немецкий астроном К.Шварцшильд, исследовавший на основе ОТО движение материальной точки и

распространение света вблизи массы, нашедший точное решение уравнения (27) для центрально-симметричного гравитационного поля и предсказавший гравитационный коллапс. Шварцшильд не был новичком в вопросе о связи массы и геометрии: еще в 1900 г. на конгрессе Немецкого астрономического общества он выступил с докладом о мере кривизны пространства. В 1917 г. скончался польский ученый М.Смолуховский – конкурент Эйнштейна в статистической физике. В теории гравитации у Эйнштейна оставалось два именитых оппонента. М.Абрагам, один из основоположников механики больших скоростей, автор блестящего обзора по теориям гравитации за 1914 г. и постоянный критик Эйнштейна, с 1910 г. преподавал в Милане. Он разрабатывал теорию гравитации на основе абсолютной системы отсчета и отказался от лоренц-инвариантности. После возвращения в Германию он в конце 1922 г. умер. Г.Нордстрем, автор самой известной до ОТО теории гравитации, еще в 1914 г. предложил использовать пятимерное пространство для объединения электромагнетизма и скалярного гравитационного поля и начал разрабатывать единую теорию поля. Эйнштейн обратился к пятимерному пространству только в 1922 г. Через год Нордстрем ушел из жизни. В 1925 г. скоропостижно скончался советский геофизик и математик А.Фридман, совершенно неожиданно для Эйнштейна нашедший нестационарные решения уравнения (27) и заложивший основы современной теории расширяющейся Вселенной. Безвременно ушли из жизни и два математика, помогавших Эйнштейну. М.Гроссман в 1931 г. опубликовал статью с ревизией математических основ ОТО, которые он сам заложил в 1913 г. Вскоре его поместили в цюрихскую психиатрическую больницу, где он скончался в 1936 г. Э.Нетер позволяла себе критические высказывания об ОТО. Эйнштейн никогда не упоминал ее как исполнительницу своих расчетов. Нетер ушла из жизни в 1935 г. вскоре после эмиграции в США. В 1934 г. внезапно скончался голландский астроном В.де Ситтер, многолетний соперник Эйнштейна в области космологии. Среди оппонентов и конкурентов Эйнштейна, способных сколько-нибудь пошатнуть его репутацию величайшего ученого в мире, лишь Лоренц и Гильберт дожили до старости. Да и то Лоренц, попавший в финансовую зависимость от спонсоров Эйнштейна³¹ и на словах одобрявший теорию относительности, умер вскоре после того, как в 1927 г. стал положительно высказываться о работах Миллера, обнаружившего эфирный ветер. Смерть Гильберта выглядела бы слишком вызывающе: третий подряд (после Минковского и Ритца) математик и конкурент Эйнштейна умирает в одном небольшом городе. Так что вряд ли цепь этих смертей была случайностью, хотя, разумеется, нельзя утверждать, что все они носили криминальный характер. В книге академика РАЕН Л.П.Фоминского⁴⁶ приводятся и дальнейшие примеры загадочных смертей, карательной медицины, принудительной психиатрии, репрессий. К сожалению, талантливый физик и неординарный мыслитель Л.П.Фоминский свел проблему к менталитету еврейского народа, что совершенно ошибочно. Сионизм, еврейство и масонство – лишь надводная часть преступной системы, тайно управляющей человечеством (исследования по этому вопросу стали просачиваться в печати, в основном западной). Немалое число евреев беззаветно служило науке и не шло на компромисс с совестью. Среди «жертв» релятивизма первыми оказались именно они. Стоит вспомнить, что многие деятели сионистского движения по своим взглядам были безбожниками и революционерами, близкими к коммунистам и социал-демократам. В политической практике революционеров физическое устранение оппонента -

дело обычное. Национальность оппонента значения не имела. В этом отношении сионисты были ничуть не аморальнее, например, большевиков и немецких коммунистов, а тем более, нацистов, шедших к власти по трупам. Чтобы отместить возможные попытки спекуляций на национальной теме в истории создания теории относительности, подчеркнем, что речь идет о членах политической организации. Политика и мораль редко совместимы, и обвинения в адрес какой-либо нации, а не представляющих ее политиков, беспочвенны. Тем не менее, продолжающееся скрывание информации о некоторых важных обстоятельствах великой физической революции не способствует оздоровлению положения в современной науке.

Следует отметить также религиозно-мистический аспект канонизации Эйнштейна. Согласно ньютоновой расшифровке книги пророка Даниила, в конце XIX века евреи должны быть призваны к возвращению в Иерусалим⁶⁶. Время проведения первого Сионистского Конгресса и выхода программной книги Т.Герцля «Judenstaat» вполне отвечало этому пророчеству. Библейские исследования Ньютона тщательно изучались иудаистами с XVIII века (в настоящее время значительная часть рукописей Ньютона хранится в Иерусалимском университете). Дата основания государства Израиль (1948 г.) также соответствовала ньютонову толкованию пророческих книг Библии⁶⁶. Были известны и другие подобные пророчества, использовавшиеся лидерами сионизма. Некоторым из них хотелось представить Эйнштейна в качестве нового мессии, который установит свои законы и поведет евреев в землю обетованную. На роль политического лидера, как уже указывалось, Эйнштейн подходил плохо. Тем не менее, Вейцман видел в Эйнштейне своего приемника. Отказ Эйнштейна от поста президента был воспринят кабинетом министров Израиля с облегчением.

