

Теория струн — Lurkmore



Это хорошая, годная статья

Вы можете помочь уютненькому, если **не будете её трогать**. Не надо. Займитесь лучше **чем-нибудь полезным**.



ACHTUNG! Опасно для моска!

Министерство здравоохранения Луркмора предупреждает: вдумчивое чтение нижеследующего текста способно нанести непоправимый ущерб рассудку. Вас предупреждали.

«— Я хотя бы не выдумываю 26 измерений, чтобы свести задачу к математике.

— Я их не выдумывал, они существуют! — В какой это такой Вселенной? — Во всех, в этом-то и вся суть!

»

— *Шелдон и Леонард спорят о сабже*

«Рассказала сыну теорию струн. Пусть лучше от меня, чем во дворе. »

— *Это они так шутят!*

«Жена физика-суперструнщика застала его с любовницей:

— Дорогая, я могу ВСЁ объяснить!

»

— *Анекдот*

Теория струн (v2.0 — теория суперструн, v3.0 — М-теория) — теория в физике, реально претендующая на звание Единой теории всего^[1]. Содержание **мата**на, функкана и теории функций комплексной переменной в этой теории заведомо превышает летальные дозы, даже по сравнению с не менее мозголомными **теорией относительности** и **квантовой механикой**. Поэтому для 99.97% населения этой планеты хотя бы приблизительное понимание теории струн недоступно в принципе.

Это привело к тому, что сегодня словосочетание «теория струн» стало своего рода мемом, обозначающим всякие сверхусложнённые плоды науки, которые полезнее не знать, нежели знать. По сравнению с аналогом из прошлого века — «**синхрофазотроном**» словосочетания типа: «теория струн», «квантовая гравитация» и подобные им взрывают моск уже не только при изучении, но и при произнесении.



Струны на фоне **чёрной дыры**

Achtung!

Дорогой Анон, перед прочтением всей нижеследующей мути учти, что теория струн **не хуй собачий**, и приступать к чтению, не зная хотя бы самых основ современной физики — всё равно что пытаться развести проститутку на секс, имея 0 рэ в кармане. Так что, если собрался почитать, обрати сначала внимание на эти хорошие, годные статьи:

[Гордон - 107 - Теория суперструн](#)
[Александр Гордон](#) и учёные рассуждают о сабже

1. [Теория относительности](#)
2. [Квантовая механика](#)
3. [Матан](#)

Если после этого ещё останется желание продолжать, милости просим.

P.S. А вот по ссылочкам, все-таки, надо было пройти почитать...

Несовместимость ОТО с квантовой механикой

Когда Эйнштейн в начале XX века разработал свою общую теорию относительности (ОТО) и уже полагал, что **пришёл к успеху**, другие физики показали ему большой **кукиш**, придумав квантовую механику. С самого начала Эйнштейн принял её в штыки (хотя сам стоял у истоков, и, что важно, получил нобелевку именно за квантовое решение проблемы фотоэффекта) — и, как впоследствии выяснилось, неспроста: оказалось, что ОТО и квантовая механика являются принципиально несовместимыми и считают друг друга за говно. При применении уравнений ОТО в больших масштабах (то есть при описании жизни планет, звёзд, галактик, **тебя**) всё нормуль — эксперименты полностью подтверждают правоту теории. В свою очередь, квантовая механика прекрасно работает в микроскопических масштабах, имея дело с элементарными частицами — тоже многократно доказано экспериментами. Но стоит попытаться применять обе замечательные теории одновременно для описания, например, взаимодействия элементарных частиц или того, что происходит в чёрных дырах, как они выдают **взаимоисключающие результаты**, и хуже того — полученные значения заведомо абсурдны. Вызвано это тем, что ОТО полагает структуру пространства-времени гладкой («пустой»), в то время как с точки зрения квантовой механики такой вещи, как «пустое пространство», не существует: в любом участке пространства в микроскопическом масштабе идёт **активное действие** — так называемые квантовые флуктуации. Кроме того, в ОТО пространство-время является полигоном для взаимодействующих тел (см. **аналогию с резиновым листом**), а в квантовой теории оно — просто контейнер для частиц.

Эта проблема попортила крови многим физикам в XX веке: с одной стороны, обе уважаемые теории вроде как верны, но с другой стороны, налицо классическая проблема ужа и ежа, преследующая физиков ещё с позапрошлого столетия. Некоторые личности делали вид, что **всё так и должно быть**, и каждая теория хороша в рамках границ своей применимости, а большего от них требовать и не нужно. Но других это как-то не устраивало. «Что мы делаем не так?» — думали физики, **дымя** в лабораториях, но ответ не вырисовывался, ибо проблема была таких масштабов, что тут даже качественная трава не способна помочь, а **человек, у которого вместо мозга была сплошная трава**, к тому времени уже кончился и ничем не мог подсобить. Так и продолжалось некоторое время, пока всё-таки не нашлись достаточно **упоротые** кадры.

