

### 13. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЛНОВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В КЛАССИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ

Современная электродинамика представляет собой синтез уравнений Максвелла, специальной теории относительности (СТО) и квантовых представлений [7, 9, 54]. Если уравнения Максвелла были установлены в основном, исходя из опытных данных, и образуют фундамент классической физики, то дальнейшее развитие электродинамики с привлечением постулатов в СТО, а также квантовых постулатов характеризуется все большим отходом от классики. Разрыв с классическими представлениями в физике иногда становится столь большим, что никакие усилия ведущих теоретиков не способны разумно объяснить так называемые квантовые эффекты в рамках теории Максвелла, которая считается наиболее хорошо проверенной на практике теорией [9].

По признанию практически всех ведущих теоретиков XX века современная физика и, в частности, квантовая электродинамика не могут претендовать на роль единого фундамента физики [7,9,14], поэтому многим современным теориям придется смириться с критическими замечаниями в их адрес.

Теперь посмотрим, как рождаются мифы о якобы непригодности классических представлений при решении сложнейших задач электродинамики и микромира.

В работе [7] мы находим: "Сейчас нам предстоит обсудить серьезную трудность - несостоятельность классической электромагнитной теории. Может показаться, что это нарушение, естественно, связано с падением всей классической теории под ударами квантово-механических эффектов. Возьмите классическую механику. Математически это вполне самосогласованная теория, хотя она и опровергается опытом. Однако самое интересное, что классическая теория электромагнетизма неудовлетворительна сама по себе. В ней до сих пор есть трудности, которые связаны с самими идеями теории Максвелла и которые не имеют непосредственного отношения к квантовой механике... "А зачем нам заранее беспокоиться об этих трудностях. Ведь квантовая механика все равно изменит законы электродинамики. Не лучше ли подождать и посмотреть, во что превратятся эти трудности после изменений?" Однако трудности остаются и после соединения электродинамики с квантовой механикой, так что рассмотрение их сейчас не будет напрасной тратой времени;

вдобавок они очень важны с исторической точки зрения... Понятия простых заряженных частиц и электромагнитного поля как-то не согласуются друг с другом... Представьте, что мы взяли простейшую модель электрона, когда весь его заряд  $q$  равномерно распределен по поверхности сферы радиусом  $a$ . В специальном случае точечного заряда мы можем положить его равным нулю. Теперь вычислим энергию электромагнитного поля... Как только мы переходим к точечному заряду, начинаются все наши беды. И все потому, что энергия поля изменяется обратно пропорционально четвертой степени расстояния, интеграл по объему становится расходящимся, а количество энергии, окружающее точечный заряд, оказывается бесконечным..."

Итак, сделаем из всего этого некоторый вывод. Оказывается, из-за того, что мы не умеем решать некоторые задачи электродинамики и допускаем логические просчеты, виноватой является классическая физика. Ведь мы уже знаем, что заряд может быть и не точечный, что в природе вряд ли смогут существовать точечные объекты, проявляя себя вполне реально и взаимодействуя с окружающими объектами. Более того, мы даже уже научились вместе со студентами учитывать неточечность зарядов при нахождении запаздывающих потенциалов Льенара-Вихерта. И во всех этих случаях ни о каких бесконечностях не могло быть и речи.

Например, мы находим у Фейнмана [7]: "Мы решили уравнения Максвелла. В любых обстоятельствах, если только заданы токи и заряды, из этих интегралов можно определить потенциалы, а затем, продифференцировав их, получить поля. Тем самым с теорией Максвелла покончено. И это позволяет нам замкнуть круг и вернуться к нашей теории света, потому что достаточно только подсчитать электрическое поле движущегося заряда, чтобы связать все это с нашей прежней теорией света... Работы придется проделать много, но принцип ясен.

