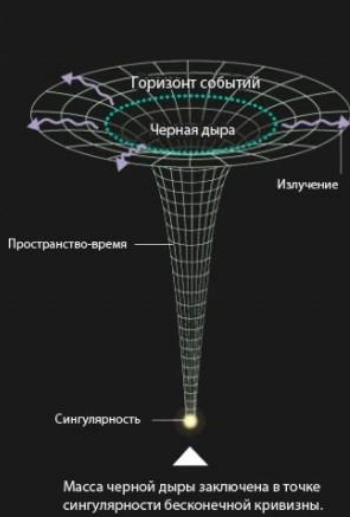


Происхождение пространства и времени

16 ноября, 2014 Источник: <http://masterok.livejournal.com/2128782.html>

Структура реальности

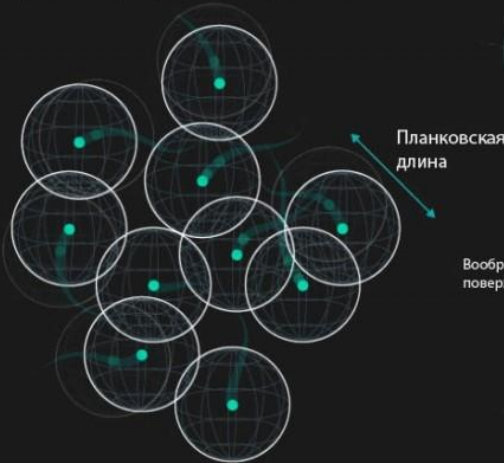
Один источник
Квантовые эффекты в пределах гравитационного поля черной дыры могут приводить к выделению энергии, своего рода жара. Это может натолкнуть на связь между квантовой теорией и термодинамикой, наукой и теплотой.



Если пространство и время не фундаментальны, тогда что? Специалисты в области теоретической физики выделяют несколько возможных вариантов ответа на этот вопрос.

1. Гравитация как термодинамика.

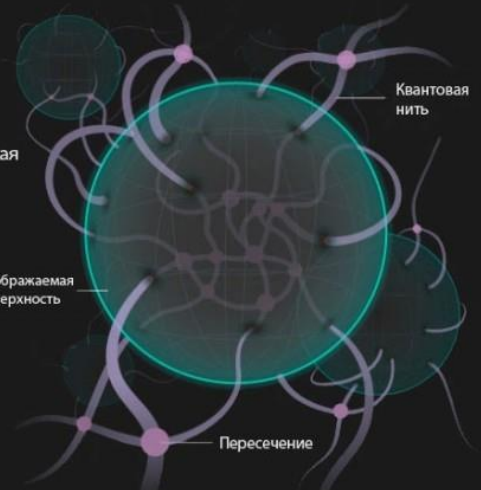
Гравитационные уравнения можно переписать в соответствии с законами термодинамики, не прибегая к пространственно-временным искажениям.



Это означает, что гравитация в макроскопическом масштабе является усредненной величиной до сих пор неизвестного «атома» пространства-времени.

2. Петлевая квантовая гравитация.

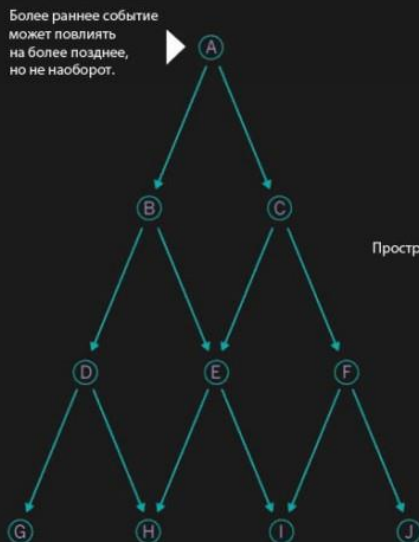
Вселенная – это сеть пересекающихся квантовых нитей, каждая из которых несет квантовую информацию о размере и форме близлежащего пространства.



Представьте ограниченную область сети. Ее объем зависит от количества соединений, а площадь от количества входящих в нее нитей.

