

Модели дискретного пространства-времени

А.М. Шутый

Исходя из общего принципа единства природы взаимодействующих сущностей и принципа относительности движения, а также следуя требованию неразрывной и обуславливающей связи пространства и времени, предлагается модель дискретного пространства-времени, состоящего из идентичных взаимодействующих частиц. Регулярно совершаемые акты взаимодействия частиц пространства-времени (ЧПВ) обеспечивают связность пространства, задают квант времени и максимальную скорость – скорость света. В процессе связи ЧПВ происходит их смешивание, что обеспечивает относительность инерциального движения, а также может лежать в основе квантовой неопределенности. Спутанность частиц объясняется возникновением дополнительных связей между ЧПВ – появлением локальной координаты, по которой расстояние между спутанными объектами не увеличивается. Показано, что движение тела должно приводить к асимметрии напряжения связей между ЧПВ – к асимметрии его эффективной гравитации, установление которой является одной из возможностей экспериментальной проверки предлагаемой модели. Показано, что в основе постоянства скорости света в вакууме и возникновения релятивистских эффектов лежит обеспечение связности пространства-времени, т.е. стремление к предотвращению его разрыва.

Ключевые слова: дискретное пространство-время, квант пространства, квант времени, связность пространства, скорость света

1. Введение

Если говорить о пространстве и времени, а точнее о пространстве-времени (ПВ), то основополагающими являются две проблематики. К первой относятся вопросы, относящиеся к структуре ПВ: размерности, кривизны, связности и т.д., и на особом месте в этом ряду стоит вопрос о том, представляет ли собой пространство непрерывный континуум или оно дискретно.

В монографии, посвященной дискретности ПВ [1], читаем: «Проблема непрерывного и дискретного принадлежит к числу важнейших мировоззренческих проблем <...> Не обладает ли пространство-время дискретной структурой, подобно покоящемуся веществу, электричеству и действию? Данное предположение тем более законно, что, если учесть неразрывную связь вещества, пространства и времени, единообразие их структур покажется более удовлетворительной презумпцией, чем разнообразие, причины которого неясны», – последняя часть цитаты для нас особенно важна (она связана со второй указанной проблематикой), однако остановимся пока непосредственно на дискретности ПВ. Мысль о

дискретной структуре времени принадлежит к числу последних мыслей Пуанкаре: «...различные моменты времени, в течении которого сохраняется это неизменное состояние вселенной, очевидно, не могут быть отличны друг от друга. Мы приходим, таким образом, к прерывному течению времени...» [2]. Историческое развитие идеи дискретности ПВ и различные аспекты этого направления исследований подробно освещены в вышеуказанной монографии [1].

Одна из наиболее существенных причин необходимости перехода к дискретному пространству была обнаружена еще Лармором, который показал, что в непрерывной среде изменения шкал длины, времени и электрической и магнитной индукции не вносят изменений в наблюдаемые явления, если источники сил точечные; если же они протяженные, то возникает метрическая трудность: «Частицы, обладающие определенным размером, не могут быть образованы из сингулярностей однородного континуума» [3]. Необходимо также отметить, что среди трудностей современной теории поля наиболее серьезные связаны с расходящимися выражениями, которые обусловлены точечным характером частиц. Поэтому среди части физиков даже укоренился взгляд, что квантование ПВ – один из способов избавиться от бесконечностей.

Наиболее разработанным и плодотворным применением дискретного ПВ оказалось построение теории петлевой квантовой гравитации [4–6], где выдвинуто предположение об одномерности физических возбуждений ПВ на планковских масштабах. Эта теория является последовательным развитием квантовой теории поля. В отличие от теории струн, петлевая квантовая гравитация предполагает существование дискретной сетки ПВ, образованной квантовыми ячейками. Динамика этих ячеек определяет структуру ПВ. Пространство, таким образом, считается состоящим из ячеек, которые соединяются друг с другом, и связками узлов и сплетений формируются элементарные частицы. С помощью определенных переплетений волокнистого ПВ удалось построить модель кварков и лептонов. При этом ленточные структуры в модели Бильсона-Томпсона представлены в виде сущностей, состоящих из той же материи, что и само пространство-время. Последнее представляется весьма важным и принадлежит второй вышеуказанной проблематике, относящейся к единству природы пространства и физических частиц. Однако теория петлевой квантовой гравитации – это, по сути, квантовая теория только пространства. Описанная ею спиновая сеть не

способна включить в себя время – а ведь время должно быть органично и нераздельно связано с пространством.