Откуда струны суть пошли

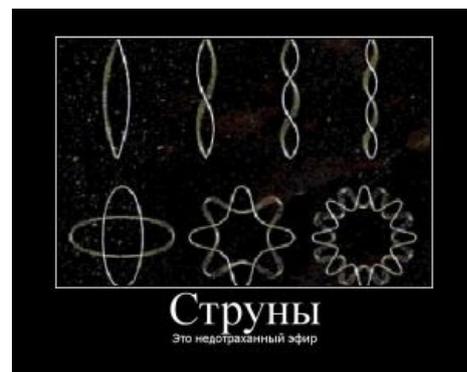
Новый **майндфак** начался в 1968 году, когда физики **ВНЕЗАПНО** заметили, что математическая функция, которая называется **бета-функция Эйлера**, идеально описывает свойства частиц, которые участвуют в так называемом сильном взаимодействии — одном из четырёх фундаментальных взаимодействий во Вселенной. Все кинулись проверять и перепроверять, и подтвердили — таки да, бета-функция Эйлера замечательно подходит для описания ситуации. Цимес был в том, что тащелта эта функция была исследована ещё в те времена, когда самого Эйнштейна и в проекте не было, и применялась (**барабанная дробь**) в описании колебаний натянутых струн. И тут физиков осенило, да так, что потомки до сих пор расхлёбывают: «А что, если элементарные частицы вовсе и не частицы, а микроскопические тончайшие струны, а то, что мы наблюдаем в своих приборах — это не траектория движения частицы, а траектория колебания, проходящего по этой струне?».

Сначала вроде как был достигнут полный вин. Первые же исследования показали, что теория струн достигает значительных успехов в описании наблюдаемых явлений. Оказалось, что теория струн замечательно может свести все четыре фундаментальных взаимодействия Вселенной к одному — колебанию одномерной струны с соответствующим переносом энергии. Особенно яростный **флюордрос** физиков на теорию струн вызвало то, что она позволяет объяснить основные константы микромира с математической точки зрения. Становилось понятно, почему, например, массы элементарных частиц именно такие, какие есть, а не какие-то там другие. Если учёные раньше могли лишь разводиться на подобного рода вопросы руками, отвечая: «**Так надо**», «**ПНХ**», или, в худшем случае, «**Так хотел Б-г**», то теперь появилась реальная возможность проникнуть в глубинную структуру Вселенной.

Кроме того, теория струн давала надежду на чудо — объединение ОТО и квантовой механики в рамках одной теории. При расчётах **ВНЕЗАПНО** выяснилось, что собственные колебания этих ваших струн способны гасить и уравнивать квантовые флуктуации — да-да, устранять те самые возмущения на микроскопическом уровне, из-за которых ОТО и квантовая механика никак не хотели возлюбиться друг друга. Вот это уже был не просто вин, а **EPIC WIN!**



Дело было примерно так



Струны. Этот недотраханый мир

Но в итоге учёных ждал [былинный отказ](#). Дальнейшие исследования и проверки теории показали: [авотхуй](#), ничего подобного. На первый взгляд вроде всё хорошо, но при глубоком изучении выявились серьёзные противоречия следствий теории с экспериментальными данными. Например, в теории струн обязательно присутствовала частица, тахион, квадрат массы которой был меньше нуля. Ну ты понел, да? У нее масса получалась мнимая.

«Жаль, красивая была идея», — вздохнули физики и выкинули новорожденную теорию струн [на мороз](#).

Суперсимметрия, все дела

Однако упоротые фанаты теории струн так просто не собирались сдаваться. В 1971 году была создана обновлённая теория струн, уже под названием «теория суперструн». Обновление заключалось в том, что если первый вариант теории включал в себя описание только бозонов, то теория суперструн схавала ещё и фермионы. Тут нужно остановиться и уяснить подробнее.

Все элементарные частицы обладают такой характеристикой, как [спин](#). [Школьники](#) могут вообразить это себе как скорость вращения частицы вокруг собственной оси (подобно тому, как Земля вертится вокруг себя, сменяя день и ночь). [Хотя на самом деле спин показывает как бы крутилась частица, если бы крутилась, причем по расчетам скорость ее оборота превышает световую и при всем прочем создает магнитное поле.](#)

Имеется и другой вариант объяснения сути спина «на пальцах», не менее, впрочем, майндфачный в итоге: спин — это количество оборотов вокруг своей оси, которые надо сделать частице, чтобы выглядела так же, как вначале. И если для спинов в пределах единицы все вроде понятно (любому предмету неправильной формы можно приписать «спин», равный единице), то при попытке представить себе форму объекта, который надо прокрутить вокруг оси дважды, чтобы он выглядел так же, как вначале, могут произойти [необратимые изменения](#) в коре головного мозга или [замещающего органа](#). Чтобы уменьшить градус майндфака, попробуйте повернуть на 360 градусов чашку кофе, стоящую на ладони. Получилось то же, с чего начали? Ощущения в руке вам подскажут, что не совсем то. А вот если... впрочем, гляньте-ка лучше видео. Элементарные частицы могут иметь только полуцелый или целочисленный спины — $1/2$, 1 , $3/2$, 2 и т. д. Бозонами называются те частицы, которые имеют целочисленный спин. Фермионы — те, у кого спин полуцелый. Так вот, первая версия теории струн описывала только бозоны, что было ещё одной из причин, по которым она до сих пор стоит на морозе. Обновлённый вариант теории струн включал в себя и фермионы, и тут все поняли, что при таком подходе проблема [ненужных](#) тахионов, как и множество других противоречий, исчезает! EPIC WIN ещё раз!

