

Свойства квантов пространства-времени

Клящицкий Григорий (GK)

1 Введение

Квантовая идея сегодня представляет основное направление развития в понимании законов мироздания. В статье [«Квантованность пространства-времени»](#) показано, что Пространство (здесь и далее Пространство с заглавной буквы означает пространство-время) квантовано. Кажется, что эта идея носит абстрактный характер. Похожее представление было в отношении квантования энергии, когда Макс Планк выдвинул гипотезу квантов. Однако жизнь показала что, несмотря на крайне малое значение величин, квантование по энергии оказалось вполне конкретным. Думаю, что с квантованием Пространства ситуация аналогичная.

В статье [«Материальность пространства-времени»](#) показано, что квантованность пространства и времени означает материальность пространства и времени. Возникает вопрос о том, как определить свойства материи квантованного Пространства? В этой статье мы попытаемся предложить путь исследования и определить свойства квантов Пространства.

2 Пространство-время

2.1 Квантованность

В статье [«Квантованность пространства-времени»](#) показано, что квантование энергии неизбежно означает, что пространство и время квантованы.

2.1.1 Квантованность пространства

Пространство (геометрическое) является квантованным и меняется дискретно, кратно кванту пространства.

Квантованность пространства можно определить следующими положениями:

- ***Пространство не является непрерывным.***

- *Пространство дискретно и состоит из «отдельных» квантов.*
- *Квант пространства не может быть разделён на более мелкие порции.*
- *Кванты пространства неразличимы. Не существует критериев, основываясь на которые возможно идентифицировать отдельный квант пространства.*

2.1.2 Квантованность времени

Время является квантованным и меняется дискретно, кратно кванту времени.

Квантованность времени определяется следующими положениями:

- *Время не является непрерывным.*
- *Время дискретно и состоит из «отдельных» квантов времени.*
- *Квант времени не может быть разделён на более мелкие порции.*
- *Кванты времени неразличимы. То есть не существует критериев, основываясь на которые возможно идентифицировать отдельный квант времени.*

2.2 Материальность

В статье [«Материальность пространства-времени»](#) исследуется вопрос материи. В статье предложен обобщённый критерий материи как объективно существующей реальности:

Материя представляет собой явление, обладающее устойчиво воспроизводимым(и) свойством(ами).

На основании этого критерия сделан вывод о материальности пространства и времени.

2.2.1 Материальность пространства

Поскольку квант пространства является объективным свойством, квантованность пространства означает его материальность. Геометрическое пространство представляет собой не простоместище, которое может быть заполнено материей известного типа и через свойства этой материи проявить себя. Пространство, как таковое, имеет объективное(ые) свойство(а), то есть обладает материальностью.

Пространство – объективно существующая материальная реальность.

2.2.2 Материальность времени

Если критерий материи – реальность, имеющая объективно существующее(ие) свойство(а), то время (как и пространство) становится формой материи. Это вывод, проистекающий ещё и из того факта, что квант времени и квант пространства связаны между собой простым соотношением:

$$\zeta^x = \zeta^t * c \quad (1.0)$$

где ζ^x – квант пространства;
 ζ^t – квант времени;
 c – скорость света.

Исходя из этого можно утверждать, что:

Время – объективно существующая материальная реальность.

2.3 Пространство-время как материя.

В статье «[Материальность пространства-времени](#)» указано, что материя пространства и времени, так же как и материя поля, относятся к иному типу материи, чем тот, что мы традиционно воспринимаем как окружающая нас материя. В этом отношении можно определить эти два типа:

- *Ньютонова материя:*
 - имеет характеристики масса/энергия;
 - подчиняется законам Ньютона.
- *Не-Ньютонова материя:*
 - не характеризуется массой/энергий;
 - не подчиняется законам Ньютона.

