

# Not Even Wrong

Peter Woit

Jonathan Cape, London, 2006

## Глава 14. Является ли теория суперструн наукой?

*40 главных качеств Единого поля, которые можно приравнять к характерным качествам 40 аспектов Вед и Ведической Литературы, получены из математической формулы Единого поля, данной Теорией суперструн.*

---

Махариши Махеш Йог “Единое поле Всех Законов Природы”

Как ни крути, фабула теории суперструн — эпизод, не имеющий параллелей в истории современной физики. Более двадцати лет интенсивных исследований тысяч лучших ученых мира, десятки тысяч научных статей, не дали ни одного экспериментально проверяемого предсказания теории. Эта беспрецедентная ситуация заставляет спросить, действительно ли мы можем называть исследования по теории суперструн научными исследованиями в области физики? Вопрос можно поставить двояко. Во-первых, как вопрос, который задают многие физики: не следует ли считать теорию суперструн математикой, а не физикой? Во-вторых, является ли эта теория наукой вообще?

Так как я провожу большую часть времени на математическом факультете, для меня очевидно, как мои коллеги-математики ответили бы на вопрос, является ли теория суперструн математикой. Они единогласно сказали бы: “Конечно нет!” Математики определяют свою дисциплину как деятельность по созданию точных утверждений, теорем, об абстрактных математических объектах и по построению строгих доказательств этих теорем. Тот факт, что исследования в теории суперструн относятся к спекулятивным физическим объектам, не является на самом деле проблемой, так как математики — мастера абстракции, и могут легко преобразовать любую точную теоретическую структуру в структуру, выраженную на языке абстрактной математики. Проблема состоит в том, что теория суперструн, в действительности, — не теория, а скорее ряд надежд на то, что теория, в самом деле, существует. Для математика ряд надежд, что теория существует, надежд, которые исходят просто из физических побуждений, является, определенно, не математикой вообще. Так же как в физике, такой набор надежд может, в принципе, использоваться как стимул к построению точного набора гипотез о том, что является истинным, но пока концептуальная структура не созреет до возможности сделать это, неясно, как можно реально эти надежды использовать.

С другой стороны, многие физики, которые сами не работают над теорией суперструн, часто характеризуют ее как математику. В большинстве случаев, это означает отрицательный

отзыв, так как многие физики разделяют чувство, которое однажды выразил Гелл-Манн, что абстрактная математика — это разновидность мастурбации. О теории суперструн основная масса физиков думает как о математике, а большинство математиков — как о физике, каждая группа убеждена, что теория суперструн не имеет смысла в пределах их системы взглядов, но, по-видимому, имеет его в пределах чьей-то другой.

Любимым художественным оформлением дверей офисов теоретиков частиц в середине 80-х была очень большая и очень красочная эмблема, распространявшаяся Международным Университетом Махариши. Эмблема включала основные уравнения 11-мерной супергравитации и была снабжена детальным объяснением значения каждого члена в уравнениях, согласно индийской философии, по версии Махариши. Эпиграф, помещенный в начале этой главы, взят из более нового, столь же красочного, документа, теперь распространяемого онлайн Университетом Менеджмента Махариши. Новый документ более современен (супергравитацию сменила теория суперструн), но тем не менее, кажется почти тем же самым.

Главной персоной, стоящей за всем этим является не Махариши, а физик по имени Джон Хаджелин. Хаджелин был аспирантом в области теории частиц в Гарварде в конце 70-х, я помню как мы вместе посещали занятия по квантовой теории поля. Так как мой сосед по комнате имел определенный интерес к Трансцендентальной Медитации (ТМ) и знал Хаджелина по местному центру ТМ, то так или иначе, у нас было время поговорить. Его интерес к квантовой теории поля, казалось, имел причудливую сторону, он хотел использовать КТП для объяснения того, почему знатоки ТМ могут левитировать, но во многих отношениях он вел себя вполне так же, как и все остальные аспиранты.

Несколько лет спустя Хаджелин окончил Гарвард, имея несколько серьезных статей по теории частиц, а затем на несколько лет, как постдок, перешел в SLAC. В это время он работал над суперсимметричными расширениями Стандартной Модели и теорий великого объединения, сотрудничая со многими ведущими фигурами в этой области и написав много статей, некоторые из которых до сих пор часто цитируются. К 1984 г. Хаджелин оставил SLAC, перешел в Международный Университет Махариши в Фэрфилде, Айова, и начал создавать там физический факультет. Тогда теоретделы, занимавшиеся частицами, размножали новые статьи своих сотрудников в виде препринтов и рассылали их по почте другим отделам. Я помню, что видел несколько препринтов Международного Университета Махариши по теории частиц того периода. По содержанию они были неотличимы от многих других препринтов на подобные темы, но были несколько необычны тем, что печатались на розовой, а не на белой бумаге.