В данной работе, исходя из общих положений, предлагается модель дискретного пространства, в которой естественным образом возникает время, как следствие связи формирующих пространство частиц, и обнаруживается необходимость наличия предельной скорости. При этом выявляется, что исходной причиной постоянства скорости света и проявления релятивистских эффектов является обеспечение связности пространства. Элементарные частицы рассматриваются как возмущения пространственной «решетки». Материал статьи ограничивается общими модельными положениями и на данном этапе не затрагивает рассмотрения с применением математических методов. Это объясняется, во-первых, начальной стадией исследования модели, которая тем не менее необходима и содержательна, а во-вторых, особенностями современной фундаментальной физики, охарактеризованной Эйнштейном следующим образом: «Своеобразие современной ситуации в квантовой механике состоит в том, что сомнениям подвергается не математический аппарат теории, а физическая интерпретация ее утверждений» [7].

2. Философский аспект

При общем – философском – рассмотрении вопросов взаимодействия становится очевидным, что влиять друг на друга могут только объекты единой природы, т.е. имеющие в своей основе нечто общее, и если этого общего нет, то и взаимодействие оказывается безосновательным – его не будет. При этом современная физика показала, что ПВ – это не математическая абстракция, необходимая для описания состояния материальных объектов, а сущность, сама являющаяся материальным объектом, которая взаимодействует с находящимися в пространстве телами и участвует во взаимодействии между телами, при этом тела, в свою очередь, меняют параметры ПВ. Однако, признавая, что элементарные частицы в конечном итоге могут являться проявлением динамики неких более фундаментальных объектов (в частности, различных по геометрии струн), в большинстве случаев продолжают ПВ рассматривать особняком от остальной материи, как нечто внешнее, во что частицы «помещаются». Пространство продолжает оставаться чем-то ускользающе нематериальным. Такое представление, конечно же, не является всеобщим, но оно превалирует, порой в не явном виде.

Другим важным и связанным с вышесказанным вопросом является вопрос о структуре ПВ, в частности о его дискретности или континуальности. Очевидно, что если нет пространственного параметра, либо ограничивающего среду (например границы потенциальной ямы), либо являющегося постоянной самой среды (например постоянной кристаллической решетки), то не будет иметь место и квантование – когда стационарное состояние достигается лишь при определенных дискретных значениях параметров объекта (энергии, импульса и т.д.). Однако физика говорит о наличии квантования и о частицах, которые и в свободном виде имеют точные и идентичные значения ряда параметров – электрического заряда, момента импульса и иных. Если предположить, что в основе элементарных частиц лежит некая среда (что вполне логично, и идеи синергетического формирования частиц в виде неких «солитонов» время от времени высказываются), то следует признать, что такая среда должна быть дискретной.

Конечно, можно частицы объявить истинно и абсолютно элементарными и, успокоившись, завершить этот разговор, а вопросы, связанные, например, с рождением одних частиц при уничтожении других частиц – при соблюдении известных законов сохранения, – назвать закрытыми или даже отсутствующими.

