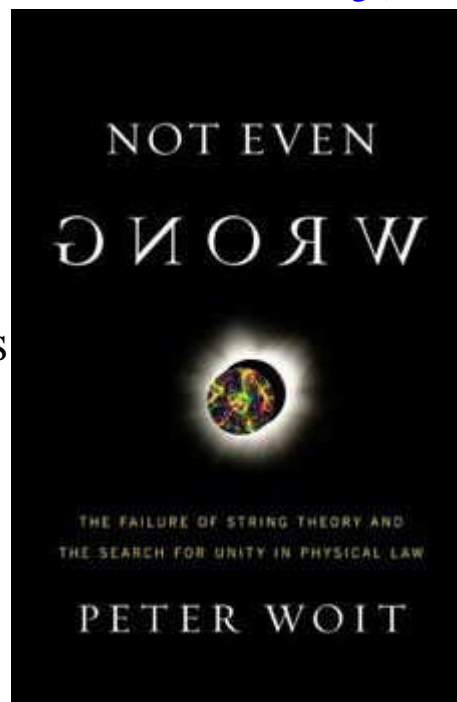
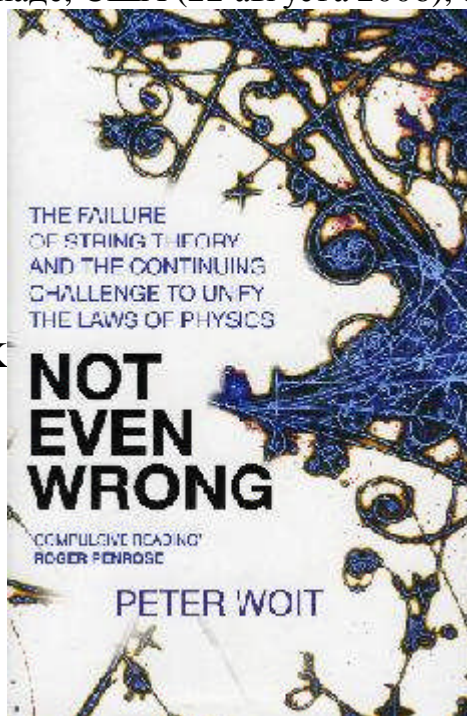


Инакомыслящие (или контрреволюционеры?) о роли теории струн в физике

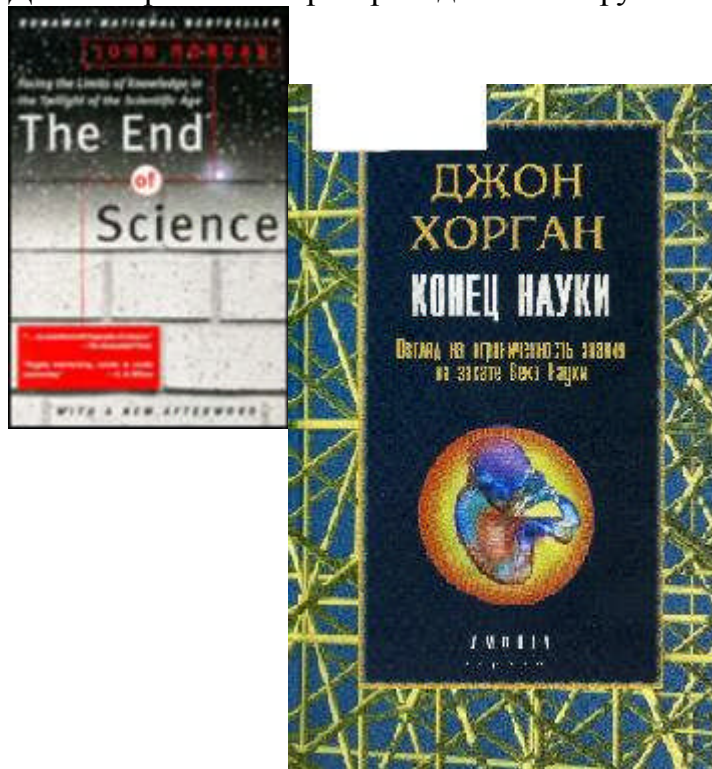
Первоисточники

- Bert Schroer. Int. J. Mod. Phys. D, 17, 2373 (2008): STRING THEORY, THE CRISIS IN PARTICLE PHYSICS AND THE ASCENT OF METAPHORIC ARGUMENTS. [Эту работу автор многократно перерабатывал, одним из вариантов названия было: String theory and the crisis in particle physics (a Samizdat on particle physics), последнюю версию можно, помимо журнала, найти в архиве препринтов по адресу: <http://arxiv.org/abs/0805.1911>].
- Берг Шроер. Теория струн и кризис в физике элементарных частиц (перевод на русский язык, сделанный с версии номер 3 от 28 марта 2006 г.: [arxiv:physics/0603112](http://arxiv.org/abs/physics/0603112), оригинала в архиве уже нет, см выше). [PDF](#), [PostScript](#), [Gzipped PostScript](#).
- Bert Schroer. Physicists in times of war, March 2006 ([оригинал на английском: arXiv](#))
- Берг Шроер. Физики во времена войн (перевод на русский язык) [PDF](#), [PostScript](#), [Gzipped PostScript](#),
- Peter Woit. String Theory: An Evaluation, February 2001 ([оригинал на английском: arXive](#))
- Питер Войт. Теория струн: оценка ([перевод на русский язык](#))
- Peter Woit. Is String Theory Even Wrong? ([American Scientist Online, March-April 2002](#)) [локальная копия](#)
- [Питер Уoit. Теория струны - Даже Неправильно?](#) ([перевод АВТОМАТИЧЕСКИЙ](#))
- Peter Woit. Not Even Wrong. [Книга](#) вышла в Великобритании (1 июня 2006), Канаде, США (22 августа 2006), см. также: [Not Even Wrong \(Peter Woit's blog\)](#)