В течение оставшейся части 80-х и в начале 90-х Хаджелин продолжал выдавать научные статьи по модным темам, теперь часто пытаюсь разрабатывать приложения различных теорий великого объединения, полученных из теории струн. К 1995 г. Хаджелин написал 73 научных статьи, большинство из них опубликовано в очень престижных журналах, специализированных по теории частиц, многие цитировались больше ста раз в последующих работах. Если Вы посмотрите на список этих статей в базе данных SLAC, то несколько названий выделяются: “Действительно ли сознание — единое поле? (теоретико-полевая точка зрения)” и “Перестройка основ физики в свете ведической науки Махариши”. Глядя на эти статьи, мы видим, что с середины 80-х Хаджелин идентифицировал “единое поле” теории суперструн с “единым полем сознания Махариши”. Международный Университет Махариши требовал от всех своих студентов-первокурсников изучения “введения в концептуальные основы теорий единого поля (двадцать занятий)”, в которых, по-видимому, связь между теорией суперструн и сознанием объяснялась подробно. В последние годы Хаджелин перестал писать статьи по физике и получил известность как кандидат в президенты от “Партии Естественных Законов”, совсем недавно выдвинув идею бороться с терроризмом

с помощью “новой Неукротимой Технологии Защиты, основанной на открытии единого поля”.

На самом деле, каждый физик-теоретик отмахнется от всего этого, как от ерунды и бреда сумасшедшего, но случай с Хаджелином показывает, что психи могут иметь степень PhD от физического факультета Гарварда и много часто цитируемых статей, опубликованных в лучших рецензируемых журналах по теоретической физике. Как эта область науки защищает себя от психов? При том, что Хаджелин несомненно представляет свою работу единым целым, как можно отделить то, что является законной наукой от того, что является, с его стороны, иррациональным принятием желаемого за действительное?

Люди многими разными способами пытаются объяснить окружающий нас мир, но только определенный вид объяснений обычно признается “научным”. Объяснение, которое позволяет успешно и подробно предсказывать, что произойдет, если мы пойдем и выполним реальный эксперимент, который никогда не ставился раньше, — вот то объяснение, которое с наибольшей очевидностью можно считать “научным”. Объяснения, основанные на традиционных или религиозных системах верований, которые не могут использоваться для предсказаний того, что произойдет, очевидно, не заслуживают названия “научных”. Это также верно и для объяснений, основанных на принятии желаемого за действительное или на идеологии, где источником веры в объяснение является не рациональная мышление, а нечто иное.

Вопрос о том, можно ли решить, что является наукой, а что нет, и если можно, то как принять это решение, является центральной проблемой философии науки. Самым известным критерием, предложенным для решения, что является наукой, а что — нет, является критерий фальсифицируемости, обычно приписываемой философу Карлу Попперу. В соответствии с этим критерием, объяснение научно, если оно может использоваться для получения предсказаний, которые могут быть фальсифицированы, т.е. можно реально проверить, верны они или нет. Критерий фальсифицируемости может, при некоторых обстоятельствах, быть скользким, потому что не всегда ясно, что считать фальсификацией. Наблюдения могут быть перегружены теорией, так как своего рода теория необходима даже для описания того, что наблюдается в эксперименте, но здесь эту проблему мы не обсуждаем.

В то время как определенные модели могут быть прямо фальсифицируемыми, вопрос, можно ли фальсифицировать общую теоретическую структуру, является более тонким. За эти годы сообщалось о многих предварительных экспериментальных результатах, не согласующихся с предсказаниями Стандартной Модели. В каждом из этих случаев можно было, вообще говоря, придумать расширение Стандартной Модели, которое согласовывалось бы с новыми результатами, но за счет существенного усложнения теории. Ни один из этих экспериментальных результатов не удержался, при более осторожном анализе всегда оказывалось, что никакого расширения Стандартной Модели на самом деле не требовалось. Задав некоторую теоретическую структуру, часто можно найти способ обеспечить соответствие всем различным экспериментальным результатам, если позволить себе использовать в пределах этой структуры сколь угодно сложные модели. Для решения вопроса о том, является ли данная структура фальсифицируемой, существенна эстетика, так как мы должны ограничить себя рассмотрением в рамках данной структуры относительно простых и естественных моделей. Если допустить чрезвычайно сложные и причудливые конструкции, то часто можно получить согласие с практически любым экспериментальным результатом.