Наивно полагать, что Эйнштейн не догадывался, какими методами сионисты расчищали ему дорогу. Эйнштейн был фигурой противоречивой. С одной стороны, выдающийся физик, общественный деятель, пацифист, последовательный борец за мир и разоружение, защитник евреев от нацизма. С другой стороны, болезненно самолюбивый и тщеславный человек, не терпящий критики и присваивающий чужие научные результаты. Эйнштейн, по существу, в двадцатые годы превратился из ученого в шоумена, произносившего для многочисленных репортеров набор афоризмов и шуток. Некоторые его изречения изрядно надоедали. Так, на постоянно повторяемые Эйнштейном в разных вариантах слова о Боге, который не может играть в кости, Бор заметил: «Эйнштейн, перестаньте указывать Богу, что он может, а что нет».

Известен ряд весьма неблагоприятных обстоятельств личной жизни Эйнштейна. Из почти всех биографий исключен факт рождения его дочери Лизет от Милевы Марич еще до их женитьбы. По некоторым сведениям, дочь была оставлена молодыми любовниками в приюте. Несколько лет назад наделало большой шум опубликование инструкции, написанной Эйнштейном для Милевы и висевшей на видном месте в их квартире. В этой инструкции Эйнштейн предстает сущим деспотом и самодуром. Как оказывается, Эйнштейн отказался и от своего младшего сына. Тот написал отцу письмо с утверждением, что первую статью по СТО подготавливала мать, и Эйнштейн поместил сына в цюрихскую психиатрическую больницу, более его не навещая. Известны и многочисленные любовные связи Эйнштейна, отравлявшие жизнь

его обеим женам (причем эти связи продолжались и во время сердечной болезни второй жены Эльзы, оказавшейся смертельной). Заботится о человечестве, несомненно, гораздо легче, чем о своих ближних. Как не вспомнить здесь советский миф о великом вожде и учителе всех трудящихся и «самом человечном человеке», который на поверку оказался мстительным и кровожадным диктатором и вовсе не примерным семьянином. Новые обстоятельства завершающего этапа жизни Эйнштейна открылись после рассекречивания архивов ЦРУ. Эйнштейн находился под двойным контролем – со стороны сионистской организации, практически не допускающей его общения с учеными, далекими от сионизма, и со стороны ЦРУ, видящем в Эйнштейне скрытого коммуниста. Однако это не мешало Эйнштейну проводить уйму времени в обществе симпатичных девушек. Так что Эйнштейна вряд ли можно назвать таким фанатиком науки, какими были его великие предшественники. Эйнштейн жил, что называется, в свое удовольствие, и вполне его получил, имея славу, деньги, большой особняк с охраной и прислугой, яхту, кучу любовниц и возможность влияния на людей, вершащих судьбами мира.

Несмотря на шумный успех теории относительности, значительная часть физиков все же смотрела на нее скептически. Характерно высказывание Планка на представлении Эйнштейна в качестве нового члена Прусской академии наук в 1914 г. Планк просил руководство академии не осуждать забавные и неразборчивые идеи Эйнштейна о пространстве и времени. Нобелевскую премию Эйнштейн получил лишь с одиннадцатой попытки, и то не за теорию относительности, а за исследование фотоэлектрического эффекта. Нобелевский комитет, в отличие от широкой публики знакомый с работами Хевисайда и Пуанкаре (их в 1912 г. выдвигали на премию), рассматривал теорию относительности Эйнштейна не как физическую теорию, а как некоторые новаторские положения в теории познания. В 1920 г. в Германии состоялись научные совещания с «целью критики теории относительности и ее бестактной пропаганды»¹⁷. Позднее «Рабочее объединение немецких естествоиспытателей» опубликовало книгу «100 авторов против Эйнштейна»⁶⁷. Пайс утверждает, что критика носила антисемитский характер¹⁷. Однако переводить тему критики работ Эйнштейна в национальную плоскость антинаучно. К тому же среди критиков на совещаниях и этих 100 авторов было большое число этнических евреев, и в опубликованных работах не было и намек на антисемитизм. Наиболее активным критиком теории относительности в Германии был физик старшего поколения Ф.Ленард, лауреат Нобелевской премии за 1905 г. Именно его работы послужили основой для знаменитой статьи Эйнштейна «Об одной эвристической точке зрения на возникновение и превращения света». Ленард получил от сионистов по «полной программе». Сначала его объявили в мировой печати антисемитом, а затем и нацистом. На самом деле, как свидетельствовали современники, Ленард никогда не опускался до антисемитизма, а его обвинения в нацизме смехотворны. К приходу к власти Гитлера Ленарду было уже за семьдесят, и он оставил службу и научную работу по состоянию здоровья. Критика же Ленарда была обстоятельна, аргументирована и основана на глубоком понимании основ классической физики. Слова Ленарда о том, что если невразумительные идеи Эйнштейна будут приняты физическим сообществом, то в ближайшие 100 лет физическая наука будет обречена на беспомощность и бесплодие, можно считать пророческими.