- UK US

- Перевод одной из самых интересных глав ["Единственная игра в городе: Сила и слава теории струн"](#).
- Перевод другой главы ["Является ли теория суперструн наукой?"](#) опубликован в журнале "Новости и проблемы фундаментальной физики" № 1 (1), Протвино, 2008, стр. 29-40.
- Отзывы на книгу, опубликованные в газетах (перевод на русский язык): [Financial Times](#), [Sunday Times](#), [London Times](#).
- Джон Хорган - автор переведенной на русский язык [книги](#) "Конец науки":



- и некоторых [других книг](#). Из последней ("The End of War") узнал, что кроме слова "спутник" в американском есть еще "письник" (peacenik) - борец за мир, то есть. Несколько лет назад письник Хорган вел блог под названием "The Scientific Curmudgeon" (или "Научный скряга"). [Здесь перевод \(частичный\) блога Джона Хоргана](#).
- Джон Хорган в октябре 2006 г. не отказывается от выводов своей книги: [10 лет спустя](#) (перевод статьи из журнала "Дискавери", октябрь 2006)

Примечание переводчика.

Хочу объяснить, почему перевел эти статьи, и почему считаю, что они представляет интерес не только личный. Во времена, когда мы были студентами, главными врагами народа считались Андрей Сахаров и Александр Солженицын. Одного перестали печатать после 1968, другого - после 1966. Дома сохранилась с тех пор газета "Голос Родины", издававшаяся для распространения за пределами СССР, вся заполненная одной огромной статьёй: "Продавшийся и простак". Газету огромными пачками привезли в ГЗ МГУ после высылки Солженицына. Было очевидно, что это клевета, но особой симпатии к взглядам С-С у меня тогда не возникло. Марксизм-социализм-коммунизм --- во все это верилось. (Вы пришли, молодой и голодный. Вам дали кашу "Дружба" - как вкусно! Но потом - та же каша, изо дня в день...) Очень, однако, хотелось прочитать, что же они там такое пишут, не одному прочитать, а чтобы и друзья тоже читали. Если в драке 100 000 000 человек против одного - все ясно, а если в споре - одно

мнение против другого - всего лишь 50 на 50. Выслушать надо обе стороны. Аналогия весьма поверхностная. Мы увлеклись теорией струн, как раньше --- марксизмом. И в том, и в другом есть мечта и утопия. Некоторые мечты сбываются, а другие --- нет. Мечта Эйнштейна --- Единая Теория Поля. Он работал над ней почти 30 лет. Теория струн --- наследница этой мечты. Над ней трудится гораздо больше людей, лет 30 уже. Результатов (математических), разумеется, больше, чем было у Эйнштейна с соавторами, вероятно, примерно во столько же раз, во сколько больше и работающих. Людей, которые увлеченно работают, нельзя не уважать и более того - нельзя им не завидовать! А вот физических результатов нет. Для той физики, которую делают руками (кстати, вот здесь [перевод](#) 200-страничного документа "К Европейской стратегии физики элементарных частиц. Краткий обзор (Briefing Book)"). А также более коротко: [Зачем Большой Адронный коллайдер?](#) Строят ускорители, интерферометры, запускают спутники и космические зонды, зарываются под землю. Наверное нужны люди, способные объяснять и предсказывать результаты этих опытов - и вот тут струнные теоретики не годятся. Тогда почему бы не выслушать другую сторону?

Прочитую также [Ю.И. Манина](#):

...верны ли основные идеи так называемой второй струнной революции, которая полностью изменила теоретическую структуру физики очень высоких энергий? Если вы заглянете в электронный архив физики высоких энергий, куда первым делом засылают свои работы все теоретики в этой области (<http://arXiv.org>), вы обнаружите массу замечательной математики и постоянно повторяющиеся нескольких ключевых слов, как D-branes, dualities, moduli spaces of theories, но никаких обсуждений масс элементарных частиц или констант взаимодействий. Основная задача теоретической физики, завещанная двадцатым веком двадцать первому, по традиции формулируется как объединение теории гравитации с квантовой теорией поля. Математический язык теории квантовых струн и мембран сохраняет рудименты терминологии этого классического периода, но его физическая семантика радикально изменилась и, к сожалению, не поддается прямому сравнению с реальностью. С чем мы имеем дело сейчас, с гениальными догадками или с фундаментальными заблуждениями? Математическая красота и плодотворность этих идей поразительны, и харизматическое обаяние творческой личности Эда Виттена (Edward Witten), который инициировал многие из них, неотразимо. И тем не менее, может оказаться, что как физика, все это построено на песке...

Обновлено: 25 июня 2013 г.

Not Even Wrong *

Peter Woit

Jonathan Cape, London, 2006

Глава 16. Единственная игра в городе: Сила и Слава теории струн

*Парень свихнувшийся на игре,
каждую ночь проигрывает в
покер последнюю рубашку.
Ему говорят, что игра
подстроена, чтобы
отправить его в богадельню.
А он отвечает измученно: да
знаю я, знаю. Но это
единственная игра в городе.*

Курт Воннегут,
“Единственная игра в городе”¹

Говоря со многими теоретиками суперструн о том, почему они продолжают работать над теорией, несмотря на отсутствие, по-прежнему, какого бы то ни было успеха в достижении ее целей, самым обычным оправданием, которое я слышал, было что-то вроде: “Послушайте, это единственная игра в городе. Пока кто-то не придумает чего-то более многообещающего, все будет происходить здесь.” Это оправдание лежало на поверхности со времен первой суперструнной революции 1984 г., когда очень много людей начали работать над предметом. В интервью 1987 г., Дэвид Гросс сделал следующие комментарии о причинах популярности теории суперструн:

Самая важная причина — то, что нет никаких других хороших идей. Именно это привлекает большинство людей. Когда люди начали интересоваться теорией струн, они не знали о ней ничего. На самом деле, первой реакцией большинства людей было, что теория является чрезвычайно уродливой и неприятной, по крайней мере, так было несколько лет назад, когда понимание теории струн было намного менее разработанным. Людям было трудно выучить ее и включиться в работу. Поэтому я считаю, что реальная причина, по которой это привлекало людей — то, что нет никакой другой игры в городе. Все другие подходы к построению теорий великого объединения, которые сначала были консервативны, и только постепенно стали радикальными, терпели неудачу, а эта игра все же не потерпела неудачи.²

* перевод на русский язык В.О. Соловьева. E-mail: soloviev@th1.ihep.su

Гросс был и остается большим энтузиастом теории суперструн, в отличие от многих других физиков, которые сначала посчитали ее не очень хорошей идеей, и стояли перед трудным выбором, стоит ли работать над ней. Научный журналист Гэри Таубз в конце своей книги *Нобелевские мечты* рассказывает о следующей беседе с другим теоретиком частиц:

4 августа 1985, я сидел в буфете в ЦЕРН и пил пиво с Альваро де Рухулой... Де Рухула предсказал, что 90 процентов теоретиков будут работать над суперструнами и связью с суперсимметрией, потому что это модно. Когда он объявил, что считает это нездоровым состоянием, я спросил, над чем предпочитает работать он. Вместо того, чтобы ответить прямо, он сделал отступление.

“Следует помнить”, — сказал мне де Рухула, — “что эти два человека, благодаря которым развивается теория суперструн, то есть, Грин и Шварц, провели 10 - 15 лет, систематически работая над чем-то таким, что было немодным. На самом деле, люди их высмеивали за упрямую приверженность этому. Так что, когда Вас пытаются убедить, что надо заниматься самой модной темой, стоит помнить, что решающие шаги всегда делаются теми, кто не работает над самым модным предметом.”

“Тогда мой вопрос, — сказал я, — состоит в том, над чем же работаете Вы вместо этого? О чем будет Ваша следующая статья?”

“Это вопрос, который задает себе каждый теоретик, — ответил он. — И это зависит от того, хотите ли Вы выжить как теоретик, или Вы имеете мужество думать, что вера в Вашу собственную работу важнее, чем мгновенное признание Вашего модного вклада. Этот вопрос каждый должен решать для себя сам, в зависимости от степени его веры своему собственному гению.”

“Итак, — повторил я, — о чем же будет Ваша следующая статья?”

“Я пытаюсь втолковать Вам, — произнес де Рухула, — что я понятия не имею об этом.”³

Тот факт, что исследования по теории суперструн были единственной игрой в городе в середине 1980-х, в те времена, когда еще не было проведено большой работы над теорией, и можно было резонно надеяться, что она приведет к великим результатам, не слишком удивителен. Намного труднее понять, почему она продолжает быть единственной игрой в городе более чем двадцать лет спустя, перед лицом постоянно увеличивающейся очевидности, что она является, в сущности, программой исследований, потерпевшей неудачу.

В 2001 г., после того, как я поместил в архиве препринтов по физике короткую статью, оценивающую ситуацию в теории суперструн и подчеркивая, что теперь ясно, что идея была неудачной, я очень быстро получил в ответ много электронной почты. Единственные критические сообщения пришли от двух аспирантов, занимающихся теорией суперструн, которые придерживались мнения, что я — некомпетентный идиот, угрожающий задержать прогресс науки. Пришло множество поздравительных сообщений, многие содержали один аспект, удививший меня. В этих сообщениях отмечалась моя храбрость и выражалась надежда, что я переживу ожидаемые ими жестокие личные нападки теоретиков суперструн. Я не знал, что очень многие люди в сообществе физиков не только были скептиками относительно теории суперструн, но даже чувствовали, что этот предмет увековечивал себя через своего рода запугивание. Мое положение в отделе математики таково, что мне не о чем особо

волноваться с точки зрения профессионального возмездия, но многие из моих корреспондентов чувствовали себя совсем иначе, один из них даже назвал теоретиков суперструны “мафией”. Это придало другой оттенок характеристике “единственная игра в городе”. Многие физики, казалось, чувствовали, что каждому, кто угрожает успешному ведению игры теории суперструн, возможно, следует побеспокоиться о своей профессиональной безопасности.

За исключением двух чрезмерно восторженных аспирантов, отклик теоретиков суперструн на мою первую статью был вполне вежливым. Единственный вид запугивания, который я испытал, был интеллектуальным, так как многие из ведущих фигур в этой области являются блестящими, интенсивно работающими, очень талантливыми людьми с огромными достижениями в их послужном списке. Прийти к выводу, что то, что они делали, было серьезным заблуждением, было совсем нелегко. Безусловно, самая обычная реакция теоретиков суперструны заключалась в игнорировании моих аргументов, на том основании, что я не сказал ничего такого, что не было бы известно людям, работающим в этой области. В то время как некоторые из моих друзей и коллег, занятых в этой области, несомненно, нашли мои аргументы грубыми, они также знали и то, что проблемы, которые я обсуждал, реальны. Многие из них очень надеются на появление новых идей, на то, что наступит день, когда теория суперструн перестанет быть “единственной игрой в городе”.

Позже, когда я обнаружил, что продолжающееся господство теории суперструн в физике элементарных частиц принимает все более и более тревожный вид, я занялся двумя различными проектами, с целью привлечь более широкое внимание к этой проблеме. Первый из них — эта книга, которую я начал писать в 2002 г. Второй — веб-блог (weblog), запущенный в начале 2004 г., где я помещал информацию по разным темам математики и физики, которые, как я думаю, другие могли бы найти интересными, включая сюда много критического материала о последних событиях в теории суперструн. Эти два проекта породили существенно более отрицательную реакцию, чем моя ранняя статья, несомненно вследствие того, что их было труднее игнорировать.