Связывая вышесказанное, необходимо признать, что при всех возникающих проблемах более логичной и более глубокой является теория именно дискретного ПР. Кроме того, как известно, ряд вопросов квантовой теории поля и ее объединения с теорией гравитации снимаются как раз при введении дискретного ПВ. ПВ должно быть не просто дискретным, а должно быть сформировано идентичными элементами, которые, по сути, являются фундаментальными элементарными частицами всей известной нам материи (точнее, известного нам уровня ее пространственно-временной организации) и лежат в основе и ПВ, и всех иных частиц. Причем частицы ПВ (ЧПВ) должны быть связаны друг с другом, создавая тем самым единое пространство. Вводя взаимодействие между ЧПР, мы несколько усложняем исходную картину, однако это необходимо для формирования связного пространства.

Концепция дискретного пространства, представляющего собой некую среду, в значительной степени дискредитирована многочисленными теориями эфира с противоречивыми свойствами, причем в таких теориях, как правило, квантовые эффекты пытаются объяснить представлениями классической физики, а зачастую даже механистическими моделями. Но при

этом эфир не является пространством, а помещается в него, в итоге это приводит не к сокращению, а к увеличению исходных сущностей, к усложнению картины фундаментальных взаимодействий.

3. Частицы пространства-времени

Сколько бы ни говорила вся современная наука – и теория относительности, и квантовая физика – о материальной сущности ПВ, в результате устоявшихся шаблонов зачастую мы воспринимаем его как некую математическую абстракцию – пустое вместилище с координатными осями (при определенных условиях искривленными), на фоне которого и совершаются движения и изменения физических объектов – само же пространство не объект, а лишь способ описания существующего. Физика оперирует понятием поля – нечто средним между понятиями «пространства» и «материей», так как действительно реальными проявляют себя лишь возмущения поля (а само поле – та область пространства, где соответствующие возмущения возможны). Между тем вне материи, как известно, пространства быть не может, а в качестве пространства определенных явлений могут выступать различные множества идентичных взаимодействующих элементов – например, кристаллическая решетка выступает своего рода пространством для соответствующих явлений и квазичастиц.

Как уже сказано выше, реальное пространство воспринимаемого уровня организации Вселенной также должно быть представлено множеством взаимодействующих частиц. Нельзя утверждать, что ЧПВ являются наиболее фундаментальными и бесструктурными. Очевидно, и они представляют собой динамические синергетические структуры, формируемые иной средой (возможно, весьма грубым модельным аналогом могут служить вихри жидкости или газа), однако это выходит за рамки рассматриваемой здесь проблемы. Если сказанное верно, то при рассмотрении самих ЧПВ (как объектов исследования) речь должна идти уже о другом, более глубоком уровне материальной организации и, соответственно, о другом – глубинном – пространстве-времени. (Данные вопросы освещены автором в его философской концепции и не могут быть изложены здесь.) Мы должны ограничиться рассмотрением ПВ данного уровня организации и аксиоматически привести основные свойства составляющих его частиц.

Предлагаемая концепция заключается в следующих пунктах.

1. Пространство-время дискретно и состоит из частиц (ЧПВ), которые идентичны друг другу и между которыми осуществляется связь.

2. Акт взаимодействия ЧПВ является характерным проявлением (возможно, внутренней динамики) самой ЧПВ, реализуется постоянно через определенный интервал времени, определяющий квант времени и скорость взаимодействия в пространстве (которая является скоростью света).
3. Постоянно – с шагом в квант времени и, соответственно, со скоростью света – распространяется связность единого пространства; при этом для реализации связности пространства требуется постоянство скорости света, независимо от системы отсчета.
4. Взаимодействие ЧПВ перемешивает их, не разрушая при этом самой пространственной «решетки», т.е. не меняя взаимного расположения участков решетки и относящихся к ним объектов. То есть после каждого акта взаимодействия двух соседних ЧПВ (что в модели условно можно назвать «миганием» частиц) нельзя сказать, осталась ли каждая из частиц на «своем месте» (в решетке ЧПВ) или частицы пространства поменялись местами.
5. Число и особенности связей ЧПВ определяют размерность и другие параметры пространства.
6. Физические элементарные частицы являются относительно устойчивыми возбужденными конфигурациями решетки ЧПВ.
7. Связь между соседними ЧПВ может находиться в состоянии различного по величине напряжения, которое проявляется энергетически, т.е. как наличие в этой области пространства дополнительной энергии.