Но, как всегда, не обошлось без проблем. Новая теория струн не только заставила всех просветлиться, но и [вбросила](#) говна на вентилятор: по ней получалось, что для каждого бозона должен существовать соответствующий фермион, то есть между бозонами и фермионами должна существовать определённая симметрия. Такой вид симметрии предсказывался и раньше — под названием «суперсимметрия». Фейл заключался в том, что никто и никогда не наблюдал эти самые суперсимметричные фермионы. Объяснение тому нашли простое: по расчётам, суперсимметричные фермионы должны обладать огромной для микромира массой, и потому в обычных условиях их хрен получишь. Для того, чтобы зарегистрировать их, нужны огромные энергии, которые [достигаются при столкновении лёгких частиц на почти световых скоростях](#).

Физики, осознав, в какой жопе они оказались, стали плакаться в жилетку всем, кому ни попадя, и причитать «бида-бида, канец науке». Неизвестно, кому они [продали душу](#), но в итоге им удалось разжалобить больших дядь на серьёзные бабки для строительства [Большого адронного коллайдера](#) и пары коллайдеров поменьше. Да-да, именно так, Анон — одной из целей воздвижения этой [НЭХ](#) было именно получение суперсимметричных фермионов.

Многомерная Вселенная, или Как физики ушли в атсрал

Итак, теорию струн заменили теорией суперструн, но легче не стало: не успели физики прийти в себя от бодуна после празднования новой теории, как во все дыры полезли новые глюки. На этот раз в залупу полезла квантовая теория, чьи уравнения никак не хотели согласовываться с теорией суперструн, выдавая в результате [хуйту](#) вроде отрицательных или больших единицы вероятностей. «Бля», — подумали физики, потирая гудящую голову, и погрузились в размышления. В итоге помощь пришла оттуда, откуда совсем не ждали.

Ещё в далёком 1919 году никому тогда не известный [немецкий](#) математик Калуца прислал Эйнштейну письмо, где изложил свою теорию: наша Вселенная, вполне может стать, не трехмерная, а измерений может иметься [более 9000](#). В своих работах Калуца делал допущение, что на самом деле Вселенная может быть четырехмерной в пространстве, и в доказательство своих слов приводил свои расчёты, из которых получалось, что при таком условии ОТО замечательно согласовывается с теорией электромагнитного поля Максвелла, чего

[Strange Computer Code Discovered Concealed In Superstring Equations!](#)

Ученые нашли в уравнениях теории хэш-коды. [Матрица?](#)

[Balinese cup trick / candle trick / spinor demonstration](#)
Демонстрация полуцелого спина на примере кофе

[Представляем десятое измерение 1\2](#)

Доводы школолофизика о 9-и измерениях, часть рас

[Представляем десятое измерение 2 2](#)

часть два

невозможно достичь в обычной трехмерной Вселенной. Эйнштейна письмо не впечатлило (ещё бы, он только что придумал охуительно сложную теорию, хочется дать продохнуть мозгам, а тут ещё какой-то укуранный немец лезет со своим атсралом), и он ответил лишь «Окей».

В 1926 году физик Оскар Клейн заинтересовался работами Калуцы и усовершенствовал его модель. По Клейну получалось, что дополнительное измерение действительно может существовать, но оно находится в «свёрнутом» и зацикленном на самом себе виде. Причём свернуто четвёртое измерение очень туго — до размеров элементарных частиц, поэтому мы его и не замечаем. Теория получила название пятимерного мира Калуцы — Клейна (четыре измерения в пространстве + время) и была практически забыта за ненадобностью — впереди было бурное развитие квантовой механики, [Вторая Мировая Война](#), [атомные бомбы](#), [полёты в космос](#), и эти ваши непонятные атсралы никому нахуй не сдались.

Вспомнили о Калуце в восьмидесятих годах, когда теория струн в очередной раз оказалась в жопе. Воспалённые мозги физиков в попытке объяснить несоответствия теории струн с квантовой механикой докатились до того, что было выдвинуто предположение — вся хуйня в расчётах была в том, что струны в нашей теории могут колебаться всего лишь в трёх направлениях, которыми располагает наша Вселенная. Вот если бы струны могли бы колебаться в четырёх измерениях... О, да тут же был какой-то Калуца, [кстати, где он?](#) — он тоже чё-то похожее гнал!