Веб-блог породил гораздо больше интереса, чем я мог ожидать. В настоящее время главная страница получает больше чем 6 000 кликов в день со всех континентов. Многие из читателей веб-блога — теоретики суперструн; одним из признаков этого является большое число соединений с компьютеров в академических учреждениях, которые содержат слово “струна” как часть своих названий. В ходе конференций в Париже и Торонто “Струны-2004” и “Струны-2005”, лог-файлы веб-сервера показали несколько соединений с беспроводной точки доступа в лекционном зале конференции. По-видимому, в течение некоторых наиболее скучных докладов не один струнный теоретик проверял, что я и другие люди пишут на веб-блоге.

Веб-блог включает раздел комментариев, и некоторые теоретики суперструн предпочли использовать его, чтобы атаковать меня лично, в ответ на часть моей конкретной научной критики теории суперструн, нападая на меня как на человека неосведомленного и некомпетентного. Один из таких наиболее легко возбудимых энтузиастов суперструны, преподаватель из Гарварда, даже однажды использовал этот раздел комментариев, чтобы выразить мнение, что те, кто критикует финансирование теории суперструн, являются террористами, которые заслуживают ликвидации вооруженными силами Соединенных Штатов. Я боюсь, что он писал это серьезно.

Ранняя версия книги, которую Вы сейчас читаете рассматривалась для публикации издательством Кембриджского Университета (Cambridge University Press), с начала 2003 г., после того, как я встретил редактора, который выразил интерес к рукописи. Хотя Кембридж также издал многие из самых известных книг по теории струн, редактор казался заинтересованным опубликовать то, что я написал, чтобы

обеспечить некоторый баланс по данной теме. Рукопись была отослана рефери, и я был настроен оптимистически относительно результата, так как был уверен, что рукопись не содержала никаких существенных ошибок и поэтому должна легко пройти стандартный академический процесс рецензирования. Я предполагал, что рефери из неструнных теоретиков дадут положительный отзыв, а рефери из струнных теоретиков должны будут признать, что мои факты верны, даже если они не согласятся с некоторыми из моих заключений.

В то время как отзывы некоторых рефери были весьма положительными и энергично поддерживали публикацию книги Кембриджским издательством, поведение струнных теоретиков было не таким, как я ожидал. В первом раунде рецензирования некто, охарактеризованный мне редактором как “известный струнный теоретик”, написал короткий отзыв, утверждая, что рукопись полна ошибок, но он даст только один пример. Он (или она) тогда выдернул из контекста предложение, которое я написал, неверно его процитировал, превратив единственное число в множественное, и рассмотрел это неверно процитированное предложение как свидетельство того, что мне не известен ряд достижений в данной области. В том виде, как оно было написано и в соответствующем контексте, это предложение было совершенно точным резюме состояния знаний об определенной проблеме в квантовой теории поля. Сообщение заканчивалось так: *“Я мог бы написать длинную критику рукописи, но в действительности это не является необходимым. Я думаю, что Вам пришлось бы сильно попотеть, чтобы найти кого-то, кто скажет хоть что-нибудь положительное об этой рукописи”*. Мне послали копию этого отзыва в одном и том же электронном письме с другим сообщением, с энтузиазмом одобряющим публикацию. Рефери также сравнил мою критику теории струн с критикой креационистами преподавания теории эволюции.

До того, как я прочитал это сообщение, меня несколько беспокоили некоторые написанные мной вещи, я чувствовал, что они подходили слишком близко к обвинению струнных теоретиков в интеллектуальной непорядочности. После знакомства с этим отзывом, я перестал слишком волноваться об этом. Ясно, что уровень этой непорядочности и степень, до которой многие струнные теоретики не желали признавать проблемы своего предмета, далеко превосходили все то, что я первоначально себе вообразил. Кембриджский редактор согласился, что этот отзыв не внушал большого доверия и в некоторой степени подтверждал наличие проблем, к которым моя рукопись обращалась, но он чувствовал, что не может продолжать работу над публикацией без более положительных отзывов.

Второй раунд рецензирования дал новую, очень положительную, рецензию (от физика, который работал над теорией струн), но также и другую, очень отрицательную. В этой второй (также от физика, который работал над теорией струн) не утверждалось, что какой-либо из моих фактов неправилен, даже говорилось, что рефери разделяет некоторые из моих критических представлений о теории струн. Отзыв был довольно коротким, но в нем энергично утверждалось, что лидеры сообщества теории частиц могут сами позаботиться о своих проблемах, что я не имел никакого права критиковать их, и настоятельно рекомендовалось не публиковать книгу в Кембриджском издательстве. Редактор предложил испробовать третий раунд рецензирования, но тому времени мне стало ясно, что даже будучи не в состоянии ответить на мои аргументы, струнные теоретики будут решительно выступать против публикации. Я потратил бы свое время впустую, продолжая иметь дело с Кембриджем, так как они вряд ли издали бы что-то резко отклоненное ведущими фигурами в этой области, даже когда эти возражения не подкреплялись никакими научными доводами. Тогда я отослал рукопись редакторам нескольких других университетских издательств, но результаты были отрицательными, причем два редактора прямо говорили мне, что

хотя то, что я написал, было очень интересно, оно было просто слишком спорным для публикации университетским издательством.