4. Связь между ЧПВ и квант времени

ЧПВ не могут быть статическими образованиями уже потому, что между ними постоянно должна осуществляться связь, только так может реализовываться единое связанное пространство. Что из себя представляет эта связь – обмен ли некими виртуальными частицами или что-то подобное, но несколько отличное от случая известных взаимодействий – сказать трудно. Можно лишь постулировать такую связь и назвать некоторые необходимые ее свойства. Во-первых, связь между ЧПВ должна быть обусловлена проявлением самих частиц – их природой, т.е. ЧПВ не могут пребывать в состоянии, когда этой связи нет (подобно заряженной частице и окружающему ее полю). Во-вторых, связь должна осуществляться постоянно и регулярно с шагом, определяющим минимальный временной интервал –

квант времени. Таким образом, время оказывается неизменным проявлением связи между ЧПВ. Скорость распространения связи между ЧПВ в едином пространстве – т.е. распространение связности пространства, – определяясь пространственно-временными квантами, должна быть максимально возможной в данном ПВ. Очевидно, эта скорость и является скоростью света. В-третьих, в результате связи соседние ЧПВ должны как бы перемешиваться, поэтому после акта связи нельзя сказать, остались ли частицы на своих «местах» или поменялись «местами», или же имеет место нечто среднее между тем и другим (последнее, надо полагать, более верно, с учетом того, что все подобные представления являются значительным огрублением реального). В результате ЧПВ оказываются некоторым образом пульсирующими или как бы «мигающими» с интервалом, равным кванту времени. Однако сама «решетка» из ЧПВ при этом нарушаться не будет, так как ее «узлы» не исчезают и не появляются. Очевидно, что числом связей между ЧПВ (а также некоторыми их параметрами) должны определяться размерность пространства и другие его характеристики.

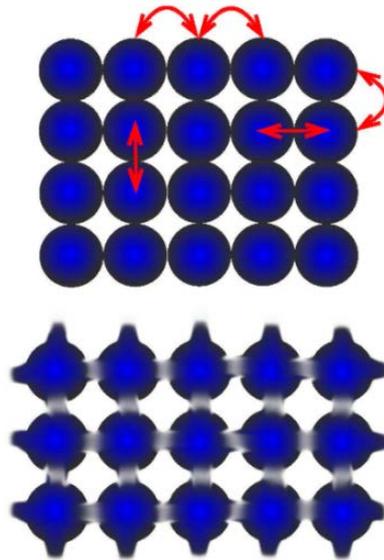


Рис.1. Частицы пространства-времени (ЧПВ), взаимодействуя, образуют пространственную «решетку». Акт взаимодействия между ЧПВ осуществляется регулярно через интервал, являющийся квантом времени, – последовательность данных актов взаимодействия составляет возникающее, таким образом, время. В результате связи происходит *перемешивание* соседних ЧПВ (что и определяет их как «соседние»), при этом вопрос, осталась ли после акта связи данная ЧПВ на прежнем месте или переместилась, поменявшись местом с соседней ЧПВ, является некорректным. ЧПВ являются синергетическими объектами более глубокого уровня структурности материи (и, вероятно, могут быть представлены перетекающими друг в друга вихрями), но на воспринимаемом и изучаемом нами уровне материальной организации они выступают в роли пространственных квантов.