Итак, мы дошли до центра электромагнитной вселенной. У нас в руках полная теория электричества, магнетизма и света, полное описание полей, создаваемых движущимися зарядами, и многое, многое другое. Все сооружение, воздвигнутое Максвеллом, во всей его полноте, красе и мощи сейчас перед нами. Это, пожалуй, одно из величайших свершений физики".

Какой неиссякаемый оптимизм! И все это достаточно хорошо обосновано. Действительно, мы близки к разгадке природных явлений.

В этой же работе Фейнман указывает на ошибку, которая может появиться, если неумело обращаться с уравнениями и их решениями. Речь идет о бесконечностях в электродинамике, связанных с центральными полями.

"Нужно упомянуть еще об одном важном факте. В нашем решении для расходящейся (сферической) волны функция  $\Phi$  в начале координат бесконечна. Это как-то необычно. Мы бы предпочли иметь такие волновые решения, которые гладки повсюду. Наше решение физически относится к такой ситуации, когда в начале координат располагается источник. Значит, мы нечаянно сделали одну ошибку: наша формула не является решением свободного волнового уравнения повсюду; уравнение с нулем в правой части решено повсюду, кроме начала координат. Ошибка вкралась оттого, что некоторые действия при выводе уравнения при  $r = 0$  "незаконны".

Таким образом, мы ясно видим предупреждение о том, чтобы волновые уравнения решались предельно внимательно. Но, несмотря на это, в электродинамике возникла проблема бесконечностей в собственной энергии частиц. И эти бесконечности возникли именно в центральных полях.

Кроме этого, следует иногда вспоминать о физическом вакууме, реальность которого признана уже во всем мире. А точнее говоря, вспомнить, наконец, об эфире, которым занимались все сколько-нибудь серьезные физики, правда, не совсем успешно.

И еще немного о Максвелле [7]. "Во времена Максвелла не привыкли мыслить в терминах абстрактных полей. Максвелл обсуждал свои идеи с помощью модели, в которой вакуум был подобен упругому телу. Он пытался также объяснить смысл своего нового уравнения (118) с помощью механической модели. Теория Максвелла принималась очень неохотно, во-первых, из-за модели, а во-вторых, потому что вначале не было экспериментального подтверждения. Сейчас мы лучше понимаем, что все дело в самих уравнениях, а не в модели, с помощью которой они были получены... уравнения Максвелла были подтверждены в бесчисленных экспериментах. Если мы отбросим все строительные леса, которыми пользовался Максвелл, чтобы построить уравнения, мы придем к заключению, что прекрасное здание, созданное Максвеллом, держится само по себе. Он свел воедино все законы электричества и магнетизма и создал законченную и прекрасную теорию".

По поводу законченности теории Максвелла еще можно подискутировать, поскольку сам Максвелл не считал ее таковой, иначе

не искал бы механизма реализации своих уравнений. Но с тем, что в XIX веке ученые умели строить здание науки прочно, на века и не делали поспешных выводов, можно вполне согласиться. Этого нельзя сказать про физиков XX века, когда теории создаются в большом количестве, очень быстро, но строительство зданий идет не очень качественно, а порой и с отсутствием какого-либо фундамента.

Но уж так устроена человеческая психология. Раз уж мы привыкли ругать классическую физику и винить ее во всех наших бедах, то почему бы и очередные наши промахи не списать на несостоятельность классических методов анализа и решения задач.

Можно привести целый список задач, рассмотрение которых было успешно начато, но не доведено до конца в рамках классических представлений. Это - спектр излучения абсолютно черного тела, при нахождении которого М. Планк применил электромагнитную теорию Максвелла, а также статистический подход Максвелла-Больцмана с энтропией и комбинаторикой Больцмана. Задача была как никогда близка к своему успешному решению полностью на классической основе, но в силу слабого владения теоретиками такими понятиями, как энтропия и статистический анализ сложных систем, подход Планка не был по достоинству оценен и доведен до завершения.