3 Квантовая материя пространства-времени

Если принять концепцию материальности пространства-времени, то возникает вопрос о свойствах этой материи. Вероятно в этом вопросе существует несколько подходов. Один из возможных методов звучит следующим образом:

1. *Квантам пространства-времени приписываются определённые (предполагаемые) свойства (Аксиомы квантов).*
2. *Уравнения ансамбля квантового пространства-времени обрабатываются методами статистической физики.*
3. *Полученные результаты описывают поведение пространственно-временной среды.*
4. *Результаты сопоставляются с действительностью.*

В соответствии с предлагаемым подходом, нашей задачей будет *определить предполагаемые свойства квантов пространства-времени.*

3.1 Аксиомы квантов

Аксиома свободы

Если система имеет степень свободы $\Delta\omega$ по параметру ω , то система будет совершать произвольные перемещения по параметру ω в пределах $\Delta\omega$.

Аксиома взаимодействия

Кванты пространства не взаимодействуют друг с другом.

Кванты времени не взаимодействуют друг с другом.

Аксиома неразличимости

Кванты пространства неразличимы между собой.

Кванты времени неразличимы между собой.

3.2 Характеристики кванта Пространства

Если рассматривать квант Пространства как квазичастицу, то возможно определить некоторые его свойства.

Размер

Квант пространства: $\zeta^x = \text{SQRT}(G \cdot h / c^3)$ 1,616 x 10⁻³⁵ м

Квант времени: $\zeta^t = \text{SQRT}(G \cdot h / c^3) / c$ 5,391 x 10⁻⁴⁴ сек

Связь между квантами пространства и времени определяется известным уравнением:

$$\zeta^x = \zeta^t * c \quad (1.0)$$

Как известно, расстояние можно измерять не только в единицах длины, но и в единицах времени – световых секундах, минутах... Эти единицы приняты в астрономии, например. Единство пространства и времени делает измерение в единых единицах вполне естественным. Из этого очевидно, что в одних и тех же единицах измерения, размеры пространственного и временного квантов равны.

Масса

Масса является мерой инерционности частицы. Величина массы указывает, насколько легко частица реагирует на внешнее воздействие. Одновременно масса является гравитационной и энергетической характеристикой.

Поскольку квант Пространства является квазичастицей, следует принять:

Масса кванта пространства равна нулю.

Масса кванта времени равна нулю.

Следствием такого предположения будет тот факт, что квант Пространства «не реагирует» на гравитационное поле. Другим следствием является (ещё более странный факт), что квант Пространства не подчиняется Второму Закону Ньютона. *Квант Пространства не описывается законами Ньютона*, то есть является материей иного типа (не-Ньютоновой материей).

Энергия

Квант пространства не обладает энергией.

Это является прямым следствием (уравнение Эйнштейна) отсутствия массы кванта.

Электрические свойства

Квант пространства не обладает электрическим зарядом.

Магнитные свойства

Квант пространства не обладает магнитными свойствами.

Суммируя эти свойства, можно утверждать (предположить), что квант Пространства не взаимодействует с известными полями: гравитационным, электрическим, магнитным.

Некоторые Размышления

Утверждения относительно массы/энергии могут показаться «странными». Ведь мы считаем энергию (массу) важнейшими (универсальными) характеристиками материи. Однако, в данном случае мы имеем дело с иным типом материи.

Чтобы ощутить это, рассмотрим пример с электрическим взаимодействием. Рассмотрим тело, имеющее электрический заряд. В электрическом поле это тело будет вести себя в соответствии с фактом взаимодействия тела и поля. Можно сказать, что в рассматриваемой ситуации:

- Тело обладает электрическим зарядом;
- Тело обладает электрической энергией;
- В электрическом поле тело будет двигаться по искривлённой траектории.

Причём имеется прямая связь между этими свойствами.

Рассмотрим другое тело, не обладающее зарядом. В отношении его можно сделать утверждения, аналогичные приведённым выше, только с отрицанием. Нас этот пример совсем не удивляет, напротив, кажется абсолютно очевидным.