Степень, до которой теория суперструн является “единственной игрой в городе”, трудно преувеличить, как и триумфальное настроение некоторых из практикующих ее лиц. На встрече Американской Академии за Прогресс Науки, в 2001 г., Дэвид Гросс сделал доклад, названный “Сила и Слава Теории Струн”, который дает представление о тоне многих докладов по теории суперструн⁴. В качестве другого примера укажем, что Джозеф Польчинский, в своих лекциях 1998 г. на Летней Школе SLAC, начал одну из лекций словами:

На предварительной схеме, которую Ланс Диксон (Lance Dixon) предложил для моих лекций, одним из пунктов были “Альтернативы теории струн”. Моей первой реакцией было, что это глупо, что нет никаких альтернатив. (Ch.14, p.1)

Многие струнные теоретики, кажется, занимают такую позицию: невообразимо, что теория суперструн - просто неправильная идея. Они чувствуют, что, в то время как текущая версия теории суперструн, возможно, неправильна, она должна, так или иначе, быть большей частью того, что в конечном счете окажется правильной теорией. В статье о Виттене и его коллегах — теоретиках суперструн в Институте высших исследований в Принстоне, один из них цитируется следующим образом:

“Большинство струнных теоретиков очень высокомерно, — говорит Зайберг с улыбкой. — Если будет обнаружено нечто [вне теории струн], то мы назовем это теорией струн.”⁵

В настоящее время, директор Института (Питер Годдард) — струнный теоретик, как и весь постоянный штат факультета физики, за исключением Стивена Адлера, теоретика, принятого на работу в конце 1960-х и теперь близкого к пенсионному возрасту.

В статье *New York Times*, написанной в 2001 г. и названной “Даже без экспериментальных свидетельств, теория струн завоевывает влияние”, научный обозреватель Джеймс Гланз написал:

... ученые все же должны разработать нечто большее, чем фрагменты того, что, как они предполагают, в конечном счете будет полной теорией.

Однако, струнные теоретики уже собирают урожай, который обычно достается победителям в экспериментальной области, включая федеральные гранты, престижные награды и постоянные позиции в штате преподавателей. Меньше десятилетия тому назад, было очень трудно получить какие-либо рабочие места для струнных теоретиков, говорит доктор Дэвид Гросс...

“В настоящее время, — говорит доктор Гросс, — если Вы — отчаянный молодой струнный теоретик, считайте, что дело в шляпе.”⁶

Чтобы видеть, насколько точна эта характеристика, можно, например, посмотреть на список стипендий МакАртура (MacArthur), предоставленных теоретикам частиц с начала программы в 1981 г. Было, в общей сложности, девять таких награждений, все они достались струнным теоретикам (Дэниел Фридан, Дэвид Гросс, Хуан Малдацена, Джон Шварц, Натан Зайберг, Стивен Шенкер, Ева Сильверстейн и Эдвард Виттен), за исключением одной, доставшейся Фрэнку Вильчеку в 1982 г.

Влияние и власть в академической области в значительной степени находятся в руках тех, кто занимает постоянные профессорские позиции в наиболее авторитетных университетах. В Соединенных Штатах, если верить *US News and World Report*, главная полу-дюжина физических факультетов — это Беркли, КалТех, Гарвард, МТИ, Принстон и Стэнфорд. Когорта постоянных профессоров в области теории частиц в этих учреждениях, которые защитили свои степени доктора философии после 1981, является группой из двадцати двух человек. Двадцать из них специализируются в теории суперструн (пара человек работает над мирами на бране), один в феноменологии суперсимметричных расширений Стандартной Модели и один в высокотемпературной КХД.

Успех, который теоретики суперструны имели в сборе средств и создании институтов для своего предмета, также очень внушителен. Бывший глава фирмы МакКинси (McKinsey) менеджмент консалтинг недавно дал 1 миллион долларов, чтобы учредить кафедру теоретической физики Фредерика Глюка (Frederick W. Gluck) в Калифорнийском Университете в Санта-Барбаре, кафедру, в настоящее время возглавляемую Дэвидом Гроссом. Пресс-релиз, объявляющий об этом, сообщает нам, что донора привлекла теория струн:

То, что свело вместе Глюка и Гросса, является теорией струн... Очарованный предметом, Глюк стал прозелитом теории струн, например, дав собственную презентацию в гольф-клубе “Бирнамский лес”.

Друг Дэниела Фридана, рассказал мне следующую, возможно преувеличенную, историю о том, как возникла группа теории суперструн в Рутжерс (Rutgers). В конце 1980-х Фридан работал в своем офисе в Чикагском Университете, когда ему позвонил по телефону один из высокопоставленных должностных лиц Университета Рутжерс. Этот чиновник спросил Фридана, что нужно, чтобы перевести его и некоторых других видных теоретиков суперструн в Рутжерс. Так как у Фридана не было большого желания переезжать в Нью-Джерси, он сочинил перечень того, что он считал полностью возмутительными требованиями: очень высокие зарплаты, беспрецедентно малая преподавательская нагрузка, возможность нанимать по желанию большое количество младших сотрудников и преподавателей-визитеров, специальное здание и т.д. Чиновник из Рутжерс поблагодарил его и повесил трубку, оставив Фридана убежденным, что он никогда больше не услышит об этом. Однако несколько часов спустя ему позвонили снова и сообщили, что Университет Рутжерс с удовольствием выполнит все его запросы.

Теоретик суперструн, ищущий приятное место, чтобы провести примерно неделю за чей-либо счет, будет почти каждый год иметь выбор из приблизительно тридцати конференций, причем многие проводятся в весьма экзотических местах. В 2002 г., например, среди самых престижных и трудно достижимых вариантов был летний симпозиум в Аспене, но, в течение года, другими возможными местами для путешествия были Санта-Барбара, Чили, Триест, Генуя, Черное море, Корсика, Париж, Берлин, Ванкувер, Сеул, Китай и многие другие, включая Баку в Азербайджане.