А вместо достойного выхода из трудной ситуации физики решили усомниться в справедливости теории Максвелла и Больцмана. В это же самое время сам Больцман стал жертвой непонимания его прогрессивных методов в статистической физике.

Это касается и законов фотоэффекта. Дальнейший опыт показал, что данная задача могла быть успешно решена на базе электромагнитной теории Максвелла, но с привлечением статистических методов анализа случайных процессов, какими являются электромагнитные поля со случайными амплитудами и фазами отдельных волн (См. приложение 3). Ни для кого не секрет, что аналогичные задачи в настоящее время успешно решаются в рамках статистической радиофизики и статистической оптики. Но вместо развития этих методов физики вновь решили во всем обвинить классическую физику.

Таким же образом не был достаточно хорошо понят планетарный атом, с таким успехом начатый Н. Бором и Э. Резерфордом и вынудивший Бора изменить классическим традициям. А ведь разгадка порой находится просто рядом. Недостаточное знание электродинамики Максвелла (а именно, свойств вектора Умова-Пойнтинга), а также закона сохранения механического момента в применении к атому

сыграли роковую роль. Атом становится уже не классическим, а переходит в категорию квантовых явлений (См. приложение 1).

Очень похожие вещи происходят с уравнением Шредингера. Вместо развития статистических методов анализа и нахождения функций распределения электронной плотности по Максвеллу и Больцману в применении к атомным системам теоретики решили изобрести новые абстрактные объекты - волны де Бройля. И хотя по прошествии многих лет физики все же догадались, что речь по существу идет о самых обыкновенных функциях распределения, т.е. о плотностях вероятности - таких знакомых терминах в классической статистической физике, но назад хода нет. Раз квантовую механику изобрели, то отменять ее никто не будет (См. приложение 2).

Этот список нерешенных в свое время задач можно продолжать и продолжать. При анализе механизмов рассеяния частиц на монокристаллах подвело опять же слабое знание статистических методов решения подобных задач, когда с самого начала следует говорить на языке функций распределения физических величин и, в частности, это касается функции распределения электронов по импульсам. И даже когда уже было хорошо известно, что распределение электронов по импульсам внутри упорядоченных структур является дискретным, на что многократно указывал в свое время А. Ланде, и что это дает разгадку явлениям дифракции без привлечения каких-либо волн де Бройля. Но инерция физиков превзошла все ожидания, и такого явного парадокса в теории почти никто и не заметил, за исключением, правда, наиболее проницательных (См. приложение 2).

Теперь мы уже готовы обвинить не только классическую физику в несостоятельности, но и саму Природу в абсурдности, вместо того, чтобы оглянуться на себя, как это иногда советует делать Р. Фейнман.

Интересно пронаблюдать ситуацию, когда ученые пытаются представить себе реальные электромагнитные поля при отсутствии какого-либо механизма формирования таких полей [7]: "... что такое векторный потенциал - просто полезное для расчетов приспособление (так в электростатике полезен скалярный потенциал) или же он как поле вполне *реален*? Или же *реально* лишь магнитное поле, так как оно ответственно за силу, действующую на движущуюся частицу? ...выражение "реальное поле" реального смысла не имеет. Во-первых, вы вряд ли вообще полагаете, что магнитное поле хоть в какой-то степени реально, потому что и сама идея поля - вещь довольно отвлеченная. Вы не можете протянуть руку и пощупать это магнитное поле. Кроме того,

величина магнитного поля тоже не очень определена; выбором подходящей подвижной системы координат можно, к примеру, добиться, чтобы магнитное поле в данной точке пропало.