Стандартная Модель — вот превосходный пример фальсифицируемой теории, так как это одна из самых простых моделей в своем роде, она может использоваться для получения бесконечного набора предсказаний о результатах экспериментов в физике элементарных частиц, и все, в принципе, могут быть однозначно проверены. С другой

стороны, теория суперструн в настоящее время — бесспорно пример теории, которая не может быть фальсифицирована, так как она не делает никаких предсказаний. Никто не придумал в пределах структуры теории суперструн модели, которая согласуется с известными фактами о физике элементарных частиц. Все попытки сделать это привели к очень сложным конструкциям, у которых есть все признаки того, что бывает, когда мы пытаемся заставить несоответствующую теоретическую структуру соответствовать экспериментальным результатам. В то же самое время, из-за отсутствия непертурбативной теории, структура теории суперструн остается слишком плохо понятой для того, чтобы быть вполне уверенным в том, какие из действительно последовательных моделей в нее вписываются.

В 1998 году выступая на конференции, где собрались, главным образом, физики-экспериментаторы, теоретик суперструн Джозеф Польчинский заявил:

Я уверен, что все экспериментаторы хотели бы знать, “Как проверить теорию струн? Как заставить ее уйти и не возвращаться?” Да, вы не можете. Пока не можете.<sup>1</sup>

Согласно критерию фальсифицируемости, теория суперструн, кажется, не является наукой, но ситуация здесь сложнее. Хитрая проблема заключается в слове Польчинского “пока”. Большая часть теоретической деятельности ученых является спекулятивной, в том смысле, что она состоит из постановки вопросов типа, “что, если я приму, что X является верным, смогу я тогда, используя это предположение, построить реальную теорию?” Это как раз тот вид деятельности, на который ученые тратят большую часть времени, и никто, по-видимому, не хочет считать это “ненаучным”. Теория суперструн является весьма спекулятивной попыткой такого типа. Теоретики, вовлеченные в эту область, рассматривают весьма спекулятивное предположение, согласно которому нужно заменить понятие элементарной частицы понятием струны или более экзотических объектов, и попытаться посмотреть, можно ли основать на этом предположении научную теорию, способную давать фальсифицируемые предсказания.

Обобщение понятия “научный”, включающее предположения этого типа, определенно сделало бы теорию суперструн наукой. Но хотим ли мы все действительно сказать, что вся такая спекулятивная деятельность научна? Вот любимая байка космологов (эта версия идет от Стивена Хокинга, но есть и много других вариантов):

Известный ученый (некоторые говорят, что это был Бертран Расселл), однажды читал публичную лекцию по астрономии. Он описал, как Земля вращается вокруг Солнца, и как Солнце, в свою очередь, обращается вокруг центра обширного собрания звезд, названного нашей Галактикой. В конце лекции в конце зала встала маленькая старая леди и сказала: “То, что Вы нам рассказали — чушь. Мир, на самом деле, — плоская тарелка, держащаяся на спине гигантской черепахи.” Ученый, прежде чем ответить, улыбнулся с чувством превосходства: “На чем же стоит черепаха?” “Вы очень умны, молодой человек, очень умны”, — сказала маленькая старая леди. — “Но там одни черепахи, всю дорогу вниз - черепахи”.<sup>2</sup>

В то время как физики наслаждаются этой историей и многими ее вариантами (Расселла часто заменяют Уильям Джеймс или Эйнштейн), антропологам известна другая версия. Она исходит от Клиффорда Гиртза и вот какова:

Есть индийская история — по крайней мере, мне это рассказали как индийскую историю — об англичанине, который, услышав, что мир опирается на платформу, которая покоится на спине слона, который покоится в свою

очередь на спине черепахи, спросил (возможно он был этнографом, они так ведут себя), на что опиралась черепаха? — На другую черепаху. — А та черепаха? — “Ах, Сагиб, там дальше вниз идут одни черепахи, всю дорогу — черепахи”.<sup>3</sup>

Гиртз рассказывает эту историю, чтобы сделать вывод об “анти-фундаментализме” и продолжает:

... Поэтому я никогда не стремился добраться, ни в какой степени, до основания чего-либо, о чем писал, ни в этом эссе, ни в другом месте. Культурный анализ внутренне не полон. И, хуже того, чем глубже идет этот анализ, тем он менее полон.