Из сказанного становится ясным, как реализуется равноправие инерциальных систем отсчета. Пространственная «решетка» никак не может быть выделенной системой отсчета, поскольку нет интервалов времени, меньше кванта времени, за который осуществляется перемешивание ЧПВ. Для наглядного представления этого можно привести следующий модельный эксперимент. Перед вами неограниченная (в пределах видимости) цепочка одинаковых шаров (или цепочка из них замкнута в кольцо), при этом вы периодически моргаете, а некто в тот момент, пока вы моргаете, смещает в продольном направлении эту цепочку с характерным шагом (или поворачивает на соответствующий угол кольцо) – что является аналогом движения, – или меняет шары местами, или ничего не совершает; но во всех случаях, совершая регулярные моргания, вы не сможете сказать, произошли ли какие-либо изменения или нет – картина для вас всегда будет одинаковой. Это, конечно, не означает, что ЧПВ в результате «моргания» куда-то исчезают, а потом появляются – акт взаимодействия между ними осуществляется за квант времени, меньше которого нет (или в данном ПВ меньший временной интервал не проявляется).

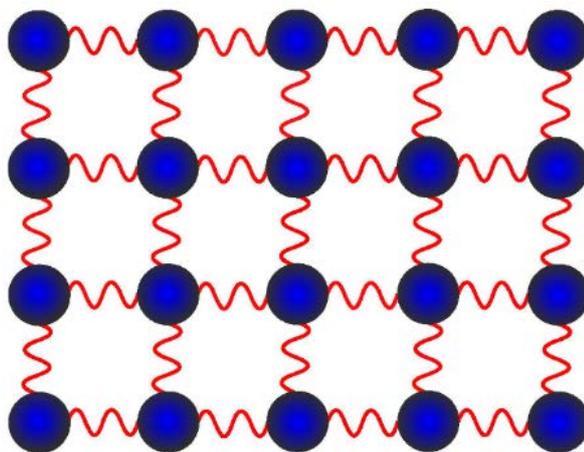


Рис.2. ЧПВ, связь между которыми условно изображена красной волнистой линией. Число связей у каждой ЧПВ определяет размерность пространства. Скорость взаимодействия ЧПВ является максимально возможной скоростью в данном ПВ (условно можно сказать: скорость возможного перемещения ЧПВ по пространственной «решетке») и равна скорости света в вакууме.

Однако движение, как известно, определенным образом должно сказываться на пространственно-временных параметрах, но перед обсуждением

данного вопроса рассмотрим сначала некоторые очень важные вопросы, связанные с известными нам элементарными частицами и их массой.

5. Частицы как конфигурации «решетки» ЧПВ

Если мы пространство рассматриваем, в некотором роде, подобным кристаллической решетке (хоть данная аналогия исключительно условная), то логичным будет предположить, что известные нам элементарные частицы представляют собой возбужденные состояния локальных областей «решетки» ЧПВ (подобно квазичастицам и деформациям кристаллической решетки). При этом конфигурации взаимодействующих ЧПВ, отвечающие возбужденным состояниям, должны быть не любыми, а относительно устойчивыми (так же как в различных средах под действием возбуждения формируются определенные статические структуры или же изучаемые синергетикой динамические образования). Такой взгляд отвечает также указанному вначале требованию единства природы ПВ и всех элементарных частиц.

В результате мы приходим к иной интерпретации квантовой механики. Волновая функция частиц определяется распределением возбужденной стационарной конфигурации связанных ЧПВ (некоторый аналог концепции «размазанных» в пространстве частиц). Но будучи заданной пространственной конфигурацией волновая функция не тождественная ей, а отражает определенные ее характеристики (связанные, в частности, с устойчивостью). При этом под внешним воздействием, а также сообразно окружению и изменяющимся условиям одна устойчивая конфигурация может перейти в другую (близкую по структуре) устойчивую конфигурацию – т.е. частица будет описываться другой волновой функцией; или же может произойти разрушение данной конфигурации (редукция волновой функции) с последующим формированием других устойчивых конфигураций – т.е. рождением других элементарных частиц.