Под *реальным* полем мы понимаем здесь вот что: реальное поле - это математическая функция, которая используется нами, чтобы избежать представления о дальнем действии... Один прием, которым можно описать взаимодействие, - это говорить, что прочие заряды создают какие-то *условия* (какие - не имеет значения) в окрестности точки. Если мы знаем эти условия (мы их описываем, задавая электрическое и магнитное поля), то можем полностью определить поведение частицы, нимало не заботясь после о том, что именно создало эти условия... *Реальное* поле тогда есть совокупность чисел, заданных так, что то, что происходит в некоторой точке, зависит от чисел в этой точке и нам больше не нужно знать, что происходит в других местах. Именно с таких позиций мы и хотим выяснить, является ли векторный потенциал *реальным* полем".

Можно было бы продолжать эту игру слов, пытаясь разобраться в физической сущности полей, но попробуйте встать на место студента и представить себе, как это все он сможет понять и запомнить. Незнание реальных механизмов формирования электромагнитных полей порождает неопределенность, неуверенность в себе при восприятии и объяснении природных явлений, препятствует их глубокому анализу. На этом месте физика как бы остановилась в своем развитии и надолго замерла.

Из истории развития физики известно, что первые представления о различных силовых полях были довольно отвлеченными. В законах силовых взаимодействий, как правило, не содержалось указаний на причину взаимодействия. Поэтому вплоть до середины XIX века многие физики придерживались взгляда, например, на тяготение, как на некое мгновенное действие на расстоянии вне времени и без всякой роли среды. Вопрос был окончательно разрешен опытным подтверждением теории электромагнитного поля Максвелла, как следствия *запаздывающего близкого действия*, согласно которому источник поля, качественно меняя свойства окружающей его среды, выводит ее из энергетически равновесного состояния [19].

Можно привести также точку зрения видного теоретика Д. И. Блохинцева [56]: "... то, что мы считали пустотой, на самом деле является некоторой средой. Назовем ли мы ее по старому *эфиром* или более современным словом *вакуум*, от этого суть дела не меняется".

Разумеется, хотелось бы как-то представить себе и обычное электрическое поле. Заглядываем в учебник [7]: "...нельзя ли представить электрическое поле в виде чего-то сходного с температурой, скажем, похожего на смещение куска студня? Сначала вообразим себе, что мир наполнен тонкой студенистой массой, а поля представляют собой какие-то искривления (скажем, растяжения или повороты) этой массы. Вот тогда можно было бы себе мысленно вообразить поле. А после того, как мы "увидели" на что оно похоже, мы можем отвлечься от студня. Именно это многие и пытались делать довольно долгое время. Максвелл, Ампер, Фарадей и другие пробовали таким способом понять электромагнетизм. (Порой они называли абстрактный студень *эфиром*.) Но оказалось, что попытки вообразить электромагнитное поле подобным образом на самом деле препятствуют прогрессу. К сожалению, наши способности к абстракциям, к применению приборов для обнаружения поля, к использованию математических символов для его описания и т.д. ограничены. Однако поля в известном смысле вещь вполне реальная, ибо, закончив возню с математическими уравнениями (все равно, с иллюстрациями или без, с чертежами или без них, пытаясь представить поле въяве или не делая таких попыток), мы все же можем создать приборы, которые поймают сигналы с космической ракеты или обнаружат в миллиарде световых лет от нас галактику, и тому подобное... Электрические поля и волны, о которых мы говорим, это не просто удачные мысли, которые мы вызываем в себе, если нам это хочется, а идеи, которые обязаны согласовываться со всеми известными законами физики. Недопустимо всерьез воображать себе то, что очевидным образом противоречит известным законам природы... Проблема создания чего-то, что является совершенно новым, и в то же время согласуется со всем, что мы видели раньше, - проблема чрезвычайно трудная".

С последними двумя фразами автора нельзя не согласиться. И все же, сколько содержится противоречий в рассуждениях о полях и об их реальности: от полного отрицания до полного признания этой реальности! Перед Природой следует снять шляпу. Она подбрасывает нам такие чудеса и задает нам такие каверзные вопросы, что человеческий разум зачастую просто пасует перед этим. И требуется некоторое время, чтобы, оправившись от потрясения, произведенного Природой, исследователь смог продолжить дальше плутать в этих лабиринтах знаний и наводить в них какой-то порядок.