Расчёты показали, что и в этом случае следует неиллюзорный фейл, но зато число противоречий в уравнениях вроде уменьшилось. Взбодренные физики продолжали увеличивать число измерений, пока не ввели все 9 (!!!) измерений в пространстве, при которых, наконец-то, теория струн перестала выглядеть как говно и слилась в [экстазе любви](#) с квантовой механикой и ОТО. И тогда физики громогласно провозгласили, что [на самом деле](#) мы живём в десятимерной Вселенной, в том числе одно измерение во времени, три знакомых нам измерения развернуты до космических размеров, а остальные шесть свернуты в микроскопических масштабах и потому незаметны. [Такие дела](#). Причём ни подтвердить, ни опровергнуть это на эксперименте практически никак нельзя, ибо речь идёт о таких малых масштабах струн и свернутых измерений, что современная аппаратура [ничего не найдёт](#). Физики были счастливы, [общественность](#) охувала и окончательно утвердилась в мысли, что физика — [бесполезная наука](#).

Рождение М-теории

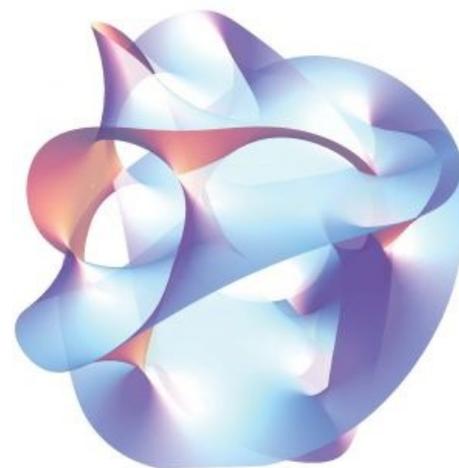
Окрыленные новыми успехами, физики ринулись в бой, но скоро опять стали раздаваться возгласы: «WTF?». Основным успехом явилось то, что физикам удалось (по крайней мере, на бумаге) установить общий вид шести свернутых измерений, необходимый для того, чтобы наш мир при этом оставался таким, какой он есть. Оказалось, что этот вид соответствует некоторым математическим объектам из группы под названием «Многообразия Яу» (названа по имени развеселого и улыбчивого китайского математика по фамилии Яу, описавшего ее). Главный фейл — то, что хотя общий вид этих объектов и вычислили, но точный вид, как оказалось, нельзя установить без эксперимента. Без нахождения точного вида пространства Калаби-Яу нашей Вселенной вся теория струн скатывалась практически в гадание на кофейной гуще.

Впрочем, работы продолжались, и постепенно физикам удалось вычленивать из общей массы гипотез пять более-менее правдоподобных теорий, которые могли бы описать нашу Вселенную. Причём, все они равно претендовали на звание единственно верной и при этом выглядели несовместимыми между собой. Ситуация сложилась вообще аховая — теперь теорий стало больше, чем надо, и это было нехорошо. Авторитет теории струн падал, дальнейшие направления для исследований не виделись, учёные пинали хуй целыми месяцами и потихоньку начали тухнуть.

Но в середине девяностых годов прошлого века произошла так называемая вторая [революция](#) в теории струн. Неизвестно, чем и куда упоролась физика, но путём фатальных разрывов мозга [один из них](#) родил гипотезу, что десять измерений — это, конечно, хорошо, но всё выглядит так, [будто чего-то не хватает](#). «Пусть будет одиннадцать измерений!» — вдохновенно изрек светлый ум, и физики просветлились.

Оказалось, что введение ещё одного измерения со скрипом, но укладывается в ложе квантовой теории и ОТО, и более того — снимает очень многие накопившиеся проблемы в теории струн. В том числе успешно скрещивает все пять недотеорий в одну-единственную убертеорию. Вот её-то и назвали без фантазии М-теорией, и именно она на сегодня является высшим достижением матанщиков в деле познания Вселенной.

Переименование старого брэнда «теория струн» было оправданно, ибо по М-теории получается, что основа Вселенной — не только одномерные струны. К ужасу всего научного сообщества, оказалось, что могут существовать и двумерные аналоги струн —



Двумерная проекция трехмерной визуализации пространства Калаби-Яу

Н.В.

Есть, однако, теория, согласно которой мы очень даже наблюдаем многомерные браны и иные измерения, только ещё не догадываемся

мембраны, и трёхмерные, и четырёхмерные... Эти конструкции были названы бранами (струна — 1-брана, мембрана — 2-брана, и так далее). На то, что эти самые браны нигде не были экспериментально зарегистрированы, физики дружно положили болт — хули, не впервой, и вообще мы тут делом заняты, а вы мешаете своими претензиями. Браны у нас на данном этапе **принципиально ненаблюдаемы**.

Что имеем в итоге?

Теория струн сегодня является одним из самых **динамично развивающихся** направлений современной физики. Не проходит и пары месяцев, как объявляется о каком-либо очередном серьёзном успехе. Неудивительно, ибо туева хуча физиков по всему глобусу днём и ночью занимаются изучением и развитием теории струн. Большинство из них ведёт голубая мечта — что в один прекрасный день теория струн таки станет **Единой теорией всего**.