Однако, как уже было сказано, сама волновая функция не описывает конфигурацию связанных ЧПВ (нельзя сказать, что волновая функция это и есть такая конфигурация). Как известно, квадрат модуля волновой функции представляет собой вероятность. Но вероятность чего? По предлагаемой интерпретации, это не вероятность нахождения точечной частицы в данной области, а вероятность возможного разрушения определяющей частицу конфигурации при внешнем воздействии на данную область конфигурации. То есть при внешнем воздействии устойчивая конфигурация более вероятно

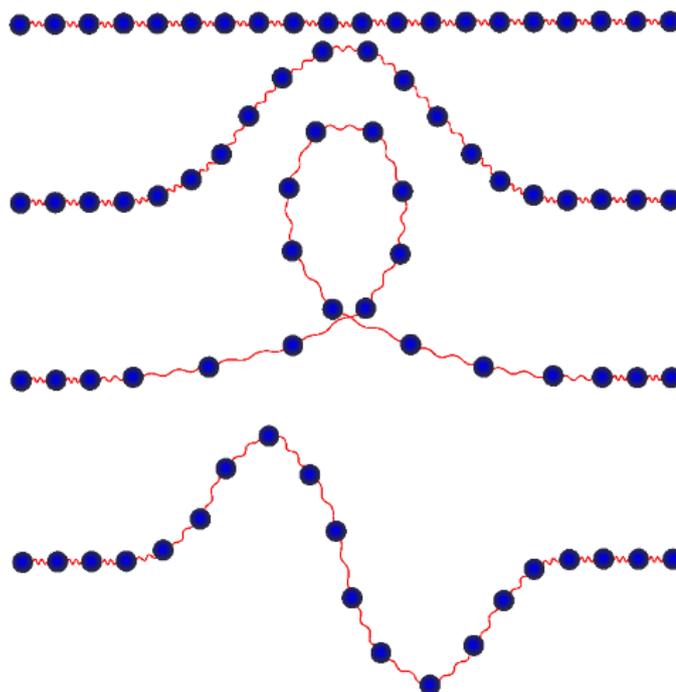


Рис.3. При возбуждении пространственной «решетки» возникают различные волнообразные конфигурации – имеющие различные свойства, структуру, срок жизни – и фиксируемые как различные физические частицы. Возбуждения «решетки» из ЧПВ приводят к напряжениям связи между ними (что и составляет энергию возникающих конфигураций), которые, в частности, проявляются гравитационным воздействием. Петлеобразные конфигурации (где пространственные петли обеспечивают внутренние движения образования) должны входить в структуры, представляющие собой частицы с массой («массой покоя»). Волнообразные беспетлевые возмущения (не имеющие *внутреннего* движения) должны перемещаться по пространственной «решетке» со скоростью света.

может быть разрушена в той области, где больше амплитуда соответствующей волновой функции. В результате мы имеем то, что конфигурация ЧПВ может быть разрушена как в области максимумов волновой функции, так и в области ее хвостов, но вероятности эти будут сильно отличаться. Однако так как подобная конфигурация является синергетически устойчивой, разрушение (достаточно сильное изменение) любой из ее частей приведет к разрушению всей конфигурации! При этом логично предположить, что в процессе разрушения энергия всей конфигурации (т.е. всей частицы) выйдет из области первоначального разрушения – к этой области возникнет поток энергии из других областей составляющей частицу конфигурации. В качестве наглядной модели можно привести надутый воздушный шар, из которого практически весь воздух выходит в том месте, где мы прокалываем его иглой. Таким образом, детекторы (или какие-то внешние объекты) зафиксируют всю «частицу» – как «точечную», а место ее обнаружения

(точнее, обнаружения ее энергии – того, что возникает после разрушения или перестройки исходной конфигурации) вероятностно будет определяться ее волновой функцией – детекторы с меньшей вероятностью обнаруживают «точечную частицу» в области хвоста волновой функции и с большей вероятностью в области ее максимумов. С данных позиций в предлагаемой концепции решаются и другие вопросы, связанные с редукцией волновой функции.

Взаимодействие квантового объекта в состоянии $\langle \alpha |$ с анализатором, переводящим его в суперпозиционное состояние

$$\langle \alpha | = \sum_i \langle \alpha | \beta_i \rangle \langle \beta_i |,$$

приводит к появлению новой устойчивой пространственной конфигурации, описываемой соответствующей волновой функцией, в которой отражена вероятность разрушения этой конфигурации $|\langle \alpha | \beta_i \rangle|^2$ и перехода, определяемого детектором, как состояние $\langle \beta_i |$.