А теперь вспомним рассмотренные волновые процессы в эфире и все уравнения, полученные нами, и зададим себе вопрос: не противоречат ли они чему-нибудь, известному нам ранее? Оказывается, что все рассуждения и выводы, приведенные в этой работе, вполне укладываются в рамки обычных классических представлений и нигде не допущено нарушение каких-либо законов сохранения в физике.

Когда у исследователя что-то получается и он имеет явные положительные результаты, он становится неистощимым оптимистом. Так мы читаем в работе [44]: "Решающие и наиболее поразительные периоды развития физики - это периоды великих обобщений, когда явления, казавшиеся разобщенными, неожиданно становятся всего лишь разными аспектами одного и того же процесса. История физики - это история таких обобщений, и в основе успеха физической науки лежит главным образом наша способность к синтезу.

По-видимому, самым знаменательным моментом в развитии физики XIX столетия следует считать тот день в 1860 г., когда Дж. К. Максвелл сопоставил законы электричества и магнетизма с законами поведения света. В результате были частично объяснены свойства света - этой старой и тонкой субстанции, настолько загадочной и важной, что в свое время при написании главы о сотворении мира сочли нужным отвести для него отдельный акт творения. Закончив свое исследование, Максвелл мог бы сказать: "Да будет электричество и магнетизм, и станет свет!"

«...И тут выступает единство явлений во Вселенной. Движение атомов далекой звезды даже на огромных расстояниях возбуждает электроны нашего глаза, и мы узнаем о звездах. Если бы закона воздействия полей не существовало, мы бы буквально ничего не знали о внешнем мире!"

Но когда у нас что-либо не ладится, теория не укладывается в единую картину мира, а Природа никак не желает раскрыть нам своих тайн, то настроение от этого портится, и отсутствует полный порядок в мыслях.

Так мы находим [7]: "...всем описанным нами теориям можно предъявить тяжкое обвинение. Все известные нам частицы подчиняются законам квантовой механики, поэтому необходима квантово-механическая форма электродинамики. Свет ведет себя подобно фотонам. Это уже не 100-процентная теория Максвелла. Следовательно, электродинамика должна быть изменена. Мы уже говорили, что упорное старание исправить классическую теорию может оказаться напрасной

тратой времени, ибо в квантовой электродинамике трудности могут исчезнуть или будут разрешены другим образом. Однако и в квантовой электродинамике трудности не исчезают. В этом кроется одна из причин, почему люди потратили столько времени, пытаясь преодолеть классические трудности и надеясь, что если они смогут преодолеть их, то после квантового обобщения уравнений Максвелла все будет в порядке. Однако и после такого обобщения трудности не исчезают.

Квантовые эффекты, правда, приводят к некоторым изменениям. Изменяется формула для масс, появляется постоянная Планка  $\hbar$ , но ответ по-прежнему выходит бесконечным, если вы не обрезаете как-то интегрирование, подобно тому, как мы обрезали интеграл при  $r = a$  в классической теории... Трудности в основном те же самые. Поэтому вам придется поверить мне на слово, что и квантовая электродинамика Максвелла приводит к бесконечной массе точечного электрона.

Оказывается, однако, что до сих пор никому не удалось даже приблизиться к *самосогласованному* квантовому обобщению на основе *любой* из модифицированных теорий. Идее Борна и Инфельда никогда не суждено было стать квантовой теорией. Не привели к удовлетворительной квантовой теории опережающие и запаздывающие волны Дирака и Уиллера - Фейнмана. Не привела к удовлетворительной квантовой теории и идея Боппа. Так что и до сего дня нам не известно решение этой проблемы. Мы не знаем, как с учетом квантовой механики построить самосогласованную теорию, которая не давала бы бесконечной собственной энергии электрона или какого-то другого точечного заряда. И в то же время нет удовлетворительной теории, которая описывала бы неточечный заряд. Так эта проблема и осталась нерешенной.