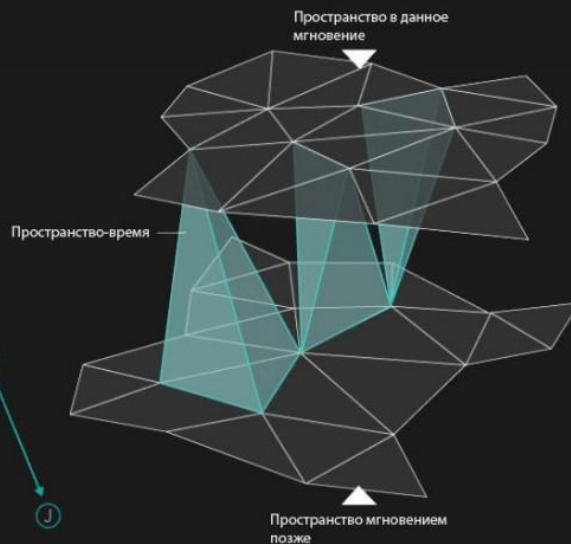
3. Причинные ряды.

Строительные блоки пространства-времени являются, своего рода, точками «событий», соединенными между собой причинностью. Они формируют расширяющуюся сеть.



4. Причинная динамическая триангуляция.

Компьютерное моделирование аппроксимировало фундаментальную квантовую реальность как крошечную многоугольную структуру, подчиняющуюся квантовым правилам и состоящую из кусочков пространства-времени.



5. Голография.

Вселенная с тремя измерениями включает в себя черные дыры и струны, управляемые только гравитацией. А на двухмерной границе находятся элементарные частицы, которые подчиняются теории квантового поля.



Все, что происходит внутри трехмерной Вселенной, может быть описано, как процесс на двухмерной границе, и наоборот.

Кликабельно

Многие исследователи считают, что физика не будет законченной, пока не сможет объяснить поведение пространства, времени и их происхождение.

«Представьте себе, однажды вы просыпаетесь и понимаете, что живете внутри компьютерной игры. Если это так, тогда все вокруг, весь трехмерный мир — это всего лишь иллюзия, информация, закодированная на двумерной поверхности» — Марк Ван Раамсдонк — физик, Университет Британской Колумбии, Ванкувер, Канада.

Это сделало бы нашу Вселенную с ее тремя пространственными измерениями, своего рода голограммой, источник которой находится в низших измерениях.

Этот «голографический принцип» довольно необычен для теоретической физики. Но Ван Раамсдонк является членом небольшой группы исследователей, которые считают, что это вполне нормально. Просто ни один из столпов современной физики: ни общая теория относительности, которая описывает гравитацию как искривление пространства и времени, ни квантовая механика, не могут объяснить существование пространства и времени. Даже **теория струн, описывающая элементарные нити энергии**, не может этого сделать.

Давайте рассмотрим эту теорию подробнее ...

Ван Раамсдонк и его коллеги убеждены, что необходимо дать конкретное представление понятий пространства и времени, пусть даже такое во многом нелепое, как голография. Они утверждают, что радикальное переосмысление реальности является единственным способом объяснить, что происходит, когда бесконечно плотная сингулярность в центре черной дыры искажает пространство-время до неузнаваемости. Оно так же поможет объединить квантовую теорию и общую теорию относительности, а этого теоретики пытаются добиться уже не одно десятилетие.

«Все наши опыты свидетельствуют о том, что вместо двух полярных концепций реальности, должна быть найдена одна всеобъемлющая теория» — Абэй Аштекар — физик, Университет штата Пенсильвания, Юниверсити-Парк, штат Пенсильвания

Гравитация как термодинамика

Но ради чего все эти попытки? И как найти то самое «сердце» теоретической физики? Ряд поразительных открытий, сделанных в начале 1970-х годов, натолкнули на мысль, что квантовая механика и гравитация тесно связаны с термодинамикой.