Тем не менее, антисемитизм в Германии набирал силу. В конце 20-х годов у Эйнштейна появилось желание посвятить оставшуюся жизнь работе в каком-нибудь тихом университетском городке вне Германии. В музее Томского университета сохранилась переписка Эйнштейна с ректоратом о возможности работы знаменитого немецкого физика в Томске. Эйнштейн действительно питал иллюзии относительно Советского Союза. Он был членом коммунистической партии, а в 1923 г. участвовал в организации общества «Друзей новой России». В 1929 г. он написал статью «Массы вместо единиц» для советского журнала «Изобретатель и рационализатор» о преимуществах социалистической системы изобретательства⁶⁸. В сентябре 1930 г. в СССР были молниеносно расстреляны сорок восемь «вредителей», специалистов-пищевиков, среди которых было много евреев. Группа западных интеллектуалов вместе с Эйнштейном подписала письмо протеста. Академик А.Ф.Иоффе (один из лидеров сионистского движения в СССР) призвал Эйнштейна снять подпись, и тот снял, ибо «Советский Союз добился величайших достижений» и «нельзя считать возможность вины [пищевиков] полностью исключенной»⁶⁹. Однако в декабре Эйнштейн поехал не в СССР, а в США. В марте 1931 г. он возвратился домой, но дела в Германии шли все хуже. У Эйнштейна было множество приглашений для работы в университетах разных стран. Сионистская организация изыскала возможность организации для Эйнштейна специального рабочего места. Для этого в Принстоне на базе местного университета и Калифорнийского технологического университета организовали Институт высших исследований, в котором Эйнштейн проработал с 1933 г. до конца жизни. Начальный оклад Эйнштейна составлял огромную для того времени сумму – 15000 долларов в год.

Зададим, вопрос, как бы развивалась физика, не будь массовой рекламы и пропаганды работ Эйнштейна? Не исключено, что Эйнштейну удалось бы стать известным, но не более, чем множеству перечисленных в нашем обзоре ученых, внесших свой вклад в электродинамику, физику больших скоростей, теорию гравитации и квантовую физику. Наука развивалась бы естественным путем конкуренции различных гипотез, концепций и научных школ. Канонизация Эйнштейна означала установление монополизма на процесс познания. Ошибочно полагать, что работы Эйнштейна привели к скачку в понимании физических явлений. У Эйнштейна почти не было формул, законов или концепций, которые бы ранее него не предложили другие ученые. Многие его оригинальные идеи оказывались ошибочными, что он сам впоследствии признавал. Например, на основании экспериментальных данных Эйнштейн практически отказался от концепции квантов излучения, высказанной в статье по фотоэффекту 1905 г. Эйнштейновский вывод формулы Планка нарушал принцип детального баланса⁷⁰.

Если оценивать реальный, а не мнимый вклад Эйнштейна в науку, то он гораздо меньше, чем у таких «универсалов», как Максвелл, Кельвин, Хевисайд, Лоренц, Дж.Томсон и даже Герц, проживший всего 37 лет. Трудно сопоставить масштаб, объем и качество научных работ Эйнштейна и гигантов математики Пуанкаре и Гильберта. Известно «обращение» Эйнштейна к Ньютону («прости меня, Ньютон ...»), рассчитанное на публику, репортеров и недалеких физиков. Действительно, после канонизации Эйнштейна стали считать не менее великим, чем Ньютон. Однако их сопоставление для знакомых с творчеством Ньютона смехотворно. Даже по объему научных трудов Ньютон превосходит

Эйнштейна многократно (в десятки раз! ⁶⁶). Трагедия современной науки в том, что работы Ньютона, Максвелла и других действительно великих ученых остались большей частью непонятыми или вообще непрочитанными ⁶. Вне зависимости от оценки научного вклада Эйнштейна пропаганда его работ с одновременной нейтрализацией оппонентов нанесла колоссальный ущерб физике. Отметим только два основных момента.

1) Была грубо нарушена преемственность знаний, необходимая для нормального развития науки. Из физики вычеркнули пласт достижений, добытый теориями эфира и электромагнетизма в XVIII – XIX вв. Из огромного багажа накопленных знаний теория относительности использовала лишь уравнения Максвелла в искаженном виде и с ошибочными решениями. Это привело к тотальным нарушениям законов сохранения, истинность которых была подтверждена всей предыдущей практикой человечества.

2) Физика встала на путь подгонки теоретических и экспериментальных результатов под провозглашенные постулаты. Все, что им противоречило, изымалось или замалчивалось. В физике появились цензура, гласные и негласные запреты на публикацию работ, противоречащих теории относительности и воззрениям ее канонизированного автора.

Интересно, что сам Эйнштейн оказался гораздо проницательнее и осторожнее своих последователей. Уже в 1920 г. в работе «Эфир и теория относительности» ⁴³ он писал: «Согласно общей теории относительности пространство не мыслимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но не могли бы существовать масштабы и часы, и не было бы никаких пространственно-временных расстояний в физическом смысле слова». В работе 1924 г. «Об эфире» ⁷¹ сказано: «...общая теория относительности ... исключает непосредственное дальное действие, каждая же теория ближнего действия предполагает наличие непрерывных полей, а следовательно, существование эфира». Хотя Эйнштейн и оговаривался, что имел в виду совсем другой эфир, не эфир XIX в., в дальнейшем в официальных публикациях подобных высказываний он не допускал. В некотором смысле Эйнштейн оказался жертвой собственной канонизации и не мог идти против себя прежнего, канонизированного. Огромного уважения заслуживает одинокое противостояние Эйнштейна копенгагенской школе квантовой механики. Через шесть десятилетий была доказана не только допустимость детерминистской трактовки квантовой механики, на чем настаивал Эйнштейн, но и показаны огромные преимущества детерминистского подхода по сравнению с вероятностным ^{72, 73}. Характер Эйнштейна к концу 20-х годов изменился: исчезли самоуверенность, заносчивость, из безбожника он превратился в правоверного иудея. В оценках своих и чужих работ он стал гораздо осмотрительнее. К старости Эйнштейн стал все чаще сомневаться в правильности теории относительности. Перемена его настроения в письмах стала заметна сразу после окончания второй мировой войны. В 1943 – 1946 гг. Эйнштейн был научным консультантом ВМФ США и участвовал в анализе результатов знаменитого Филадельфийского эксперимента ⁷⁴, которые до сих пор засекречены. История эксперимента обросла всяческими домыслами и