Профита от теории струн пока вроде как не намечается, а вот бабла хаваает будь здоров (один **БАК** чего стоит). Зато, если окончательный вин таки будет достигнут, то человечество поднимет своё **ЧСВ** до поистине заоблачных высот; будет что предьявить перед **Б-гом**. Но вот будет ли вин — ещё большой вопрос: вспоминаем, как физики ещё после Ньютона полагали, что все законы природы познаны, и больше ловить на этом поле нечего. Как бы то ни было, мозголомка по всему миру продолжается, пока ты сидишь в интернетах.

Вины

Ясен пень, что никто не стал бы мучиться с этой вашей непонятной теорией, если бы она не обладала большими плюсами в глазах физиков. И таковые действительно есть, причём какие!

1. **Прекращение борьбы бобра с ослом**. На протяжении XX века бобро в лице ОТО и осло в лице квантовой механики цапались друг с другом, причиняя неистовый **butthurt** физикам. Как написано выше, теория струн нашла способ их помирить — не без обработки напильником, конечно, но осло по крайней мере перестало люто стремиться уничтожить бобро.
2. **Избавление от сингулярности**. За что физики особенно благодарны теории струн — это за то, что ей в определённом смысле удалось укротить такое чудовище, как сингулярность, то есть возникающую по уравнениям ОТО бесконечную кривизну пространства-времени в экстремальных условиях (например, в **чёрных дырах** или во время **Большого взрыва**). Теория струн утверждает, что никакой сингулярности не будет, ибо вся Вселенная имеет минимальный размер сжатия (так называемый планковский размер), после которого она автоматически «вывернется наизнанку» и вновь начнёт расширяться. Точнее, продолжит сжиматься, **но со стороны это будет выглядеть как расширение**.
3. **Шанс стать Единой теорией**. Если удастся довести работы над теорией до конца и вывести непротиворечивую теорию, то она будет претендовать на звание **Единой теории всего™**, ибо будет включать в себя все известные на сегодняшний день виды взаимодействий во Вселенной, включая даже злополучную гравитацию, которую до сих пор не удавалось никуда впихнуть. Физики полагают, что это одна из конечных целей физики как науки.

Фейлы и трудности

М-теория таки **идёт к успеху**, но пока ещё не пришла, и у неё много своих проблем, при упоминании которых физики **прикладывают руку к лицу**.

1. **Сверхсложная высота**. Уравнения теории струн (и уж тем более её последнего релиза — М-теории) настолько сложны, что физики большей частью оперируют только их приближёнными формами. Что, конечно, не ведёт к повышению точности результатов. Более того, часто складывается такая ситуация, что для решения этих уравнений даже соответствующих математических методов-то не создано, и приходится придумывать всё на лету. **Ёбанный стыд**. Только этот стыд, собсно, не к самой теории струн, а к нынешнему состоянию математики. Уж пару веков старая добрая ньютоновская небесная механика (никаких там струн) поставила **общую задачу трех тел**, а фиг ли толку? Или вот **уравнения Навье — Стокса** для турбулентных потоков — старая добрая классическая гидродинамика, двести лет отроду. За доказательство существования и гладкости решения (даже не за само решение!) дают миллион американских рублей. Что символизирует.

Практически везде, где физика уперлась в тупик, на самом деле в тупик уперлась математика. И в теории

об этом. Согласно этой теории, загадочная тёмная материя есть вовсе не какие-то несуществующие слабовзаимодействующие частицы, а самая обычная материя - только существующая не в нашем измерении, а в параллельных. Гравитация, согласно этой теории, одна на все измерения, и непонятная гравитация, порождаемая невидимой материей, на самом деле долетает к нам из **измерения Зен**. О как!



Сабж на фоне Шелдона

Bohemian Gravity | A Capella Science

Музыкальное произведение, популяризирующее теорию струн и демонстрирующее какие проблемы привели к её появлению

струн — тем более, ибо она там сложнее, чем где бы то ни было. И эта проблема служит источником двух других.