Теория частиц, в отличие от этнографии, в большой степени является наукой, которая должна иметь основу, и чем глубже мы подбираемся к этой основе, тем полнее должна быть теория. Стандартная Модель является теорией, которая обеспечивает основу для предсказания и понимания широкого диапазона явлений. Текущие исследования должны быть сосредоточены и на укреплении тех мест, где основа является несколько шаткой, и на поиске еще более полной теории. Что если я, выбрав чуть менее неблагоприятную форму теории черепах, решу спекулировать на тему о том, что на достаточно малых масштабах расстояний физика должна описываться не в терминах частиц, струн, и т.д., а в терминах черепах? Если бы я объявил, что исследовал перспективы объединенной теории, основанной на предположении, что мир построен из чрезвычайно маленьких черепах, и что из этого предположения я надеюсь получить Стандартную Модель и вычислить ее неопределенные параметры, большинство людей сказал бы, что я занимаюсь не наукой. С другой стороны, если бы спустя несколько месяцев работы я действительно сумел получить параметры Стандартной Модели из гипотезы черепах, тогда людям пришлось бы передумать и признать, что, да, я все время занимался наукой. Таким образом, вопрос о том, является ли данная спекулятивная деятельность наукой, кажется, не допускает абсолютно однозначного ответа, а зависит от общей системы верований научного сообщества и от ее развития, когда ученые делают новые теоретические и экспериментальные открытия. Спекулятивное исследование проблемы, использующее подход, характеризуемый большинством ученых, долго и напряженно обдумывавших эту проблему, как неблагоприятный и неосуществимый, вероятно, нельзя назвать научным исследованием, особенно если оно продолжается снова и снова в течение многих лет, не давая никаких признаков результата. С другой стороны, если большая часть научного сообщества думает, что спекулятивная идея весьма разумна, то о тех, кто следует этому предположению, говорят, что они занимаются наукой. Спекуляция, известная под именем теории суперструн продолжает, в соответствии с этим критерием, квалифицироваться как наука, так как значительная часть теоретиков считает ее разумным предположением, заслуживающим испытания. Решение называть ее наукой является весьма социальным, и основано на суждении, разделяемом многими, хотя и не всеми физиками. В случае теории суперструн, есть много физиков, которые полагают, что используемые ей спекулятивные предположения, вероятно, неправильны, и еще более вероятно, таковы, что просто не стоит и надеяться превратить их в теорию, которая может быть использована для получения предсказаний. Теоретики суперструн хорошо знают, что это является проблемой для их признания сообществом физиков, и что, если теория будет оставаться не в состоянии предсказывать что-либо, настанет такой момент, когда сообщество не захочет называть то, что они делают, наукой. Тревога, которую многие испытывают в связи с теорией суперструн, часто проявляется в виде беспокойства, что теория рискует стать религией, а не наукой. Глэшоу является одним из физиков, который выразил подобные мысли публично:

Возможно я переоцениваю заявления, сделанные струнными теоретиками в защиту своей новой версии средневекового богословия, где ангелы заменены многообразиями Калаби-Яо. Угроза, однако, ясна. Впервые мы видим, чем наши благородные поиски могут закончиться, и как Вера может однажды снова заменить собой Науку.<sup>4</sup>

Я знаком и с другими версиями этого беспокойства, выраженными некоторыми физиками в виде утверждения, что теория суперструн становится “культом”, с Виттенем в роли “гуру”. В качестве примера, вспомните комментарии Магуэйю (Magüeiyo) об М-теории, процитированные выше. Некоторые струнные теоретики действительно выражают свою веру в теорию струн в религиозных терминах. Например, струнный теоретик, преподающий в Гарварде, имел обыкновение заканчивать все свои сообщения электронной почтой строкой “Суперструна/М-теория - это язык, на котором Бог написал мир”. Теоретик струны и автор книг, Мичайо Каку, давая интервью для радишоу, описал основную идею теории струн так: “*Божественный разум - это музыка, резонирующая в 11-мерном гиперпространстве*”.<sup>5</sup> Некоторые физики шутили по этому поводу, что, по крайней мере в Соединенных Штатах, теория струн может выжить, обратившись к федеральному правительству за финансированием как “инициатива на основе веры”. В последние годы фонд Темплтона, имеющий целью пропаганду идеи восстановления отношений между наукой и религией, поддерживал конференции, посещаемые многими видными струнными теоретиками. Обеспокоенность Глэшоу возможностью, что богословие заменит собой науку, временами кажется весьма обоснованной.

Лично я не считаю, что термины культ или религия здесь так уж уместны, все же они относятся к человеческой деятельности, во многом весьма отличающейся от той, что имеет место в сообществе физиков. С другой стороны, по мере того как идут годы и становится ясно, что теория суперструн потерпела неудачу в качестве жизнеспособной идеи объединения, отказ признать это начинает вызывать более тревожные мысли. Мы видели, что невозможно четко отделить вопрос о том, что является и что не является наукой, от слишком человеческих проблем, вроде той, во что люди хотят верить и почему. Наука, таким образом, не имеет никакой гарантии иммунитета от некоторых опасностей культового поведения, жертвой которого могут стать люди. Для того, чтобы наука продолжала оправдывать свое название, ей требуется постоянно соблюдать строгие внутренние критерии рациональности.