Масса есть характеристика тела, аналогичная электрическому заряду, только иной природы. В таком случае мы можем повторить три утверждения, заменив электрический заряд массой, а электрическое поле – гравитационным. Если среда не имеет характеристики «масса», то будут верны соответствующие утверждения с отрицанием. Почему эти утверждения (в отношении массы/энергии) нам кажутся странными? Они должны быть очевидными. Если не все тела имеют характеристику заряда, то не все материальные объекты могут иметь характеристику «масса». Поскольку масса и энергия связаны соотношением Эйнштейна, то отсутствие массы автоматически означает отсутствие энергии.

3.3 Поведенческие характеристики

Обозначения

Обозначим размер кванта ζ . Тогда размер квантового пространства обозначается:

- четырёхмерного – ${}^4\zeta$;
- трёхмерного – ${}^3\zeta$;
- плоского среза – ${}^2\zeta$;
- одномерной проекции – ${}^1\zeta$ (ζ).

Неопределённость

Квант имеет размер ζ . При этом, положение кванта возможно определить с точностью до ζ . Таким образом, квант может находиться в любом месте промежутка $2*\zeta$. Местонахождение кванта на одномерной оси показано на Рис 1.

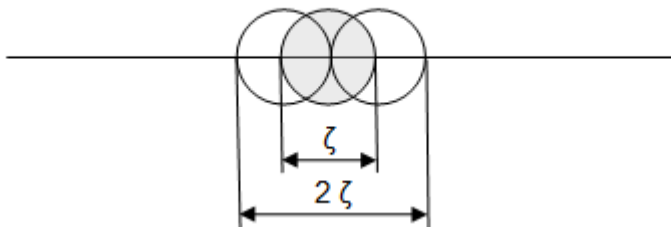


Рис 1. Положение кванта на оси

Определить «точное» положение кванта невозможно, и квант может находиться в любой «точке» диапазона 2ζ .

Поскольку квант представляет собой четырехмерную сферу, то на деле квант Пространства может находиться в любой точке «сферы»:

$${}^4V = (2\zeta)^4 = 2^4 * \zeta^4 = 16 * {}^4V_\zeta \quad (1.1)$$

где ${}^4V_\zeta = \zeta^4$ – «объем» кванта.

Тогда в каждом возможном положении квант будет находиться с вероятностью $1/16$.

Примечание

Мы предположили, что положение кванта может быть определено с точностью до ζ . Возможно положение кванта может быть определено как $(a \pm \zeta)$. В таком случае квант пространства будет находиться в диапазоне 3ζ .

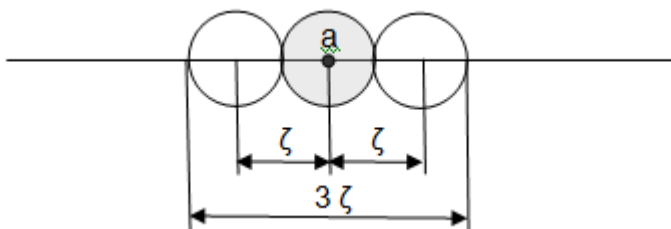


Рис 2. Положение кванта на оси: $(a \pm \zeta)$

Тогда получим:

$${}^4V = (3\zeta)^4 = 81 * {}^4V_\zeta \quad (1.1a)$$

и вероятность нахождения кванта в «конкретном» положении – $1/81$.

Исходя из вышеизложенного, положение Неопределённости можно сформулировать в следующем виде:

Возможно указать положение кванта Пространства с точностью до $16 * {}^4V_\zeta$.

Это утверждение можно сформулировать иначе:

В период времени 2ζ квант может находиться в любом месте геометрического пространства $8 * {}^3V_\zeta$.

«Слияние» квантов

Рассмотрим возможные положения двух квантов на оси (Рис 3).