1. **Экспериментальный вакуум.** Главный косяк теории — то, что она описывает явления на таких малых масштабах, что напрямую экспериментально подтвердить её основные утверждения невозможно. И никогда не будет возможно — для этого нужен не страшный ужасный адронный коллайдер длиной 27 километров, а ускоритель размером примерно с видимую Вселенную. Само по себе это не приговор — нужно только вывести косвенные наблюдаемые следствия. Вот [теория великого объединения](#), например, предсказывает распад протона с ненулевой вероятностью — и физики надеются, загоняя в подземные резервуары туюву хучу тонн воды, что какой-нибудь протон, на глазах у их детекторов, таки распадётся. Физика питается косвенными свидетельствами — в конце концов, как электроны движутся вокруг ядра, тоже никто [до недавнего времени](#) ни в какой микроскоп не видел, и ускорителей тогда тоже не было. Проблема в том, что выводить наблюдаемые следствия из уравнений теории струн при их нынешнем математическом [состоянии](#) — задача для волшебников. А без математического прорыва и прямого эксперимента в теории струн иногда в ход идут такие хитровыебанные аргументации, что любой продажный адвокат пожал бы физикам руку.
2. **Элементарные частицы, дополнительные измерения и некто Карл Поппер.** Десятимерная теория струн на более привычных масштабах должна, естественно, сводиться к известной и **ОЧЕНЬ** хорошо проверенной физике элементарных частиц. Но, как выясняется, способов такого сведения существует по меньшей мере 10^{100} , хотя не исключено, что и 100^{500} , а то и вовсе бесконечность. При этом каждая из получившихся четырёхмерных теорий описывает свой собственный мир, который может быть похож на реальность, а может и [принципиально отличаться](#) от нее. Проблема здесь в том, что свойства частиц считаются способом колебания струн, а возможные способы колебания струн зависят от точной геометрии дополнительных измерений. Но существующим приближенным уравнениям удовлетворяет туюва хуча разных геометрий. То есть эти уравнения были бы справедливы не только в нашем мире, но и в туювой хуче других миров, а возможно — в любом мире. Будь эти приближенные уравнения окончательными, это был бы тотальный экстерминатус в связи с [нефальсифицируемостью](#) по Попперу, то есть признаком ненаучности теории. А так — хвост пистолетом и искать точные уравнения.

Квантовая гравитация

Основным результатом теории струн (ну или М-теории, всем похуй) принято считать возможность проквантовать гравитацию. [Ясно дело](#), что кроме теории струн есть ещё и другие способы эту вашу гравитацию квантовать, которые убоги каждый в чем-то. Поэтому надо тут остановиться подробнее.

Квантовая теория поля учит нас, что все взаимодействия между частицами можно представить в виде картинок, диаграмм Фейнмана. Например взаимодействие электрона и позитрона можно нарисовать в виде диаграммы справа, как обмен одним фотоном.

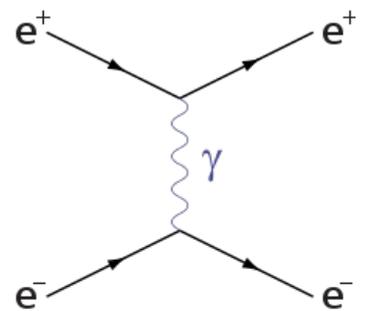
Но это только так называемое [древесное приближение](#) — на деле эта диаграмма даёт лишь классическую теорию, а квантовые эффекты появятся, если мы будем рисовать петли.

На этих диаграммах волнистая линия — фотон, прямые линии — электрон и позитрон. Но все это можно рисовать для любого взаимодействия. Ты, анон, уже догадался, что этих петель можно рисовать чуть более, чем дохуя. А именно, бесконечно. Каждая такая картинка соответствует совершенно невменяемому выражению, включающему в себя интегралы, логарифмы и прочую матаническую поебень. Но самый пиздец в том, что каждое из этих выражений само по себе равно [бесконечности](#).

И тут хитрый расовый американский еврей [Ричард Фейнман](#) с дружками придумали, как обмануть общественность и бесконечности спрятать (как он сам выразился, под ковер). Эта процедура наебки называется перенормировкой квантовой теории поля. И если теорию можно вот так вот перенормировать, то она считается адекватной и называется перенормируемой.

Всю эту хреноту можно с успехом повторить и для ОТО ровно до момента перенормировки. Ибо гравитации вообще до пизды все эти ваши процедуры, и бесконечности прут со [все новой силой](#). Тут физики разом охуели и сделали Квантовую Гравитацию своим священным Граалем. Ясно дело, все остальные взаимодействия успешно квантуются и перенормируются, кроме гравитации (это связано с тем, что у всех векторных бозонов спин равен 1, а у гравитона 2).

Чтобы справиться с непокорной гравитацией, физики стали придумывать разные обходные пути к ее квантованию. Во-первых, напридумывали кучу других гравитаций с целью сделать формулы похожими на формулы в других теориях: калибровочная теория гравитации, теория Макдауэлла-Манзури-Штелле-Веста (Macdowell-Mansoure-Stelle-West) и т. д. А во-



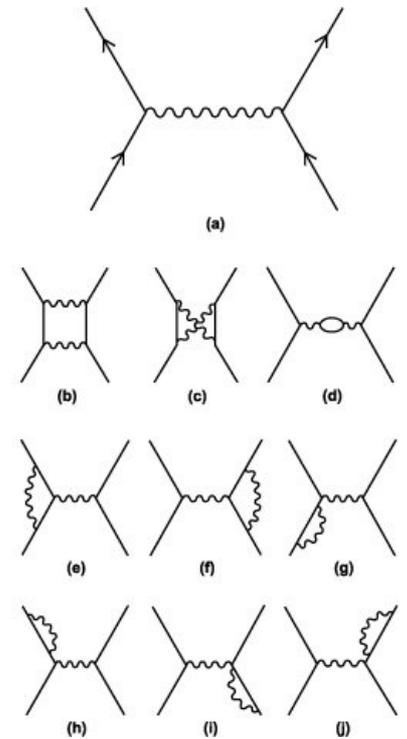
Электрон и позитрон взаимодействуют, обмениваясь фотоном

вторых, стали думать, как ее, родимую, квантовать правильно.