Так как вся энергия частицы при детектировании перетекает к малой локальной области (причем скорость ее распространения будет равна скорости света), точный анализ потока энергии на детектор, судя по всему, является одной из экспериментальных возможностей подтверждения предлагаемой концепции. Воспринимаемые детектором потоки энергии при «обнаружении» частицы в центральных максимумах волновой функции и в ее хвостовых участках, очевидно, будут отличаться и по времени детектирования, и по временной развертке потоков.

Необходимо заметить, что, конечно же, пространственные конфигурации не могут иметь вид, представленный на рисунках (этот вид просто адаптирован к нашему восприятию – ЧПВ расположены в системе координат как некие вещественные элементы). Очевидно, конфигурации определяются лишь взаимным расположением ЧПВ, т.е. последовательностью связей между ними, и силой напряжения связей.

6. Пространственные конфигурации, определяющие массу частиц

Переходя к вопросам относительно частиц, обладающих массой покоя (если говорить более корректно, обладающих *массой*), и безмассовых частиц, перемещающихся со скоростью света, приведем вначале высказывание Дэвида Бома [8]: «Если считать, что масса покоя целиком обязана

“внутренним” движения, совершающимся, даже когда тело, видимо, покоится (при рассмотрении его на определенном уровне), то следует признать, что объект, не имеющий “массы покоя”, лишен внутренних движений и может обладать *лишь* внешними движениями в том смысле, что ему свойственно лишь перемещение в пространстве. Тогда свет (а также все, что движется с этой скоростью) может рассматриваться как нечто, в принципе не способное находиться в состоянии “покоя” ни на каком уровне вообще ввиду полного отсутствия у него внутренних движений. Следовательно, свет может существовать лишь в форме “внешнего движения” со скоростью c ».

Безмассовые частицы должны являться возбуждениями ЧПР «решетки», при котором они распространяются самым движением, обеспечивающим связь ЧПВ. То есть движение, составляющее безмассовую частицу, представляет собой *квазиволновое* возмущение связанных ЧПВ. Нами употреблен термин «квазиволновое», так как в решетке из ЧПВ не может быть привычной нам волны, где частицы среды смещаются друг относительно друга. В рассматриваемой решетке, где элементами являются частицы пространства, возможно лишь изменение состояния связи – ее возмущение (по крайней мере, только об этом можно говорить определенно). Однако к модели – для наглядного представления процесса – целесообразно изображать волну с изменением расстояния между ЧПВ (на рисунке – с изменением длины красных волнистых линий, отображающих связь ЧПВ). Очевидно, что, будучи представленными лишь движением, связывающим пространство, такие частицы не могут находиться в состоянии покоя и будут перемещаться со скоростью связи пространства, то есть со скоростью света.

Внутреннее движение частиц, обладающих массой, так же в конечном итоге является движением, обеспечивающим связь ЧПВ, однако в этом случае оно должно быть «закольцовано» – в пространстве должна возникнуть «петлевая» структура (то есть в наглядной модели подобное образование может быть изображено в виде петли – причем на плоскости, так как представить в трехмерном пространстве трудно даже такие петли). Только подобные «петлевые» структуры могут обеспечить требуемое внутреннее движение, составляющее частицу с массой, при этом такие структуры из связанных ЧПВ могут оставаться в состоянии покоя.