Если вы вздумаете попытать счастья и построить теорию, полностью удалив действие электрона на себя, так, чтобы электромагнитная масса не имела смысла, а затем будете делать из нее квантовую теорию, то могу вас заверить - трудностей вы не избежите. Экспериментально доказано существование электромагнитной инерции и тот факт, что часть массы заряженных частиц - электромагнитная по своему происхождению".

Картина, представленная здесь Р. Фейнманом, является довольно удручающей. Ситуация напоминает даже безвыходную. Но это, конечно, лишь временные затруднения. Во-первых, выше уже было отмечено, что принятие электрона точечной частицей является всего лишь идеализацией и логической ошибкой, поскольку в природе вряд ли

смогут существовать абсолютно точечные объекты, проявляя себя в эксперименте. Вспомним обычную заряженную сферу. Вне этой сферы кулоновское поле точно такое же, как и у точечного заряда, но никому и в голову не придет, что здесь может возникнуть бесконечность из-за того, что при удалении от сферы электрический потенциал зависит от расстояния как  $1/r$ .

Для неточечного электрона следует отдельно рассмотреть электрическое поле в непосредственной близости от частицы, а затем - на большом расстоянии, что примерно и было сделано нами в предыдущих разделах. При этом, действительно, энергия электрона велика, а плотность энергии эфира *необычайно велика*, но о каких-то бесконечностях в энергии электрона или полей не было и речи.

Кроме этого, стоит посмотреть ранние работы Фейнмана [7], и мы сможем убедиться, что в понятии «точечный» заряд у него везде стоят кавычки, поэтому он неоднократно подчеркивает, что речь может идти лишь о некотором идеализированном, но не реальном заряде или реальном электроне. К сожалению, в дальнейшем физики совершенно забыли об этих ранних предупреждениях Фейнмана и на протяжении многих десятилетий пытались справиться с придуманными ими же бесконечностями в квантовой электродинамике и теории поля. Так искусственно были изобретены перекалибровочные теории, далекие от каких-либо реальных физических процессов, поскольку трудно себе представить, чтобы в природе могли быть реализованы процессы с бесконечными величинами. Сам Фейнман впоследствии осознает допущенные им промахи [9]: «Уловка, при помощи которой мы находим  $m$  и  $e$  имеет специальное название - «перенормировка». Но каким бы умным ни было слово, я назвал бы перенормировку дурацким приемом! Необходимость прибегнуть к такому фокусу-покусу не позволила нам показать математическую самосогласованность квантовой электродинамики. Удивительно, что до сих пор самосогласованность квантовой электродинамики этой теории не доказана тем или иным способом: я подозреваю, что «перенормировка» математически незаконна. Но очевидно, это то, что у нас нет хорошего математического аппарата для описания квантовой электродинамики: такая куча слов для описания  $m'$ ,  $e'$  и  $m$ ,  $e$  - это не настоящая математика...»

«...Я должен сразу же сказать, что вся остальная физика проверена далеко не так хорошо, как электродинамика...»

Интересно познакомиться с точкой зрения В. Паули на ту роль, которую играют СТО и квантовая механика в современной физике [55]: «...специальная теория относительности явилась первым шагом на пути

отказа от наивных наглядных представлений. В ней было покончено с представлениями об эфире - гипотетической среде, вводимой ранее для описания распространения света. Это случилось не только потому, что эта среда оказалась ненаблюдаемой, но также и потому, что в качестве элемента математического формализма она оказалась лишней, так как нарушала присущие этому формализму теоретико-групповые свойства.