Как можно заметить из этого списка, сила и слава теории суперструн не ограничены Соединенными Штатами, но простираются на весь мир. Большая часть лидеров данной области базируется в Соединенных Штатах, но явление глобализации, которое сделало американскую культуру такой доминирующей силой на земном шаре, по некоторым причинам, работает также и здесь.

Большие усилия теоретики суперструн вкладывают в пропаганду теории. Мой коллега по Колумбийскому Университету, Брайан Грин, талантливый ученый, популяризатор и спикер, написал две чрезвычайно успешных книги о суперструнах,

Элегантная Вселенная (Ch.11, n.1) и *Фабрика Космоса* (Ch.11, n.2). В 2003 г. программа Nova television выпустила трехчасовой сериал, основанный на первой из этих книг, и расходы на него в размере 3.5 миллионов долларов были частично профинансированы Национальным Научным Фондом. Суперструны и исследователи суперструн стали предметом множества статей в популярной прессе, и до недавнего времени фактически все эти статьи занимали не критическую позицию по отношению к утверждениям теории. *New York Times* даже зашла настолько далеко, что озаглавила одну из своих статей о мирах на бране “Физики, Наконец Находят Способ Проверить Теорию суперструн”, это утверждение далеко от действительности.⁷

Летом 2002 г., Институт высших исследований в Принстоне организовал двухнедельную летнюю программу для аспирантов, чтобы подготовить из них исследователей в области теории суперструн. Она стала первой из ежегодного ряда таких программ, в 2003 г. охватив теорию суперструн и космологию, темой 2004 г. снова была теория суперструн, хотя программа на 2005 г. касалась физики на высокоэнергетических коллайдерах. Теория суперструн преподается не только на уровне аспирантов. Физический факультет МТИ предлагает лекции по теории струн для младшекурсников, и как и для всех курсов МТИ, материалы курса доступны бесплатно онлайн. Теперь существует и учебник для этого курса, носящий название *Первый Курс по Теории Струн* (Ch.11, n.25). В 2001 году Институт Теоретической Физики в Санта-Барбаре проводил симпозиум для преподавателей средних школ по теории суперструн, очевидно имея ввиду мысль, что это как раз то, что они должны преподавать студентам. Не похоже, что преподавателям много рассказывали о проблемах теории и, если послушать онлайн proceedings, можно услышать преподавателя средней школы, говорящего, что он узнал, что *нам, вероятно, придется принять новые стандарты того, что значит говорить, что мы кое-что соображаем в науке.*

В то время как мы увидели, что теория суперструн - единственная игра в городе, почему так случилось? Какова вероятность появления новых идей, которые появятся и изменят ситуацию? Обычной реакцией физиков и математиков на подобный вопрос, с которой я сталкивался, было выражение надежды, что, так или иначе, где-нибудь сидит некий молодой физик и работает над новой идеей, которая все изменит. Чтобы оценить перспективы этой возможности, надо тщательно посмотреть, каков стандартный путь карьеры для честолюбивых и талантливых молодых физиков. Картина несколько варьируется в различных районах мира, но я сосредоточусь на ситуации в Соединенных Штатах, и потому что я знаю ее лучше всего, и из-за лидирующей роли, которую в этой области играют американские ученые.

Ситуация с рабочими местами для физиков в академических учреждениях, начиная приблизительно с 1970 г., стала весьма трудной. До этого времени американская университетская система быстро расширялась, и средний возраст постоянных профессоров физики был ниже сорока лет.⁸ Студенты, получившие степень PhD в области теории элементарных частиц и желавшие найти постоянную академическую позицию, могли разумно рассчитывать получить ее без особых затруднений. После спада 1970 г., ситуация с академическим наймом так никогда и не выправилась, и с того времени средний возраст преподавателей физики начал линейно расти, много лет это происходило со скоростью приблизительно восемь месяцев в год. Последние цифры показывают, что средний возраст постоянного штата преподавателей физики сейчас достиг почти шестидесяти лет,⁹ период прошлых тридцати лет, таким образом, характеризовался очень небольшим наймом постоянных преподавателей физики, в то время как программы подготовки аспирантов продолжали готовить большое количество PhD, делая для молодого доктора философии в области теории частиц перспективы найти работу мрачными. Также важно помнить, что перед началом 1970-х, квантовая теория поля находилась в тени, таким образом, период, в течение

которого было нанято большинство существующей профессуры теории частиц, был таким, что по квантовой теории поля специализировались очень немногие. Это снова стало верным после 1984 г., поскольку в моду вошла теория суперструн. Лишь примерно в течение десятилетия 1974-84 квантовая теория поля была областью, с которой начинало свои карьеры большинство исследователей, только что получивших PhD. Это было десятилетие, в течение которого смогло получить постоянные рабочие места необычно малое число молодых теоретиков.

В течение нескольких последних лет Группа Данных по Частицам (Particle Data Group) в Беркли, вместе с данными относительно самих частиц, собирала данные относительно теоретиков и экспериментаторов физики элементарных частиц.¹⁰ В каждом из последних нескольких лет их данные показывают приблизительно 400-500 аспирантов по теории частиц и приблизительно 500 постоянных преподавателей теории частиц. Так как аспирантам требуется приблизительно пять лет, чтобы получить степень, одна пятилетняя когорта студентов является почти достаточной, чтобы заменить всех постоянных преподавателей в этой области. Обзор, сделанный в 1997 г., показал, что ежегодное среднее число аспирантов, добирающихся до PhD в области теории частиц составляет 78, из них 53 обучались в лучших тридцати университетах.¹¹