небылицами. Его идея исходила от работ Н.Теслы, показавшего возможность изменения параметров физического вакуума (эфира) под воздействием высокочастотных полей специальной конфигурации и до 1942 г. возглавлявшего этот проект ВМФ. В эксперименте 1943 г. удалось добиться продолжительного сохранения в окружении корабля зоны с пространственной модуляцией плотности эфира и его показателя преломления. В результате корабль оказался невидимым для радаров. В последние годы были поставлены эксперименты, подобные Филадельфийскому, в условиях физической лаборатории ⁷⁵. Наблюдались пространственная модуляция показателя преломления физического вакуума, изменение хода часов и времени полураспада различных изотопов, проявление дополнительных сил, подобных гравитационным. Неудивительно, что Эйнштейн, обладавший информацией о Филадельфийском эксперименте, в конце жизни в письмах к своему другу М.Бессо выражал критическое отношение ко всей физике XX века ¹⁷.

5. Ошибки и подтасовки в интерпретациях экспериментов по проверке теории относительности

5.1. Проверка СТО

В начале знаменитой статьи «К электродинамике движущихся сред» Эйнштейн в качестве аргумента для отказа от эфира привел результат индукционных опытов, по которым эффект якобы не зависит от того, что двигать - магнит или проволоку. Для случая биполярной индукции (например, ротора и способного вращаться статора электрогенератора) это справедливо. Однако мы уже показывали, что согласно уравнениям Максвелла равномерное движение однородного магнитного поля не приводит к возникновению в покоящейся системе электрического поля. Этот вывод полностью соответствует экспериментам Фарадея по униполярной индукции ⁴². Обратный эффект, т.е. возникновение магнитного поля в покоящейся системе при равномерном движении зарядов, существует. Эйнштейн (а до него Пуанкаре) заимствовал свой аргумент из монографии Лоренца 1895 г. Лоренц трудов Фарадея не читал, поскольку в то время плохо знал английский. Выходит, что Лоренц выдавал желаемое за действительное, т.е. полагал, что опыты удовлетворяют теореме соответственных состояний (19, 20). Такой же аргументации следовали и авторы учебников, поддержавшие теорию относительности. Например, И.Е.Тамм ⁷⁶ привел описания индукционных опытов, которые, естественно, подтверждают СТО. Поразительно, что ни один из авторов современных массовых учебников физики не удосужился взглянуть на труды Фарадея и выяснить, что же на самом деле происходит в индукционных опытах! Спрашивается, а ставили ли опыты Фарадея другие исследователи? Оказывается, что ставили многократно и в самых разнообразных вариантах ^{22, 33}. Однако широкий круг физиков об этом не знает: экспериментальные работы, противоречащие теории относительности, запрещено публиковать в академических журналах и изданиях разнообразных физических обществ. До сих пор наука пожинает горькие плоды эйнштейновской канонизации. В монографии ²² приведено множество ссылок

на такие работы, и все они либо опубликованы в малотиражных местных изданиях, либо депонированы по направлению «официальных» журналов. Правда, в США и некоторых других странах есть журналы «диссидентского» содержания (например, «Galilean Electrodynamics»), нарушающие этот запрет, но они имеют узкий круг читателей. Получается, что результаты индукционных опытов подтасованы, только об этом авторы современных учебников и их читатели даже не подозревают.

Довольно подробный обзор опытов по проверке СТО дан в монографии У.И.Франкфурта и А.М.Френка ⁷⁷, и поэтому остановимся лишь на самых важных результатах. Однако если сравнить содержание указанной монографии, книги С.И.Вавилова ⁷⁸ и оригинальных работ ¹⁵, то обнаружится поразительное различие. Франкфурт и Френк убеждены в правильности СТО и соответственно подают экспериментальный материал, Вавилов выражает легкое сомнение по поводу СТО и признает противоречивость результатов, а значительная часть экспериментаторов полагает, что опыт опровергает СТО. Авторы учебников и большинства монографий об этих противоречивых результатах даже не упоминают.

Принято считать, что в 1887 г Майкельсоном и Морли была впервые достоверно показана невозможность обнаружения движения относительно мировой среды, эфира. В действительности в эксперименте Майкельсона и Морли с помощью оптического интерферометра с длиной оптического пути 11 м была зарегистрирована скорость эфирного ветра около 3,5 км/с. Большинство физиков приняло этот результат за ошибку измерений, поскольку ожидалось получить значение, близкое к скорости орбитального движения Земли, т.е. 30 км/с. Однако в 1902 – 1905 гг. Морли и Миллер подтвердили значение 3,5 км/с на интерферометре с длиной оптического пути 32 м. Майкельсон и Миллер полагали, что эфирный ветер в значительной степени захватывается атмосферой, и для его лучшей регистрации следует поднять интерферометр в горы. В 1921 г. после нескольких лет подготовительных работ начались эксперименты в условиях высокогорья. Для нового интерферометра с длиной оптического пути 64 м было построено здание специальной конструкции в калифорнийской обсерватории Маунт-Вильсон на высоте 1830 м над уровнем моря. На всех сторонах этого деревянного здания имелись непрерывные окна из брезента. За пять лет Миллером было выполнено огромное число измерений (только в 1925 г. более ста тысяч). Величина эфирного ветра на Маунт-Вильсон колебалась в пределах 8 – 10 км/с, причем ветер имел определенное галактическое направление. Интерферометр неоднократно разбирался и перевозился в Кливленд (265 м над уровнем моря), где было получено значение около 3 км/с. В апреле 1925 г. Миллер в докладе перед Национальной академией наук в Вашингтоне заявил, что наличие эфирного ветра установлено окончательно и бесспорно ⁷⁹. Вскоре, покидая пост президента Американского физического общества, он еще раз подтвердил свои результаты. Сообщение Миллера ознаменовало новый виток борьбы вокруг основ теории относительности. Эйнштейн сразу же заявил об ошибочности этих результатов. Миллера вскоре стали обвинять в несовершенстве прибора, чрезвычайно чувствительного к колебаниям температуры. Подробный анализ экспериментов Миллера дан в работе ⁴⁷, где показано, что колебания температуры были ни при чем. В 1926 г. Р.Дж.Кеннеди создал новый интерферометр для регистрации эфирного ветра. Чтобы исключить влияние температуры, Кеннеди сократил