В общей теории относительности (ОТО), благодаря расширению группы преобразований, Эйнштейну удалось избавиться от представления о выделенности инерциальных систем координат, так как это представление оказалось несовместимым с теоретико-групповыми свойствами теории. Формулировка квантовой механики в ее современном виде была бы невозможна без этого общего критического подхода, в котором предпочтение отдается концептуальному анализу соответствия между экспериментальными данными и математическими величинами в формализме теории перед наивными наглядными представлениями. Анализ следствий конечности кванта действия в квантовой теории, с присущей ей *дополнительностью*, еще дальше уводит нас от наглядности. На этот раз в жертву рациональным обобщениям приносятся как понятие классического поля, так и понятие траектории частиц (электронов) в пространстве и времени. И снова от этих понятий отказались не только потому, что траектории ненаблюдаемы, но также и потому, что они стали лишними и нарушают симметрию, присущую общей группе преобразований, лежащей в основе математического формализма теории».

Таким образом, В. Паули, будучи еще студентом, уже приносит в жертву математическому формализму наивные попытки физиков хоть как-то понять физику и механизмы целого ряда физических явлений, и такого рода попытки откровенно даже осуждаются. Проследим за его дальнейшими рассуждениями, но теперь уже в отношении физического вакуума (эфира) как переносчика взаимодействий между частицами:

«Постулат относительности устраняет из физических теорий эфир, рассматриваемый в качестве *субстанции*. Действительно, не имеет никакого смысла говорить о покое или движении относительно эфира, если они принципиально не могут быть обнаружены с помощью наблюдений. Это еще менее смутит нас в настоящее время, когда уже с успехом стали сводить упругие свойства материи к электрическим силам. Пытаться же после этого снова объяснять электромагнитные явления с помощью упругих свойств гипотетической среды было бы совершенно нелепо. Механическая теория эфира стала, собственно

говоря, излишней и тормозящей дальнейшее развитие уже тогда, когда упругая теория света была заменена электромагнитной. В этой последней материальный эфир всегда являлся чужеродным телом. Уже после создания теории относительности Эйнштейн предложил снова ввести понятие эфира, рассматриваемого уже не как субстанция, а лишь как совокупность тех физических величин, которые должны быть приписаны пространству, не заполненному материей (!?). Понимаемый в этом более широком смысле эфир действительно существует, однако следует помнить, что он не имеет, конечно, никаких механических свойств (!?); иными словами, физические характеристики пространства без материи не обладают ни положениями, ни скоростями».

Нам представляется, что читатель сможет сам сделать надлежащие выводы из приведенных рассуждений о полезности СТО и о том, каким образом совершенно пустое пространство можно наделить физическими характеристиками.

«... Сам Эйнштейн до конца своей жизни надеялся найти общее решение этих проблем в рамках классической теории поля. Это различие мнений отражает существование великой нерешенной проблемы - проблемы отношения теории относительности к квантовой теории. Эта проблема, вероятно, еще долго будет волновать физиков. В частности, пока еще совсем не ясна связь между общей теорией относительности и квантовой механикой» [55]. И далее В. Паули продолжает: «Поскольку в последнем замечании я подчеркиваю различие во взглядах самого Эйнштейна, с одной стороны, и большинства физиков, включая меня, с другой стороны, на проблемы, выходящие за рамки специальной и общей теории относительности, я хотел бы закончить это предисловие примирительными замечаниями о месте теории относительности в развитии физики.

Существует точка зрения, согласно которой теория относительности знаменует собой конец классической физики, т.е. физики в стиле Ньютона - Фарадея - Максвелла с ее детерминистской формой описания причинности в пространстве и времени, на смену которой пришла новая физика, описывающая законы природы квантово-механическим образом. Эта точка зрения представляется мне лишь отчасти правильной..."

"... Эйнштейн после того, как он революционизировал мышление физиков, ... до конца своих дней сохранял надежду, что даже квантовые черты атомных явлений смогут быть в принципе объяснены с позиций классической физики полей. Несмотря на то, что принцип

дополнительности Бора обобщил представление о физической реальности в атомной физике, ... Эйнштейн хотел остаться верным идеалу классической небесной механики, согласно которому объективное состояние системы совершенно не должно зависеть от способа наблюдения.