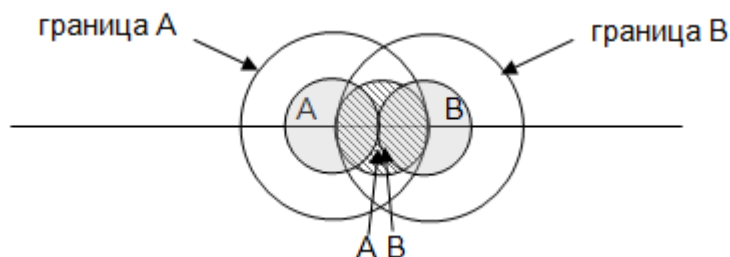


Рис 3. Совмещение квантов на оси

Расположение квантов A и B является лишь одним из возможных положений. Каждый квант может занимать любое положение в пределах очерченных границ. При этом существует возможность, когда оба кванта займут положение, при котором они «накладываются» один на другой (положение АВ). В течение периода ζ оба кванта сливаются и становятся одним квантом. Из этого можно сделать следующий вывод:

Два пространственных кванта в течение времени ζ могут находиться в одном и том же пространстве ${}^3V_\zeta$.

То есть, в течение времени ζ (квант времени) два кванта (геометрического) пространства могут занимать неразличимое положение. При этом «свободный» объём на период ζ «перестаёт существовать».

«Появление» кванта

При рассмотрении двумерной проекции, кванты занимают всю плоскость (Рис 4).

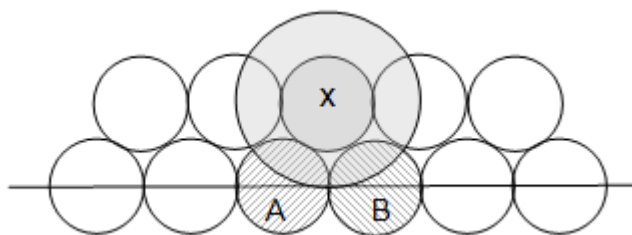


Рис 4. Расположение квантов на плоскости (1)

Возможные положения кванта X представлены закрашенной окружностью. Тогда при некотором положении кванта X, в течение периода ζ в пространстве квантов «AB» «появляется» дополнительный квант (Рис 5).

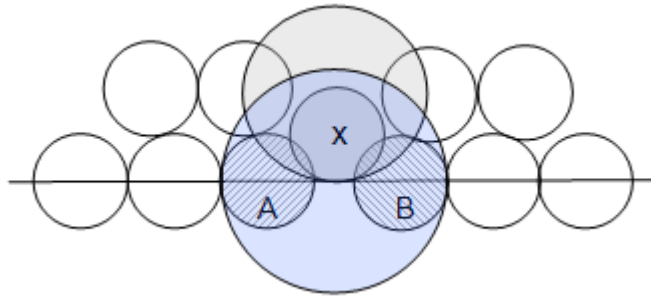


Рис 5. Расположение квантов на плоскости (2)

В пространстве двух квантов в течение времени ζ могут находиться три пространственных кванта.

То есть, в течение времени ζ (квант времени) дополнительный (третий) квант (геометрического) пространства может возникнуть в пространстве двух квантов.

4 Измерения

Поскольку мы рассматриваем кванты пространства/времени, то важно понять, как это отразится на измерениях расстояний и времени.

4.1.1 Измерение расстояния

Расстояние между двумя точками мы меряем в сантиметрах, миллиметрах, километрах... В нашем случае мы будем измерять расстояние между точками a и b числом квантов пространства (Рис 6).



Рис 6. Расстояние между точками (1)

Учитывая, что кванты не занимают фиксированные положения, а могут занимать каждое возможное положение в 3V , в некий «момент» времени (промежуток ζ) возможна ситуация, когда два соседних кванта совместятся (Рис 7):

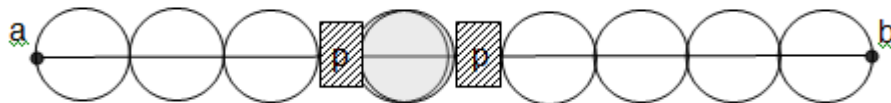


Рис 7. Расстояние между точками (2)

Промежутки « p » в реальности не существуют, и расстояние между точками (ab) будет на один квант меньше.