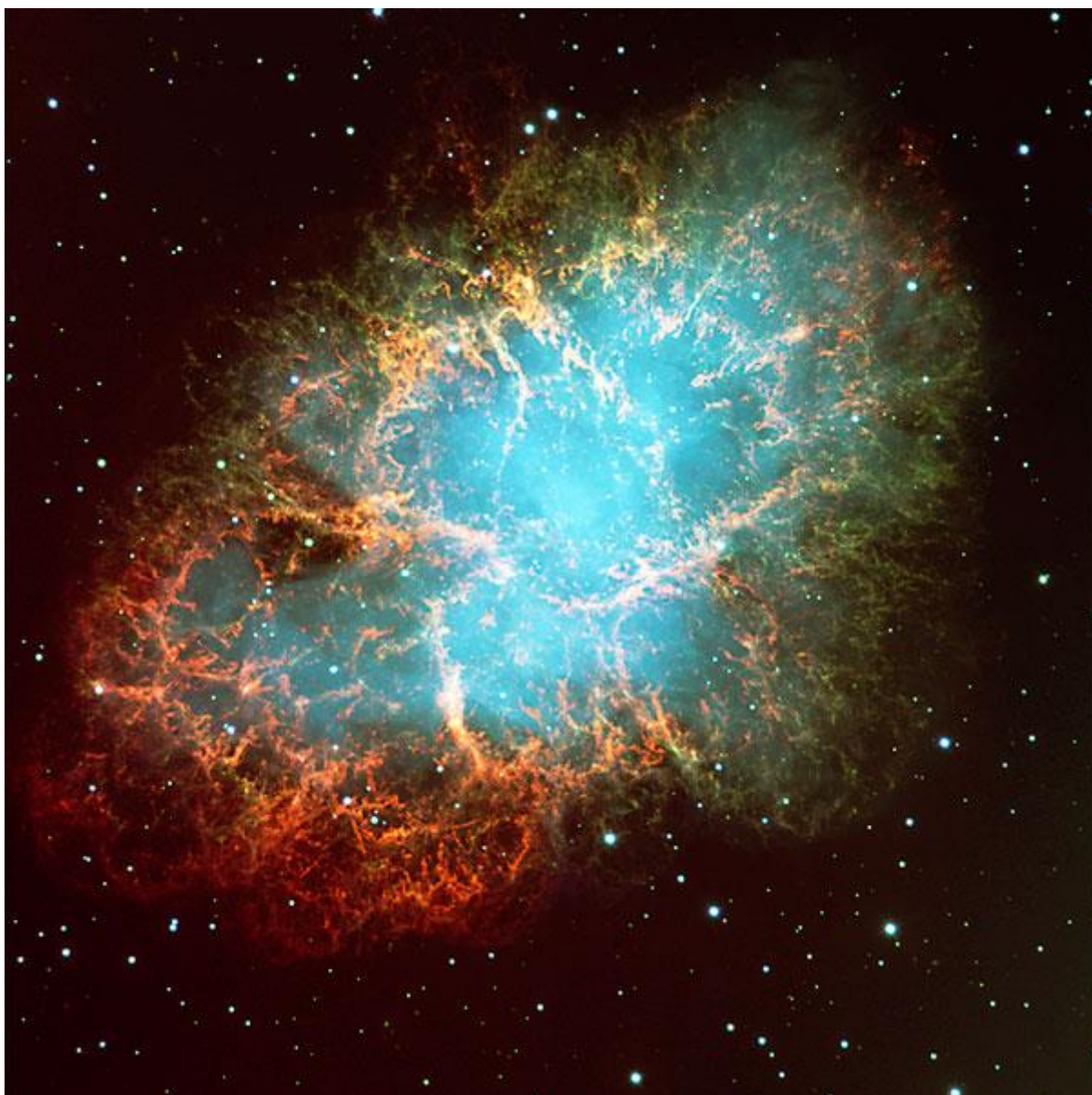
В 1974 году Стивен Хокинг из Кембриджского университета в Великобритании показал, что квантовые эффекты в космосе вокруг черной дыры могут привести к выбросу излучения высокой температуры. Другие физики быстро отметили, что это явление является довольно общим. Даже в совершенно пустом пространстве астронавт, испытывающий ускорение, будет ощущать вокруг себя тепло. Эффект слишком мал, чтобы его можно было заметить в случае с космическим кораблем, но само по себе предположение казалось фундаментальным. И если квантовая теория и общая теория относительности правильны (что подтверждается экспериментами), то излучение Хокинга действительно существует.

За этим последовало второе ключевое открытие. В стандартной термодинамике объект может излучать тепло только за счет уменьшения энтропии, меры количества квантовых состояний внутри него. То же самое и с черными дырами; еще до появления доклада Хокинга в 1974 году Джейкоб Бекенштейн, который в настоящее время работает в Еврейском университете в Иерусалиме, предположил, что черные дыры обладают энтропией. Но есть разница. В большинстве объектов энтропия пропорциональна числу атомов объекта, а значит и объему. Но энтропия черной дыры пропорциональна площади ее горизонта событий, границы, из которой даже свет не может вырваться. Как будто в этой поверхности закодирована информация о том, что внутри (прямо как двумерные голограммы кодируют трехмерное изображение).