Например, петлевая квантовая гравитация учит нас, что пространство на малых расстояниях состоит из маленьких ячеек-петель (данное учение находится на полпути к фейлу — [впрочем, что пытались опровергнуть опровергатели](#), они и сами толком не знают). Можно представить себе, например, двумерную поверхность, сотканную из треугольников. Главная фишка этой самой петлевой квантовой гравитации в том, что пространство и время теперь становятся объектом квантования. Мы помним, что обычная квантовая механика пространство-время не трогает и рассматривает его как фон. А тут пространство само себя создает из этих треугольников. Причем интересно, что эта система сама может себе выбирать размерность, складываясь из двумерного листика в нечто объемное. Это можно увидеть дома, скомкав лист бумаги, он из двухмерной фигуры превратится в трехмерное тело. Перенормируемость (а точнее уже конечность диаграмм) [гарантируется](#) конечным размером этих петель.

Другая возможность квантовать гравитацию — супергравитация. Как было уже сказано выше, суперсимметрия — это равное количество фермионов и бозонов. И оказывается (чудо!), что петли с бозонами и фермионами имеют разный знак и [сокращаются](#). То есть, супергравитация вообще конечна. Зато она говорит о существовании каких-то новых фермионов, которых никто не видел и которых ищут на БАКе. Update: на самом деле давно известно, что супергравитация таки не является ни конечной, ни перенормируемой, а значит сама-по-себе в смысле квантования ничем не лучше обычной гравитации (пруф: [\[1\]](#))

Интересно, что супергравитация получается как предел низких энергий из M-теории.



Петлевые поправки к взаимодействию между электронами

Алсо

- Профессор Фарнсворт из [Футурамы](#) разбирается в сабже — в серии *Mars University* он читает курс лекций по предмету с подозрительным названием «Суперпуперсимметричная струнная теория», на который никто не ходит, кроме Фрая.
- Теория струн — направление исследований Шелдона Купера из сериала [Теория большого взрыва](#). Шелдон свято верит, что теория станет в итоге Единой теорией, и люто, бешено ненавидит сторонников альтернативного подхода — теории петлевой квантовой гравитации (в лице Лесли Уинкл).
- [Миша Вербицкий](#) в пояснительной записке к сочиненной им [программе изучения математики](#) утверждает, что «математика лишь постольку интересна, поскольку она связана со струнной теорией; это базовое предположение, которое я не хочу сейчас обсуждать». Такие дела.
- Небезызвестный [Кастанеда](#), пребывая чуть более чем полностью в состоянии накурки, видел Вселенную как бесконечное скопище светящихся струн.
- В сабже хорошо разбирается [Верданди](#) — её родной мир десятимерен, о чём она не раз говорила. А разрушение суперструны, по её словам, может привести к [БП](#). Этот момент попал и в аниме — см. концовку первого сезона.
- Древо Жизни в [Каббале](#) также имеет 10 сефирот + есть незримая сфера, то есть налицо размерность $10 + 1$. Также присутствует эффект «сокращения света».
- В одной из книг [А. и Б. Стругацких](#) «За миллиард лет до конца света» герой Малянов придумывает M-полости, что [кагбэ](#) намекает нам (буква M означает Малянов, то есть «полости Малянова», и к струнной теории имеет мало отношения).
- В их же расово верном романе «[Пикник на обочине](#)» с [Зоны](#) дербанили некие «черные брызги», которые предположительно представляли собой вселенные, пространство-время которых в гравитационном поле Земли сворачивается в комочек.
- Энтони Гарретт Лиси — сёрфер-любитель, [живущий в трейлере](#) на острове Мауи — предложил «[Исключительно простую теорию всего](#)», без единой струны поясняющую почти весь мир. [Пруф](#). Многие суперструнные физики [утверждают](#), что теория Лиси — говно, и что Лиси ничего не понимает в теориях всего. Пруфы: [раз](#), [два](#) и (осторожно, много матана+инглиш) [три](#).
- Теория струн упоминается в растаманской сказке [Д. Гайдука](#) «Про одинаковых людей». Один из героев внезапно врубился в то что «вообще весь мир состоит из усов, а точнее из суперструн» «захавав марку со штурвалом». Также в сказке «Про супер-оружие» рассказывается про [БП](#) в виде «пережигания суперструны, на которой держится весь наш пространственно-временной континуум».
- Полотенчик из [South Park](#)'а в 5-ой серии 10-го сезона запил эпическую книгу «Миллион тонких нитей».
- И странно, что такой неглупый анонимус забыл совсем про [Айнур](#), которые [напели Эру всё бытие](#).
- В [Half-Life 2](#) упоминается, что технология телепортации Альянса основана на струнном эффекте. В OST же присутствует композиция под названием *Calabi-Yau Model*.
- В [древнегреческой](#) мифологии три Мойры ткали нашу всю судьбу. Миллион маленьких ниточек прилагается.