длину оптического пути до 4 м, причем вся оптическая часть была заключена в металлический кожух, наполненный гелием. Измерения на Маунт-Вильсон дали почти нулевую скорость эфирного ветра, что понятно: кожух обладал экранирующим действием. В том же году бельгиец Е. Стаэль поднял небольшой интерферометр с длиной оптического пути 2,8 м, помещенный в термостат, на высоту 2500 м с помощью воздушного шара. Было зарегистрировано значение скорости около 9 км/с.

Результаты работ Миллера, Кеннеди и Стаэля обсуждались в 1927 г. на конференции в Маунт-Вильсоновской обсерватории. Противники и сторонники теории относительности остались при своих мнениях. Лоренц и Майкельсон, занимавшие выжидательную позицию, в целом положительно отнеслись к результатам Миллера и отметили, что эффект не может быть связан с орбитальным движением Земли и потому не понятен. В том же году К. Иллингворт повторил опыт Кеннеди и практически подтвердил его. В 1929 г. А. Майкельсон, Ф. Пис и Ф. Пирсон поместили интерферометр с длиной оптического пути 26 м в фундаментальное здание оптической мастерской Маунт-Вильсоновской обсерватории. Рекомендация Миллера о необходимости использования легкого здания была нарушена. По-видимому, именно поэтому значение скорости эфирного ветра оказалось меньше, чем у Миллера, и составило около 6 км/с. Вскоре Майкельсон, Пис и Пирсон осуществили эксперимент в частичном вакууме. Скорость света измерялась в железной трубе диаметром 1 м и длиной 1650 м (!). Эфирный ветер, естественно, не обнаружился. В 1930 г. Г. Йоос поставил точку в серии измерений эфирного ветра. В вакуумированной металлической камере эфирный ветер не превышал разрешающей способности прибора 1 км/с. С тех пор опыты по измерению эфирного ветра с помощью интерферометра Майкельсона не проводились. Интерес к таким опытам упал. Теория относительности продолжала победоносное шествие. Физическое сообщество откликнулось на призыв Эйнштейна не обращать внимания на результаты Миллера. В 1929 г. мировая печать писала уже о другом «подтверждении» теории относительности – расширении Вселенной. В 1928 г. умер Лоренц, а в 1931 г. – Майкельсон. Авторитетных ученых, которые могли бы объективно подойти к анализу экспериментов, не осталось. Все это привело к тому, что современные физики не знают об экспериментах Миллера 1921 – 1925 гг. и Майкельсона 1929 г. В университетских курсах физики^{80, 81} о них даже не упоминается, хотя более ранние эксперименты Майкельсона и Морли описываются подробно и приводятся результаты опытов Кеннеди и Иллингворта. В 1933 г. Миллер⁸² вновь обратил внимание физиков на экранирующее свойство металлических покрытий и зданий, но его уже не слышали. Отметим, что попытки Ф. Труотона, Г. Нобля и их последователей^{16, 78} обнаружить эфирный ветер по закручиванию подвешенного на нити плоского конденсатора также были обречены на неудачу из-за экранирующего действия зданий и пластин конденсатора.

С 50-х годов XX века ставились аналоги опыта Майкельсона с использованием принципиально другой аппаратуры – СВЧ генераторов, мазеров и лазеров. Все экспериментальные установки располагались в фундаментальных зданиях (часто в подвалах для уменьшения вибрации). Излучение распространялось внутри металлических корпусов приборов и резонаторов. Ценность таких экспериментов практически нулевая. Интересно,

что подобные эксперименты продолжают до наших дней (см. список литературы в работе ⁸³). Создается впечатление, что авторы новых работ либо не читали материалов конференции 1927 г. и работ Миллера, либо просто отрабатывают деньги, выделенные грантами на подтверждение теории относительности со все возрастающей точностью, а правда их не интересует. Автор работы ⁸³ использовал в качестве источника литературы сборник статей ¹⁵. В этой работе, как и в цензурированных учебниках и монографиях, приводятся ссылки на работы Майкельсона 1887 г., но ничего не говорится об его более поздних экспериментах и о работах Миллера, опубликованных в сборнике ¹⁵. Более того, автор ⁸³ предлагает постановку нового опыта по проверке второго постулата Эйнштейна в условиях экранировки эфирного ветра, замечая при этом, что смысла в постановке опыта нет: второй постулат и так подтвержден с огромной точностью. Комментарии здесь, думается, излишни.

Корректная проверка результатов Миллера была проведена только в самом конце XX века сотрудниками ИРЭ НАН Украины ¹⁸. Первоначально экспериментальные исследования фазовой характеристики приземного канала распространения радиоволн 8-мм диапазона выявили расхождение с теорией ⁸⁴. Как выяснилось, причина расхождения лежала в игнорировании эфирного ветра. Для измерения его скорости была разработана оригинальная методика сопоставления фаз двух лучей, идущих разными путями. Итогом большого объема измерений в полигонных условиях стал вывод о правильности результатов Миллера в отношении величины, направления и зависимости скорости эфирного ветра от высоты. Отметим, что найденное Миллером и подтвержденное украинскими радиофизиками направление эфирного ветра от созвездия Дракона коррелирует с данными по анизотропии реликтового излучения, согласно которым его избыток исходит в достаточно близком направлении от созвездия Льва ⁵⁸.