В 1995 году Тед Джекобсон, физик из Мэрилендского университета в Колледж-Парке, скомбинировал эти два открытия и предположил, что каждая точка в пространстве находится на крошечном «горизонте черной дыры», который также подчиняется пропорции энтропия-площадь. Даже уравнения Эйнштейна удовлетворяют этому условию (естественно, физик оперировал термодинамическими понятиями, а не пространством-временем).

«Возможно, это позволит нам узнать больше о происхождении гравитации», — говорит Якобсон. Законы термодинамики являются статистическими, поэтому его результат позволяет предположить, что гравитация – явление также статистическое (макроскопическое приближение к невидимым компонентам пространства-времени).

В 2010 году эта идея шагнула еще дальше. Эрик Верлинде, специалист по теории струн из университета Амстердама, предположил, что статистическая термодинамика пространственно-временных составляющих могла дать толчок закону Ньютона о гравитационном притяжении.



Сверхновые - звезды, блеск которых увеличивается на десятки звездных величин за сутки. В течение малого периода времени взрывающаяся сверхновая может быть ярче, чем все звезды ее родной галактики.

Существует два типа сверхновых: Тип I и Тип II. Считается, что Тип II является конечным этапом эволюции одиночной звезды с массой $M^* = 10 \pm 3 M_{\text{sun}}$. Тип I связан, по-видимому, с двойной системой, в которой одна из звезд белый карлик, на который идет аккреция со второй звезды.



Гамма-всплески – выбросы гамма-излучения, связанные с самыми высокоэнергетическими взрывами. Изначальное гамма-излучение испускается в течение времени от десятка миллисекунд до нескольких минут, за ним следует послесвечение на более длинных волнах. Большая часть гамма-всплесков связана с образованием нейтронных звезд и черных дыр после взрывов сверхновых, самые короткие всплески возникают при столкновении двух нейтронных звезд.

В другой работе Тану Падманабан, космолог из Межвузовского центра астрономии и астрофизики в Пуне, показал, что уравнения Эйнштейна можно переписать в форме, идентичной законам термодинамики, как и многие другие альтернативные теории тяжести. В настоящее время Падманабан работает над обобщением термодинамического подхода, пытаясь объяснить происхождение и величину темной энергии, таинственной космической силы, ускоряющей расширение Вселенной.

Подобные идеи проверить эмпирически крайне сложно, но не невозможно. Чтобы понять, состоит ли пространство-время из отдельных компонентов, можно провести наблюдение за задержкой фотонов высоких энергий, путешествующих к Земле от далеких космических объектов, таких как сверхновые и γ -всплески.

В апреле Джованни Амелино-Камелия, исследователь квантовой гравитации из Римского Университета, и его коллеги обнаружили намеки именно на подобные задержки фотонов, идущих от γ -всплеска. Как говорит Амелино-Камелия, результаты не являются окончательными, но группа

планирует расширить свои поиски, чтобы зафиксировать время движения нейтрино высоких энергий, создаваемых космическими событиями.

«Если теория не может быть проверена, то наука для меня не существует. Она превращается в религиозные убеждения, которые не представляют для меня никакого интереса»
— Джованни Амелино-Камелия — исследователь квантовой гравитации, Римский Университет

Другие физики концентрируются на лабораторных испытаниях. В 2012 году, например, исследователи из Венского университета и Имперского колледжа Лондона провели настольный эксперимент, в котором микроскопические зеркала перемещаются при помощи лазеров. Они утверждали, что пространство-время в Планковском масштабе приведет к изменению света, отраженного от зеркала.

Петлевая квантовая гравитация

Даже если термодинамический подход верен, он все равно ничего не говорит о фундаментальных составляющих пространства и времени. Если пространство-время представляет собой ткань, то каковы ее нити?

Один из возможных ответов вполне буквален. Теория петлевой квантовой гравитации, которую выдвинул в середине 1980-х Аштекар и его коллеги, описывает ткань пространства-времени как растущую паутину из нитей, которые несут информацию о квантованных площадях и объемах областей, через которые они проходят. Отдельные нити сети должны, в конечном итоге, образовывать петли. Отсюда и название теории. Правда, она не имеет ничего общего с гораздо более известной теорией струн. Последние движутся вокруг пространства-времени, тогда как нити и есть пространство-время, а информация, которую они несут, определяет форму пространственно-временной ткани вокруг них.