- В пятой серии первого сезона сериала «Настоящий детектив» Раст произносит речь про М-теорию:

— Вы когда-нибудь слышали о чем-то, под названием М-теория? — Нет. Такие вещи — не моего полета. — Смысл в том, что в этой вселенной, мы воспринимаем время линейно, идущее вперед... Но за пределами нашего континуума, с четырехмерной перспективы, время бы не существовало, и с этого угла, если бы мы могли взглянуть... То увидели бы, что наш континуум выглядел бы плоским, как единая скульптура с материей в суперпозиции каждого места, которое она когда-либо занимала, а наш разум просто кружит сквозь наши жизни будто тележка на рельсах. Ясно, все, что за пределами нашего измерения — это вечность, вечность смотрит на нас вниз. В бесконечности, где нет времени, ничто не может вырасти. Ничто не может возникнуть. Ничто не меняется. Поэтому смерть создала время, чтобы растить вещи, которые потом уьет... И ты перерождаешься, но в ту же самую жизнь в которую ты всегда был рождён. Невозможно вспомнить свои жизни, нельзя изменить свои жизни, и это ужасная и тайная участь всего живого. Ты в ловушке... В этом кошмаре, в который ты продолжаешь просыпаться.

Ссылки

- [Мир теории струн](#) (ахтунг, уровень луркоебства зашкаливает!)
- [Элегантная Вселенная](#) — популярная книжка Брайана Грина о сабже. Существует также одноименный фильм: [The Elegant Universe](#)
- [«Начинаем считать — офигеть»](#) — интервью Брайана Грина о сабже.
- [Вменяемая критика Ли Смолина](#)
- [Вменяемая критика в адрес самого Ли Смолина](#)
- [Теория струн — теория в «пространстве теорий»](#)
- [Первый успех суперструнщиков](#)
- [Научпоп от создателей теории](#)

См. также

- [Теория относительности](#)
- [Квантовая механика](#)
- [42](#)
- [Я нихуя не понял](#) (в данном конкретном случае это практически не стыдно).
- [Большой взрыв](#)
- [Теория большого взрыва](#) (сериал)

Примечания

- ↑ *Редукционистской* теории всего. Теории всего бывают двух типов: [редукционистские](#) и [эмерджентные](#). Редукционисты считают, что структура научного знания добродушно изволит укладываться в [строгую иерархию](#), подобную файловой системе DOS: [теория эволюции](#) есть часть биологии, которая сводится худо-бедно к высокомолекулярной химии, та — к [квантовой механике](#), а в конце должно остаться одно уравнение с [3.5](#) параметрами. Сторонники эмерджентного подхода, напротив, считают что реальная природа не настолько проста и больше похожа на виртуальную файловую систему Windows, в которой «Компьютер» [может быть папкой на своём собственном диске](#). В частности, теория эволюции хоть и разработана нами как раздел биологии, но её объяснения, типа модели активного реплицирования, могут использоваться на всех вышеперечисленных уровнях. TL;DR: школьник, не надейся, что когда Теорию Всего откроют, учить уроки по химии, биологии или рускаму языку не придётся. Придётся!

$E = mc^2$

Матан

265 Science freaks Scorchер.ru Sherak TeX Xkcd Алекс Лотов Александр Никонов Андрей Склярoв Артефакты Петербурга Атомная бомба Березовский Беспoлезная наука Биореактор Блез Паскаль Большой адронный коллайдер Большой взрыв Британские учёные Бритва Оккама Бронников Вадим Чернобров Вассерман Великая тайна воды Великая теорема Ферма Миша Вербицкий Вечный двигатель Взлетит или не взлетит? Виктор Катюшик Виктор Петрик Владимир Жданов Высшая математика Геннадий Малахов Геометрия Лобачевского Гомеопатия ГСМ Двести двадцать Декарт Деление на ноль Детерминизм Дети индиго Дигидрогена монооксид Древний Египет/Клюквa Евгеника Задача Льва Толстого Задача Эйнштейна Закон Мерфи Закон Парето Инженер Информационное поле Вселенной ИТМО Как поймать льва в пустыне Кари Байрон Карл Саган Квадратно-гнездовой способ мышления Квадратура круга Квантовая механика Клон Когнитивная психология Коробочка фотонов Корчеватель Кот Шрёдингера

Критерии Поппера Кубик Рубика Лаборатория Лейбниц Леонардо да Винчи Луговский
Лунный заговор Лысенко Льюис Кэрролл Любительская астрономия Мальтузианство
Матан Матан/Элементарные частицы Межконтинентальная баллистическая ракета
Метод научного тыка Мулдашев МФТИ Мэттью Тейлор Нанотехнологии Наука vs религия
Научное фричество Научный креационизм Научный креационизм/Аргументация
Неуместный артефакт Никола Тесла НЛП НМУ Олег Т. Омар Хайям Палата мер и весов
Пентаграмма Григорий Перельман Переслегин Пик нефти Пирамидосрач Плутон
Принцип Арнольда Простые числа Пушной