Математически фактор эфирного ветра можно учесть в электродинамике, переписав неоднородные уравнения Даламбера (9) в форме

$$\Delta \mathbf{A} - \frac{1}{v^2} \frac{d^2 \mathbf{A}}{dt^2} = -\mu_0 \mathbf{j}, \quad \Delta \varphi - \frac{1}{v^2} \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = -\frac{\rho}{\epsilon \epsilon_0}. \quad (28)$$

Полные производные по времени учитывают движение зарядов относительно эфира. Уравнения (28) оказываются галилей-инвариантными, как и оригинальные уравнения Максвелла (1). Лишь преобразования Галилея, применяемые в классической механике, имеют физический смысл. Преобразования Лоренца, Фогта и им подобные следует рассматривать как вспомогательные приемы, в ряде случаев облегчающие решение математических задач. Проблема состоит в том, что уравнения (1) и (28) неэквивалентны. Уравнения (1) применимы в ближней зоне излучателей, уравнения (28) - в дальней. Корректная сшивка решений для средней зоны – дело будущих исследователей. Задача эта крайне сложная и требует учета конкретных характеристик эфира. Еще Н.Тесла указывал Г.Герцу на

неприменимость его волновых уравнений вблизи вибратора. Тесла рассматривал появление на небольшом расстоянии от вибратора продольных и продольно-поперечных волн.

Длительное время замалчивались и эксперименты с вращающимися интерферометрами, начатые в 1912 г. Ф.Гарресом, продолженные М.Саньяком, Б.Погани, а также А.Майкельсоном и Г.Гейлом. Смещение интерференционных полос соответствовало представлению Лоренца о неподвижном эфире. По мнению С.И.Вавилова ⁷⁸, если бы эти эксперименты были проведены на несколько лет раньше, то они рассматривались бы как блестящее доказательство существования эфира. Последовательная теория ротационного эффекта Гарреса-Саньяка была создана только в 1919 г ¹⁶ на основе ОТО. Хотя в последующем для объяснения этого эффекта были предложены теории, не привлекающие ОТО, согласиться с тем, что он не противоречит постулатам СТО, трудно, поскольку свет движется по периферии вращающихся платформ прямолинейно.

Самая известная проверка замедления хода времени в макроскопических условиях была осуществлена Дж.Хафелем и Р.Китингом ⁸⁵. В этом опыте четыре экземпляра цезиевых часов помещались на реактивных самолетах, облетевших вокруг Земли в восточном и западном направлениях. Сравнивались показания часов, бывших на самолетах, и эталонных часов, установленных в Морской обсерватории в Вашингтоне. В современных учебниках утверждается, что эффект замедления хода времени был подтвержден. Однако несколько лет назад Китинг инициировал новую процедуру пересчета результатов этого эксперимента, и оказалось, что предсказанный СТО эффект замедления хода часов отсутствует, а прежний вывод был связан с неправомерной линейризацией экспериментальных данных ⁴⁹. Иными словами, результаты эксперимента были подогнаны под выводы СТО.

5.2. Проверка ОТО

Еще в 60-е годы XX века планировались запуски атомных часов в космос для измерения гравитационного и кинематического эффектов изменения хода времени. Атомные часы действительно были размещены на спутниках, но с другой целью - повысить точность военно-космического оборудования. Анализ данных Центра Управления Полетами показал, что расхождения хода бортовых и наземных атомных часов нет ⁴⁶. Это и понятно: атомные часы на спутниках надежно экранированы от эфирного ветра.

Считается, что известный эксперимент Р.Паунда и П.Рибки ⁸⁶, получивших смещение спектров Fe⁵⁷ при изменении высоты на 21 м, доказал правильность положения ОТО о замедлении хода времени в гравитационном поле. Этот эксперимент можно трактовать и как следствие совершения гравитацией работы над γ -фотоном. Как мы уже выяснили при анализе эффекта искривления луча света вблизи Солнца, классическое объяснение эксперимента состоит в том, что электромагнитное излучение распространяется в среде падающего в Землю эфира, и их векторы скорости складываются. При этом формально можно полагать, что «продольная» масса фотона в два раза меньше его «поперечной» массы. Для регистрации эффекта в эксперименте необходимо

было избежать экранировки потока входящего в Землю эфира. Такое требование вряд ли хорошо обеспечивалось, и к результату Паунда и Ребки следует относиться с осторожностью. И действительно, точность эксперимента Паунда и Ребки неоднократно подвергалась сомнению⁴⁷. Сильно преувеличена и точность экспериментов по регистрации искривления луча света вблизи массы⁴⁷. Эксперименты по измерению запаздывания радиоимпульса, проходящего вблизи Солнца, как считается, также подтверждают ОТО⁵⁸. Однако запаздывание радиоимпульса допускает классическую трактовку без привлечения представлений СТО и ОТО. В самом деле, поскольку скорости входящего в Солнце эфира и радиолуча складываются векторно, то в направлении земного наблюдателя свет на минимальном расстоянии от Солнца распространяется со скоростью $c' = \sqrt{c^2 - v^2}$, где $v = \sqrt{-2\phi}$ - скорость падения эфира в поле Солнца с гравитационным потенциалом ϕ . В последние годы подвергается сомнению и точность радиолокационных экспериментов⁵⁸. Основания для такого сомнения имеются: скорость движения эфира вблизи Солнца может существенно отличаться от величины $\sqrt{-2\phi}$.