Петли – это квантовые объекты, однако, они также определяют минимальную единицу площади и, во многом, таким же образом, как и обычная квантовая механика определяют минимальную энергию электрона в атоме водорода. Попробуйте вставить дополнительные нити меньшей площади, и они просто отсоединятся от остальной сети и не смогут больше связаться ни с чем. Они как бы выпадают из пространства-времени.

Минимальная площадь хороша тем, что петлевая квантовая гравитация не может сжать бесконечное количество кривых в бесконечно малую точку. Это означает, что она не может привести к тем особенностям, когда уравнения Эйнштейна рушатся: в момент Большого Взрыва или в центре черных дыр.

Воспользовавшись этим фактом, в 2006 году Аштекар и его коллеги представили серию моделей, в которых повернули время вспять и продемонстрировали то, что было до Большого взрыва. По мере приближения к фундаментальному пределу размера, продиктованному петлевой квантовой гравитацией, сила отталкивания раскрыла и зафиксировала сингулярность открытой, превратив ее в туннель к космосу, предшествующему нашему.

В этом году Родольфо Гамбини из Республиканского Университета Уругвая в Монтевидео и Хорхе Пуйин из Университета Луизианы в Батон-Руж представили аналогичные модели, но уже для черной дыры. Если двигаться глубоко в сердце черной дыры, то можно обнаружить не сингулярность, а тонкий пространственно-временной туннель, ведущий в другую часть космоса.

Петлевая квантовая гравитация не является полноценной теорией, так как она не содержит никаких других сил. Кроме того, физикам еще предстоит показать, как «получилось» обычное пространство-время из информационной сети. Но Даниэле Орिति, физик из Института гравитационной физики Макса Планка в Гольме, надеется найти вдохновение в работе ученых, представивших экзотические фазы материи, которая совершает переходы, описанные квантовой теорией поля. Орिति и его коллеги ищут формулы для описания того, как Вселенная могла бы проходить аналогичные фазы от набора дискретных петель к плавному и непрерывному пространству-времени.

Причинный ряд

Разочарования заставили некоторых исследователей придерживаться минималистской программы, известной как теория причинного ряда. Основанная Рафаэлем Соркиным, теория постулирует, что строительные блоки пространства-времени – это простые математические точки, связанные либо с прошлым, либо с будущим.

Это «скелетное» представление причинности, которая утверждает, что более раннее событие может повлиять на более позднее, но не наоборот. В результате сеть как растущее дерево превращается в пространство-время.

«Пространство появляется из точки так же, как температура выходит из атома. Нет смысла говорить об одном атоме, значение заключено в их большом количестве»
— Рафаэль Соркин физик, Институт Теоретической Физики «Периметр» в Ватерлоо, Канада

В конце 1980-х Соркин использовал эту структуру, чтобы представить число точек, которое должна включать Вселенная, и пришел к выводу, что они должны быть причиной малой внутренней энергии, которая ускоряет расширение Вселенной. Несколько лет спустя открытие темной энергии подтвердило его догадку. «Люди часто думают, что квантовая гравитация не может сделать проверяемых предсказаний, но здесь именно тот случай», — говорит Джо Хенсон, исследователь квантовой гравитации из Имперского колледжа в Лондоне. «Если значение темной энергии было бы больше или его не было бы совсем, тогда теория причинного ряда была бы исключена».

Причинная динамическая триангуляция

Едва ли найдутся доказательства, однако теория причинного ряда предложила несколько других возможностей, которые можно было бы проверить. Некоторые физики обнаружили, что гораздо удобнее использовать компьютерное моделирование. Идея, появившаяся в начале 1990-х, состоит в аппроксимации неизвестных фундаментальных составляющих крошечными кусочками обычного пространства-времени, оказавшимися в бурлящем море квантовых флуктуаций, и наблюдении за тем, как эти кусочки спонтанно соединяются в более крупные структуры.