При рассмотрении двумерной проекции, кванты занимают всю плоскость (Рис 8).

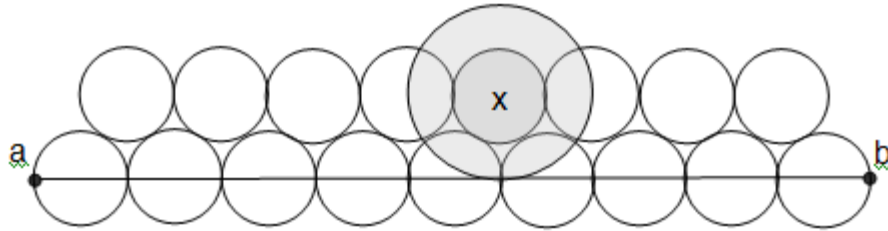


Рис 8. Расположение квантов на плоскости (1)

При некотором положении кванта X расстояние (ab) в квантах увеличится (Рис 9).

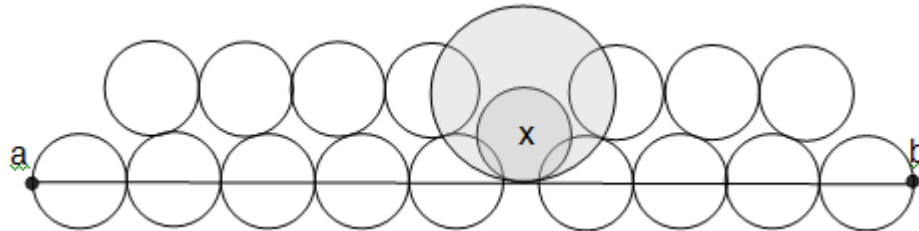


Рис 9. Расположение квантов на плоскости (2)

*Если измерять расстояние между двумя точками в квантах, то результаты будут несколько отличаться. Поскольку вероятности нахождения квантов во всех возможных позициях равны (это утверждение требует доказательства), то появление «лишнего» кванта будет происходить с той же вероятностью, что и «исчезновение» кванта. Как результат, **Расстояние между двумя точками в квантах будет балансировать вокруг среднего значения. Отклонения от среднего значения будут тем менее вероятны, чем они больше.***

Конечно, реальные расстояния в квантах составляют огромные величины 10^x ($x = 10, 20, 30$). Измерения производятся за период времени, который в квантах составляет тот же порядок величины. В итоге, экспериментально обнаружить указанную вариацию длины вряд ли представляется возможным. Однако экспериментаторы отличаются невероятной изобретательностью, и надежда на то, что удастся проверить оговоренное следствие квантования пространства, остаётся.

4.1.2 Измерение времени

Поскольку под пространством мы понимаем четырёхмерную среду, то в отношении измерений времени можно сделать аналогичный вывод:

Период времени, измеряемый в квантах времени, (например, период колебаний фотона или электрона) **будет иметь рассеяние вокруг среднего значения (не будет постоянным).**

Казалось бы, этот вывод не требует дополнительного обоснования, особенно в свете уравнения (1.0), связывающего пространство и время. Однако следует учитывать, что время

является одномерным, тогда как геометрическое пространство – трёхмерно. В этом случае остаётся не вполне ясной обоснованность появления «дополнительного» кванта времени на одномерной оси времени. Это делает утверждение выше не вполне обоснованным, то есть **Аксиоматическим**.

4.1.3 Некоторые размышления

Для многих читателей выводы этой главы покажутся странными. Однако, если вспомнить принцип неопределённости Гейзенрга, то предыдущие выводы вовсе не кажутся неожиданными. Согласно принципу неопределённости, **невозможно одновременно знать точное положение и точную скорость объекта**. Полагаю, что принцип неопределённости квантовой физики является следствием квантования пространства-времени.