Эффект «красного смещения» спектров далеких галактик рассматривается в настоящее время как подтверждение вывода ОТО о расширении Вселенной. Однако с 1929 г., когда Э.Хаббл обнаружил этот эффект, постоянная «красного смещения» уже уменьшена на порядок⁵⁸. Сам же Хаббл с начала 30-х годов расширение Вселенной отрицал и полагал, что «красное смещение» не связано с разлетом галактик⁸⁶. В 80-е годы XX века американские астрономы на основании длительных наблюдений определили среднее значение плотности свободных электронов в космической плазме и показали, что «красное смещение» вполне объяснимо многократным комптоновским рассеянием излучения на электронах. Существует и более фундаментальная причина «красного смещения» - старение фотонов вследствие ненулевой вязкости эфира⁸. Измерения характеристик реликтового излучения коррелируют с экспериментами Миллера и, как утверждают даже сторонники ОТО, свидетельствуют о существовании во Вселенной «космического субстрата», или «неоэфира»⁵⁸.

Что же касается экспериментов по поиску гравитационных волн, то их результаты до сих пор неопределенны. Это не удивительно: если скорость гравитационных волн много выше скорости света, то чувствительность современных детекторов, измеряющих градиент напряженности поля, оказывается недостаточной⁴⁷.

Когда миф о теории относительности развалится, как карточный домик (а это время, судя по всему, не за горами), следует ожидать ревизии множества других экспериментов, якобы подтверждающих эту теорию.

Литература

1. Гельмгольц Г. Основы вихревой теории. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002.
2. Уиттекер Э. История теории эфира и электричества. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
3. Шипицин Л.А. Гидродинамическая интерпретация электродинамики и квантовой механики. М.: МПИ, 1990.
4. Золотарев В.Ф., Шамшев Б.Б. Физика квантованного пространства-времени, Ч.1. Саратов: Изд. Сарат. ун-та, 1992.
5. Келли Э. Уравнения Максвелла как свойство вихревой губки.//Максвелл Д.К. Статьи и речи. М.: Наука, 1968.
6. Смирнов А.П., Прохорцев И.В. Принцип порядка. СПб.: ЗАО «ПИК», 2002.
7. Салль С.А. Расчет поля излучения диполя методом непосредственного интегрирования уравнений Максвелла. // Проблемы исследования Вселенной, вып. 28. СПб, 2004, с.338.
8. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газоподобном эфире. М.:Энергоатомиздат, 1990.
9. Любимов Ю.А. Электродинамическая формула В.Вебера (зарница релятивизма?)//Исследования по истории физики и механики. 2000. М.:Наука, 2001, с.142.
10. Максвелл Дж.К. Трактат об электричестве и магнетизме. М.:Наука, 1992.
11. Дж.А.Стрэттон. Теория электромагнетизма. М.:ОГИЗ, 1948.
12. О. Heaviside. Electromagnetic Theory. Electrical Papers. Vol.1, 2. London – N.Y., 1892.
13. Joseph H.J. Some Unpublished Notes of Oliver Heaviside. The Heaviside Centenary Volume. London, 1950.
14. Ключин Я.Г. Основы современной электродинамики. СПб, 1999.
15. Эфирный ветер. /Под ред. В.А.Ацюковского. М.:Энергоатомиздат, 1993.
16. Паули В. Теория относительности. М.:Наука, 1991.
17. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.:Наука, 1989.
18. Галаев Ю.М. Эфирный ветер. Эксперимент в диапазоне радиоволн. Харьков, 2000.
19. Власов А.Д. Атом Шредингера. УФН, 163, № 2, 1993, с. 97.
20. Beckmann P. Electronic Clusters. Galilean Electrodynamics, № 1, 1990.
21. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. М.:Наука, 1982.
22. Николаев Г.В. Непротиворечивая электродинамика. Теория, эксперименты, парадоксы. Томск: НТЛ, 1997.
23. Салль С.А., Смирнов А.П. Разрешение парадоксов теории излучения в рамках уравнений Максвелла и Шредингера. //Проблемы исследования Вселенной, вып. 23. СПб, 2001, с.215.
24. Салль С.А., Смирнов А.П. Проблема сверхсветовой коммуникации. //Проблемы исследования Вселенной, вып. 26. СПб, 2003, с.350.
25. Тернов И.М., Михайлин В.В. Синхротронное излучение. Теория и эксперимент. М.:Энергоатомиздат, 1986.
26. Сахаров Ю.К. Противоречие современных концепций излучения заряженных частиц и строения атома. //Проблемы исследования Вселенной, вып. 20. СПб, 1996, с.79.