Фактически все те получившие PhD студенты, которые продолжают вести исследовательскую работу в теории частиц, идут затем на постдоковские исследовательские позиции. Это занимает от одного до трех лет и главным образом финансируется грантами Национального Научного Фонда (NSF) или Министерства Энергетики (DOE). Обзор 1997 года и более свежие обзоры Группы Данных по Частицам показывают приблизительно 200 теоретиков, занимающих постдоковские исследовательские позиции. Весьма обычным для людей является путь через ряд постдоковских позиций, часто в различных учреждениях. Эти позиции не могут поддерживаться неопределенное время, так что, рано или поздно, чтобы продолжать быть в состоянии делать исследования, каждому требуется найти постоянную академическую работу в соответствующем учреждении, часто с обязанностью подготовки аспирантов. Ситуацию можно подробно проследить по вебсайту, названному “Завод Слухов о Рабочих Местах Теоретиков в Физике Элементарных Частиц”,¹² который следит за тем, какие рабочие места являются доступными, кто попадает в краткий список для найма и кого, в конечном счете, нанимают. Просматривая данные за последние несколько лет, мы видим, что в среднем каждый год на эти позиции принимается приблизительно пятнадцать теоретиков.

В принципе, того, кто занимает такую tenure-track позицию, будут рассматривать для найма на постоянную (tenure) должность приблизительно через шесть лет, хотя часто это происходит раньше, у тех, кто делает свою работу очень хорошо и есть опасность того, что они будут наняты другим учреждением. У меня нет никаких данных о том, сколько из пятнадцати теоретиков, получающих рабочие места tenure-track, в конечном счете, занимают постоянные (tenured) позиции, но вероятно, около десяти. Некоторые не получают постоянных позиций, некоторые оставляют эту область по другим причинам, и люди двигаются с одной такой работы на другую, таким образом, в среднем числе 15 есть элементы двойного подсчета.

Таким образом, окончательным результатом является то, что в течение последних лет каждый год до PhD в теории частиц добирается приблизительно восемьдесят студентов, возможно, десять из них могут ожидать, в итоге, получения постоянной позиции в области исследований теории частиц. Что случается с теми, кто терпит неудачу в этой академической игре музыкальных кафедр? Как правило, они сталкиваются с пугающей задачей начинать с нуля новую карьеру, но для большинства преуспевание заканчивается. Некоторые люди находят академические рабочие места

в колледжах, где на первом месте стоит обучение, а не исследование, некоторые идут учиться на юристов или на медиков, а в последние годы многие пошли работать в компьютерные или финансовые отрасли.

Некоторые из них действительно преуспевают, включая нескольких моих соседей по комнате в аспирантуре, PhD которых относились к квантовой гравитации и теории частиц (Натан Михрвольд и Чак Витмер). После короткой паузы в качестве постдоков в теоретической физике (Натан работал в Кембридже со Стивеном Хокингом) они запустили компанию программного обеспечения под названием “Динамические Системы” около Беркли и иногда звали меня присоединиться к ним. Так как мне платили разумную сумму как постдоку в Стони Брук, чтобы я работал над тем, что мне нравилось, я не считал очень привлекательной идею присоединиться к ним и проводить долгие часы за написанием компьютерных программ в обмен на акции, которые, как казалось вероятным, ничего не будут стоить. Это оказалось большой ошибкой, как Натан иногда напоминает мне, прилетая в Нью-Йорк на своем личном реактивном самолете. Акции “Динамических Систем” оказались весьма ценными, так как компания была вскоре куплена Майкрософтом. Натан, Чак и некоторые другие из Динамических Систем пошли работать на Майкрософт, Натан, в конечном счете, стал Главным Офицером по Технологии компании.

В то время как теоретики частиц, не получившие одно из немногих постоянных академических рабочих мест, занимаются многими различными вещами, есть одна вещь, которой они занимаются редко: теория частиц. Те времена, когда Эйнштейн мог писать важные работы в свободное время, работая в Патентном бюро, давно ушли, став жертвой и весьма возросших сложности и изощренности теоретической физики и роста требований ко времени и энергии со стороны многих профессий. К несчастью это факт, что новые достижения в теории частиц вряд ли придут от кого-то, кому не платят, чтобы думать о предмете, или от финансово независимого состоятельного субъекта.

Как победить в этой игре и получить постоянную академическую должность? Правила весьма просты и вполне понятны каждому заинтересованному лицу. Начиная с того года, когда Вы получите степень доктора философии, каждые два года надо преодолевать весьма специфическое препятствие, т.е. убеждать комитет по найму, состоящий из старших теоретиков некоторого учреждения, выбрать Вас из большого числа претендентов. Многие из досье Ваших конкурентов будут содержать письма от видных людей и значительное число изданных статей, некоторые, возможно, даже по последней и самой горячей теме. Статьи должны быть одобрены для публикации рецензентами из лучших журналов, и должны быть по темам, которые оценщики признают в качестве значимых и важных.

Если Вы выиграете это соревнование и получите работу, то если Вам не повезет, это будет однолетняя позиция, и Вы должны будете рассылать новые заявления уже через несколько месяцев после своего вступления в должность. Более вероятно, что у Вас будет год или, возможно, даже два после начала новой работы, чтобы подготовиться к следующему препятствию, получив новые научные результаты и как можно больше статей, принятых к публикации. Когда Вы начинаете новую научно-исследовательскую работу, не раз Вам приходится делать трудный выбор. Следует ли работать в условиях определенности, добиваться небольшого прогресса в чем-то связанном с тем, что Вы делали прежде? Как насчет того, чтобы попробовать справиться с самой последней горячей темой в области, подумав, сможете ли Вы найти некоторый ее аспект, которого никто еще не разрешил, и выполнить эту работу прежде, чем кто-то другой? Возможно надо попробовать разработать некоторую необычную идею, которая кажется многообещающей, но никто кроме Вас, по-видимому, не находит ее интересной? Прежде чем выбрать последнее, следует по-

волноваться о том, действительно ли есть серьезные основания думать, что никто больше не работает над этой идеей, удастся ли Вам добиться результата в течение приблизительно одного года, иначе Вы рискуете оказаться с пустыми руками перед началом следующего раунда работы комитетов по найму.