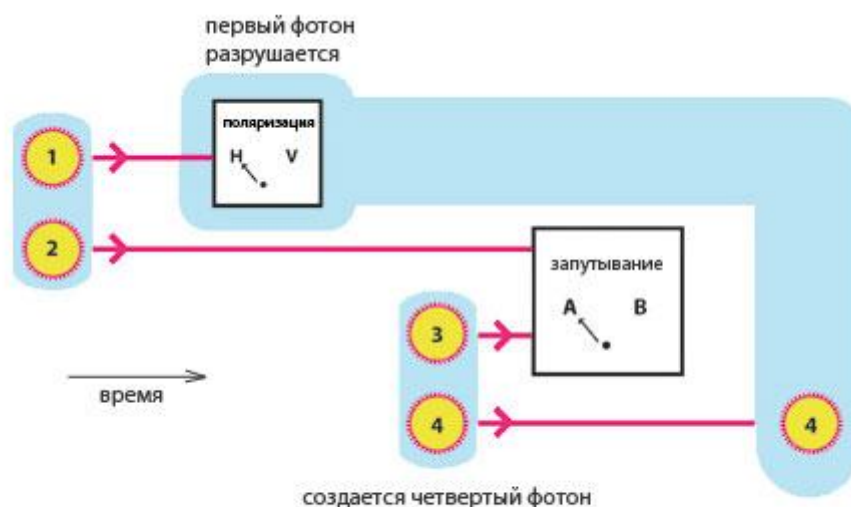
«Первые попытки аппроксимации неизвестных фундаментальных составляющих крошечными кусочками обычного пространства-времени были неудачными. Строительные блоки пространства-времени были простыми гиперпирамидами, четырехмерные прототипы трехмерных тетраэдров, а предполагаемое соединение позволило им свободно комбинироваться. В результате получилась серия странных «вселенных», в которых было слишком много измерений (или слишком мало), часть из них существовала сама по себе, а часть разрушалась. Это была попытка показать то, что нас окружает. В конце концов, измерение времени не похоже на три измерения пространства. Мы не можем путешествовать назад и вперед во времени, поэтому визуализация была изменена с учетом причинности. Тогда мы обнаружили, что пространственно-временные кусочки начали собираться в четырехмерные вселенные со свойствами, подобными нашей»
— Рената Лолл физик, Университет Неймегена, Нидерланды

Интересно, что моделирование также намекает на то, что вскоре после Большого взрыва Вселенная прошла через младенческую фазу только с двумя измерениями: одно пространственное и одно временное. Это заключение было сделано независимо от попыток получить уравнения квантовой гравитации, и даже независимо от тех, кто полагает, что появление темной энергии является признаком того, что в нашей Вселенной появляется четвертое пространственное измерение.

Голография

Между тем, Ван Раамсдонк предложил совсем другое представление о появлении пространства-времени, основанное на голографическом принципе. Голограммоподобный принцип того, что у черных дыр вся энтропия находится на поверхности, был впервые представлен Хуаном Малдасеной, приверженцем теории струн из Института Передовых Исследований в Принстоне. Он опубликовал свою модель голографической Вселенной в 1998 году. В этой модели трехмерный

«интерьер» Вселенной включал в себя струны и черные дыры, управляемые исключительно силой тяжести, в то время как ее двумерная граница имела элементарные частицы и поля, подчинявшиеся обычным квантовым законам, а не гравитации.



Гипотетические жители трехмерного пространства никогда бы не увидели эту границу, потому что она была бы бесконечно далеко. Но это никак не влияет на математику: все, что происходит в трехмерной Вселенной может быть одинаково хорошо описано уравнениями в случае двумерной границы, и наоборот.

В 2010 году Ван Раамсдонк объяснил запутывание квантовых частиц на границе. Это означает, что данные, полученные в одной части, неизбежно скажутся на другой. Он обнаружил, что если каждая частица запутывается между двух отдельных областей границы, она неуклонно движется к нулю, поэтому квантовая связь между ними исчезает, трехмерное пространство начинает постепенно делиться (как клетка) до тех пор, пока не порвется последняя связь.

Таким образом, трехмерное пространство делится снова и снова, в то время как двумерная граница остается «на связи». Ван Раамсдонк заключил, что трехмерная вселенная идет бок о бок с квантовой запутанностью на границе. Это означает, что, в некотором смысле, квантовая запутанность и пространство-время — это одно и то же.

ИСТОЧНИК

Давайте вспомним еще о том, как [Российские ученые изобрели «звездную батарею»](#) или например [Как шагает БЕЛОК](#). Есть еще такое мнение что [может мы живем в МАТРИЦЕ ?](#) и то что [Времени не существует ?](#) А ведь мы с вами еще обсуждали что такое [Реликтовые гравитационные волны](#) и [Как искали БОЗОН](#).

Оригинал статьи находится на сайте [ИнфоГлаз.рф](#) Ссылка на статью, с которой сделана эта копия - <http://infoglaz.ru/?p=55845>

Метки: [Космос](#)