27. Шредингер Э. Избранные труды по квантовой механике. М.:Наука, 1976, с.218.
28. СВЧ излучение низкотемпературной плазмы. /Под ред. А.В. Башаринова. М.:Сов. радио, 1974.
29. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.:Наука, 1988.
30. Гинзбург В.Л. Теоретическая физика и астрофизика. М.:Наука, 1987.
31. Фредерикс В.К. Гендрик Антон Лоренц. //Лоренц Г.А. Старые и новые проблемы физики. М.:Наука, 1970, с.245.
32. Быстров Ю.А., Иванов С.А. Ускорительная техника и рентгеновские приборы. М.:ВШ, 1983.
33. Muller F.G. Unipolar Induction Experiments and Relativistic Electrodynamics. Galilean Electrodynamics, № 1, 1990.
34. Скаржинский В.Д. Эффект Ааронова-Бома: теоретические расчеты и интерпретация. // Труды ФИАН, т. 167, 1986, с. 139.
35. Логунов А.А. К работам Анри Пуанкаре «О динамике электрона». М.:МГУ, 1988.
36. Панов М.И., Тяпкин А.А., Шибанов А.С. Анри Пуанкаре и наука начала XX века. // Пуанкаре А. О науке. М.:Наука, 1983, с.522.
37. Богущ А.А. Очерки по истории физики микромира. Минск: Навука і тэхніка, 1990.
38. Принцип относительности. М.:Атомиздат, 1973.
39. Победоносцев Л.А. Почему я не удовлетворен теорией относительности. ЖРФМ, 1, № 12, 1992, С.107.
40. Пуанкаре А. О динамике электрона.// Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.:Мир, 1979, с. 85.
41. Whittaker E.A. History of the Theories of Aether and Electricity. The modern Theories 1900 – 1926. London, 1953.
42. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству. Т. 1 – 3. М.:АН СССР, 1947 – 1959.
43. Эйнштейн А. // Собр. научных трудов. Т.1. М.:Наука, 1965.
44. Детлаф А.А., Яворский В.М. Курс физики. М.:Высшая школа, 1979.
45. Брусин Л.Д., Брусин С.Д. Иллюзия Эйнштейна и реальность Ньютона. М., 1993.
46. Фоминский Л.П. Чудо падения. Черкассы:Сіач, 2001.
47. Ацюковский В.А. Логические и экспериментальные основы теории относительности. М.:МПИ, 1990.
48. Бернштейн В.М. Логические построения в специальной теории относительности. //Проблемы исследования Вселенной, вып. 21. СПб, 1999, с.97.
49. Spencer D.E., Shama U. A new interpretation of the Hafele-Keating experiment. //Проблемы исследования Вселенной, вып. 21. СПб, 1999, с.250.
50. Леонтович М.А. Эволюция представлений о магнитных и электрических силовых линиях. УФН, 84, № 4, 1964, с. 715.
51. Окунь Л.Б. Понятие массы. (Масса, энергия, относительность). УФН, 158, № 3, 1989, с. 511.
52. Юнг Р. Ярче тысячи солнц. М.:Госатомиздат, 1961.
53. Действие ядерного оружия. М.:Воениздат, 1963.
54. Действие ядерного взрыва. М.:Мир, 1971.
55. Пуанкаре А. О науке. М.:Наука, 1983, с.522.

56. Уоллес Б. Проблема пространства и времени в современной физике. //Проблемы исследования Вселенной, вып. 15. СПб, 1991, с.258.
57. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. М.:Наука, 1965.
58. Климишин И.А. Релятивистская астрономия. М.:Наука, 1989.
59. Бриллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. М.:Мир, 1972.
60. Лаплас П.С. Изложение системы мира. Т.1, 2. СПб, 1861.
61. Синг Дж. Общая теория относительности. М.:ИЛ, 1963.
62. Физика космоса: Маленькая энциклопедия. М.:СЭ, 1986.
63. Ярковский И.О. Всемирное тяготение как следствие образования весомой материи внутри небесных тел. М., 1912.
64. Бурланков Д.Е. Тяготение и абсолютное пространство. Работы Нильса Бьёрна (1865 – 1909). УФН, 174, № 8, 2004, с. 899.
65. Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации. Современный анализ проблемы. М.:Наука, 1987.
66. Дмитриев И.С. Неизвестный Ньютон. Силуэт на фоне эпохи. СПб.: Алетейя, 1999.
67. Israel H., Ruckhaber E., Weinmann R., Eds. 100 Autoren Gegen Einstein. Leipzig, 1931.
68. Френкель В.Я., Явелов Б.Е. Эйнштейн: изобретения и эксперимент. М.:Наука, 1990.
69. Солженицин А.И. Двести лет вместе. Часть II. М.: Русский путь, 2002.
70. Lewis G.N. Ztschr.Phys., 33, 1925, p. 470.
71. Эйнштейн А. // Собр. научных трудов. Т.2. М.:Наука, 1966.
72. Власов А.Д. Атом Шредингера. УФН, 163, № 1, 1993, с.97.
73. New Frontiers in Quantum Electrodynamics and Quantum Optics./Ed. By A.O.Barut. Plenum, New York, 1990.
74. Киви Б. Книга о странном. М.:Бестселлер, 2003.
75. Shahparonov I.M. Proc. Int. Conf. "New Ideas in Natural Sciences". Part 1, St.Petersburg, 1996, p.175.
76. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.:Наука, 1989.
77. Франкфурт У.И., Френк А.М. Оптика движущихся тел. М.:Наука, 1972.
78. Вавилов С.И. Экспериментальные основания теории относительности. М.-Л., 1928.
79. Миллер Д.К. Эфирный ветер. УФН, 5, 1925, с.177.
80. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. М.:Наука, 1980.
81. Ландсберг Г.С. Оптика. М.:Наука, 1976.
82. Miller D.C. Ether-drift experiments and the determination of the absolute motion of the Earth. Rev. Modern. Phys., 5, № 3, 1933, p. 203.
83. Малыкин Г.Б. О возможности экспериментальной проверки второго постулата специальной теории относительности. УФН, 174, № 7, 2004, с.801.
84. Галаев Ю.М., Кивва Ф.В. Широкополосная линия связи миллиметрового диапазона радиоволн. Эксперимент. Модель. // 7-я Международная крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». Севастополь, 1997, с.670.
85. Hafele J.C., Keating R.E. Science, 177, 1972, p.166.
86. Hubble E. The Realm of the Nebulae. Oxford, 1936.