Изадор Зингер — видный математик, который много лет работал над задачами на границе теоретической физики и математики. Он сделал следующие комментарии в интервью, которое имело место в 2004 г. по случаю его награждения премией Абеля, которую он разделил с Майклом Атья, за их работу над теоремой Атья-Зингера об индексе.

В Соединенных Штатах я вижу тенденцию к ранней специализации, которая вызвана экономическими соображениями. Вы должны рано подать надежды, чтобы получить хорошие рекомендательные письма, чтобы получить свою первую работу в хорошем месте. Вы не можете позволить себе распыляться, пока Вы не утвердитесь и не займете безопасного положения. Реальности жизни порождают узость перспективы, которая несвойственна математике... Когда я был молод, рынок вакансий был хорош. Было важно попасть в лучший университет, но все же Вы могли процветать и в меньшем. Я обеспокоен принуждающей силой сегодняшнего рынка вакансий. Молодые математики должны иметь свободу выбора, которую имели мы, когда были молодыми.¹³

Замечания Зингера обращены к молодым математикам, которые хотели бы заняться новой математикой, связанной с физикой, но еще больше — к молодым теоретикам частиц, для которых конкуренция на рынке вакансий еще сильнее, чем в математике.

Что происходит с теми, кто успешно проходит через эту систему и наконец достигает святого Грааля постоянной (tenured) академической позиции? Они теперь принадлежат к небольшому числу людей, ответственных за выживание теоретической группы на физическом факультете в их учреждении. Эта группа, вероятно, имеет грант или от DOE или от NSF. В 2001 бюджетном году, DOE потратил приблизительно 20 миллионов долларов, финансируя приблизительно семьдесят таких групп, включая 222 преподавателя, 110 постдоков и 116 аспирантов. NSF тратит примерно в половину меньше, чем DOE, поддерживая приблизительно вдвое меньше людей. Типичный грант DOE или NSF в ведущем учреждении будет возобновляться каждые пять лет и обеспечивать поддержку в полмиллиона долларов или около того в год. Большой кусок этого пойдет “наверх”, в основном, как оплата университету, который должен покрыть материальные затраты на офисы, библиотеки и т.д., используемые группой теоретиков. Этот вид дохода в виде грантов является критическим для большинства университетских бюджетов, и гарантирует их готовность хорошо обеспечивать преподавателей, получающих грант, например, сохраняя для них низкую преподавательскую нагрузку. Часть из оставшихся средств гранта идет на выплату зарплат нескольким постдокам, часть идет на исследовательские стипендии для нескольких аспирантов, работающих в теоретической группе. Исследовательские стипендии включают в себя стипендию для студента и плату за обучение для университета. Без дохода за обучение от этих стипендий, университеты, вполне вероятно, сократили бы прием аспирантов по теоретической физике.

Большая часть гранта идет на прямые платежи участвующим в гранте преподавателям, называемые “летней зарплатой”. Они основаны на философии, что деньги, которые университет платит профессорам, покрывают только девять месяцев их рабочего времени, таким образом, они имеют право получать зарплату в другом месте

в течение трех месяцев в году. NSF и DOE платят теоретикам частиц сверх их университетской зарплаты по той формальной причине, что иначе они могли бы найти другую работу или преподавать в летней школе в течение лета, хотя практически все это весьма маловероятно. Наконец, гранты также покрывают другие вещи, типа расходов на поездки на конференции, затраты на компьютеры в офисе и т.д., хотя это как правило намного меньше, чем выплаты зарплат людям.

Общая сумма долларов, выделяемая DOE и NSF для финансирования теоретической физики, за последнее десятилетие существенно не изменилась. Так как зарплаты значительно увеличились, число людей, поддержанных этими грантами, значительно упало. Каждый раз, когда грант представляется для возобновления, опасность некоторого сокращения или, еще хуже, полного аннулирования является вполне реальной. Потеря может означать снижение дохода, неспособность нанимать постдоков или поддерживать аспирантов, недостаток в деньгах для поездок на конференции, а также возможность, что университет начнет изучать возможность увеличить Вам преподавательскую нагрузку. Это последствия, которых большинство теоретиков хотело бы избежать любой ценой, таким образом, преподаватели, имеющие постоянную позицию, оказываются снова в ситуации, когда требуется периодически выигрывать соревнование с группами почти такого же состава как комитеты по найму, с которыми они имели дело прежде.

Британский суперструнный теоретик, Майкл Дафф, который процветал в американской системе (хотя в 2005 г. он вернулся в Великобританию), противопоставляет это ситуации в Великобритании таким образом:

Конкуренция типа 'перережу горло' имеет место даже, или лучше сказать, особенно, в академии, и британское понятие 'справедливой игры' (fair play) здесь не в ходу.

Я надеюсь, что мои американские друзья не будут оскорблены, когда я скажу, что этические стандарты вследствие этого снижаются. Давление необходимости преуспеть особенно чувствуют университетские ученые, которым традиционно платят только девять месяцев в году, и которые должны искать финансирования исследований у агентств, типа Национального Научного Фонда для своих летних зарплат. Баснословное время и усилия, таким образом, тратится на подготовку предложений для гранта.¹⁴

Сообщество теории частиц в Соединенных Штатах не слишком велико и составляет в общей сложности приблизительно тысячу человек. Это очень талантливая группа, но в течение двух десятилетий она работала в среде интеллектуальных неудач и жестокой конкуренции за недостающие ресурсы. Есть и другие причины, почему существует только одна игра в городе, но социальные и финансовые структуры, в рамках которых работают люди, являются важной частью этой ситуации.