Эйнштейн честно признавал, что его надежды на полное решение проблемы на этом пути еще не осуществились и возможность создания такой теории им еще не доказана, ... вопрос остался открытым. Поэтому, когда он говорит о *единой теории поля*, он имеет в виду именно эту далеко идущую программу построения теории, которая решает все проблемы, рассматривая элементарные частицы вещества с помощью всюду регулярных (лишенных особенностей) классических полей".

А вот точка зрения самого Эйнштейна на проблемы современной физики [14,15]: "Очевидно, в прошлом никогда не была развита теория, которая, подобно квантовой, дала бы ключ к интерпретации и расчету группы столь разнообразных явлений. Несмотря на это, я все-таки думаю, что в наших поисках единого фундамента физики эта теория может привести нас к ошибке: она дает, по-моему, неполное представление о реальности... Неполнота представления является результатом статистической природы (неполноты) законов".

"... неужели какой-нибудь физик действительно верит, что нам не удастся узнать что-либо о важных внутренних изменениях в отдельных системах, об их структуре и причинных связях? ... думать так логически допустимо, но это настолько противоречит моему научному инстинкту, что я не могу отказаться от поисков более полной концепции...

Нет сомнения, что в квантовой механике имеется значительный элемент истины и что она станет пробным камнем для любой будущей теоретической основы, из которой она должна быть выведена как частный случай, подобно тому, как электростатика выводится из уравнений Максвелла для электромагнитного поля или термодинамика из классической механики. Однако я не думаю, что квантовая механика является исходной точкой поисков этой основы, точно так же, как нельзя, исходя из термодинамики (или соответственно из статистической механики), прийти к основам механики...

Если импульс и координаты частиц обладают объективной реальностью, то квантово-механическое описание не является полным описанием, ... квантовая механика - это вторичная система по отношению к классической картине мира...

Некоторые физики, среди которых нахожусь и я сам, не могут поверить, что мы раз и навсегда должны отказаться от идеи прямого изображения физической реальности в пространстве и времени, или что мы должны согласиться с мнением, будто явление в природе подобно игре случая...

Большие первоначальные успехи теории квантов не могли меня заставить поверить в лежащую в ее основе игру в кости... Физики считают меня старым глупцом, но я убежден, что в будущем развитие физики пойдет в другом направлении, чем до сих пор".

Полезно ознакомиться с точкой зрения на проблемы современной физики и других видных теоретиков нашего времени. Так, П. Дирак заключает [57]: "Современная квантовая механика - величайшее достижение, но вряд ли она будет существовать вечно..., возврат к причинности может стать возможным лишь ценой отказа от какой-либо другой фундаментальной идеи, которую мы сейчас безоговорочно принимаем... Современная квантовая теория прекрасно работает до тех пор, пока мы не требуем от нее слишком многого... Релятивистская квантовая теория как фундамент современной науки никуда не годится... Человек не чувствует себя удовлетворенным, если теория дает только вероятности."

Известный физик Е. Кондон пишет [58]: "Современное состояние квантовой электродинамики оценивается как неудовлетворительное. Преодоление трудностей следует искать в радикальной ревизии ее основных идей".

А вот точка зрения В.А. Царева (ФИАН) [59]: "Ошибки и сомнения неизбежны при исследовании новой области. Поспешные и категоричные негативные суждения столь же опасны, как и положительные. Классическим примером может служить оценка перспектив метода Лагранжа - Гамильтона в теории элементарных частиц, данная на конференции в Киеве в 1959 г. крупнейшим советским теоретиком Л.Д. Ландау, который заявил, что лагранжиан "мертв и должен быть похоронен со всеми подобающими ему почестями." Прошло несколько лет, и выдающиеся успехи в теории элементарных частиц были достигнуты именно на основе лагранжева метода."