4.2 Движение не-Ньютоновой материи

Пространство и время представляют собой тип материи, не подчиняющийся законам Ньютона. Это имеет важные последствия также и в отношении ограничений, накладываемых на Ньютонову материю.

4.2.1 Перемещение квантов

Выше мы указывали, что пространственные кванты могут исчезать и появляться. В таком случае возможна ситуация, когда в «точке А» (в малом пространстве «А») исчез пространственный квант. В момент времени, отличающийся от начального на значение нескольких временных квантов (или полностью совпадающий), в малом пространстве «В» появился дополнительный квант пространства. В таком случае можно считать, что квант пространства «Х» переместился из точки «А» в точку «В» за рассматриваемый период времени. Скорость перемещения пространственного кванта в нашем случае не будет ограничена скоростью света.

4.2.2 Ускорение

Поскольку квант пространства не имеет характеристики массы, то «ускорение» кванта может принимать любое значение. Подобное поведение неразрывно связано с возможностью перемещаться с любой скоростью. При этом, понятие «внешнее воздействие» имеет совершенно иной смысл нежели привычная сила, если вообще имеет место в отношении пространственных квантов.

4.2.3 Движение дополнительных квантов и квантовые дырки

Рассматривая движение квантов можно ограничить рассмотрение движением «дополнительных» квантов. При таком подходе рассматривается движение «отдельного» (дополнительного) кванта в геометрическом и временном пространстве.

В теории твёрдого тела могут перемещаться не только электроны, но и дырки. На деле, как мы понимаем, перемещаются физические тела. Но при описании процессов с равным успехом можно рассматривать перемещение вакансий.

Аналогичный подход возможен и в отношении квантов пространства. В таком случае можно рассматривать перемещение вакансий (исчезнувших квантов, пустот) также, как и перемещение «дополнительных» квантов.

4.2.4 Вращательные перемещения

Обычно мы рассматриваем перемещения как линейные процессы. Но в равной мере каждое перемещение можно рассматривать и как перемещение вокруг некоего центра. В таком случае, можно рассматривать вращение кванта вокруг рассматриваемого центра. Как нетрудно понять, таких центров для единичного перемещения можно определить множество. В таком случае отдельный акт перемещения можно отождествить с вращениями по разным окружностям.

4.3 Виды движения квантов

Мы сошлёмся на Аксиому (1):

Если система имеет степень свободы $\Delta\omega$ по параметру ω , то система будет совершать произвольные перемещения по параметру ω в пределах $\Delta\omega$.

Понятие «произвольные» означает, что с «геометрической» точки зрения в пространстве (АВГ), определяющем параметр ω , система может совершать все возможные движения в пределах $\Delta\omega$.

Результатом этого могут быть (для отдельного квантов):

1. Хаотические движения
2. Линейные перемещения
3. Осциллирующие движения
4. Вращательные движения.

Кроме перемещений отдельной частицы, возможны синхронизированные движения ансамбля квантов:

1. Продольные волны
2. Поперечные волны
3. Повороты / вращения

4. Вращательные колебания.

5 Заключение

В этой статье мы попытались определить свойства квантов пространства/времени. Насколько полно нам удалось выполнить поставленную задачу, судить рано. Вопрос заключается прежде всего в том, достаточно ли имеющейся информации, чтобы, используя методы статистической физики, получить конкретные выводы. Для ответа на этот вопрос следует рассмотреть подробно предложенный подход и попытаться построить статистику квантового пространства.

В то же время не вызывает сомнений, что данная статья является началом пути в понимании свойств квантов Пространства и не-Ньютоновой материи в целом.

2023, Сентябрь – 2024, Май

Приложение: список статей по квантовой тематике

- «[Квантованность пространства-времени](#)»
- «[Материальность пространства-времени](#)»
- «Свойства квантов пространства-времени»
- «Пространство и Время»
- «Ньютонова и не-Ньютонова материя»
- «Геометрия квантованного пространства»