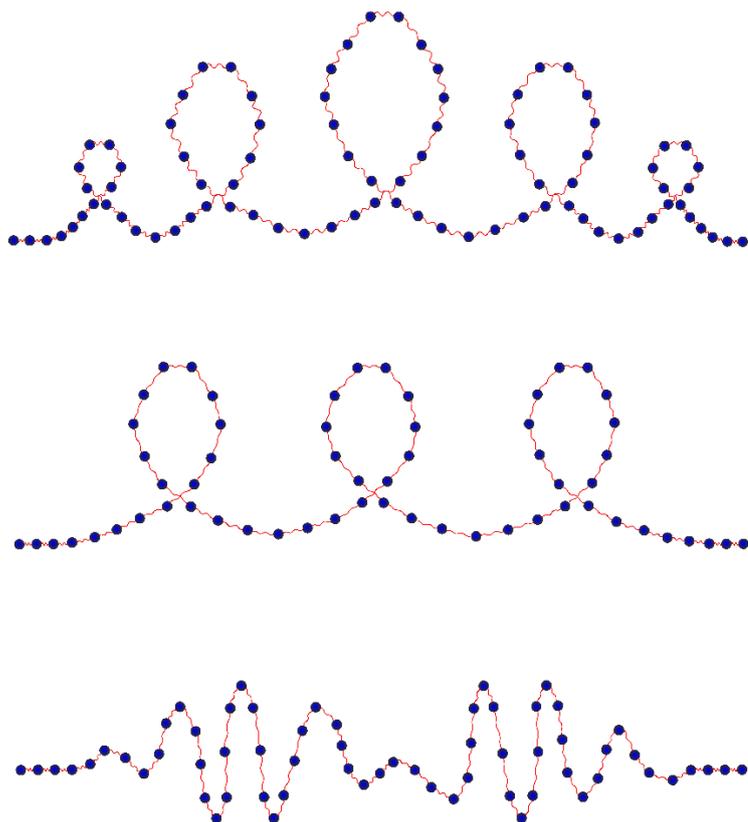


Рис.4. Элементарные частицы могут быть представлены сложными волнообразными возмущениями пространственной «решетки» (однако также не исключено, что основную их часть составляют возмущения «решетки» – *хвостовые* возмущения, – вызванные *центральной* конфигурацией).

В случае образования как волнообразных структур, так и петель имеет место деформация пространственной «решетки» не только в области самих структур, но и в окружении их. На рисунках, где представлены соответствующие модели, это отражается в удлинении волнистых линий, изображающих связь между ЧПВ. Еще раз отметим, что в реальности речь должна идти не об «удлинении» (это модельное отображение), а о возбуждении данных связей, о возникновении определенного *напряжения* в «решетке» ЧПВ. Данный результат является ожидаемым, и при этом он демонстрирует наличие гравитации частиц, представляющих собой возбуждения пространственной «решетки».

7. Спутанные состояния

Спутанность частиц при этом объясняется возникновением дополнительных связей между ЧПР, относящихся к разным частицам (возникновение таких связей будет иметь случайный характер и определяться определенной вероятностью). Так как число связей определяет

размерность пространства, в данном случае можно говорить о возникновении локальной области большей размерности. При удалении частиц друг от друга по обычным направлениям пространства расстояние между таким образом связанными ЧПВ или вообще не будет меняться, или тоже будет меняться вероятно – случайным образом между некоторыми ЧПВ будут вставать дополнительные ЧПВ, увеличивая расстояние по дополнительной локальной координате. Так или иначе, между некоторыми ЧПВ спутанных частиц расстояние будет равно одному или нескольким пространственным квантам при любом расстоянии между частицами в глобальных координатах пространства. Поэтому даже если по такой связи взаимодействие между ЧПВ будет сильно замедленно (это логично предположить, так как подобная связь, возможно, будет в сверхнапряженном состоянии), даже в этом случае связь будет восприниматься практически мгновенной – ведь между частицами, по сути, только пространственный квант! И сколь бы ни было число подобных связей, взаимодействие между отдельными ЧПВ спутанных частиц приведет к влиянию этих объектов, как целого, друг на друга и, соответственно, к известной корреляции между ними. При взаимодействии квантовых объектов с окружением данные связи, обуславливающие спутанность, будут частично, а в иных случаях полностью разрываться, после чего элементарные частицы перестают быть спутанными.

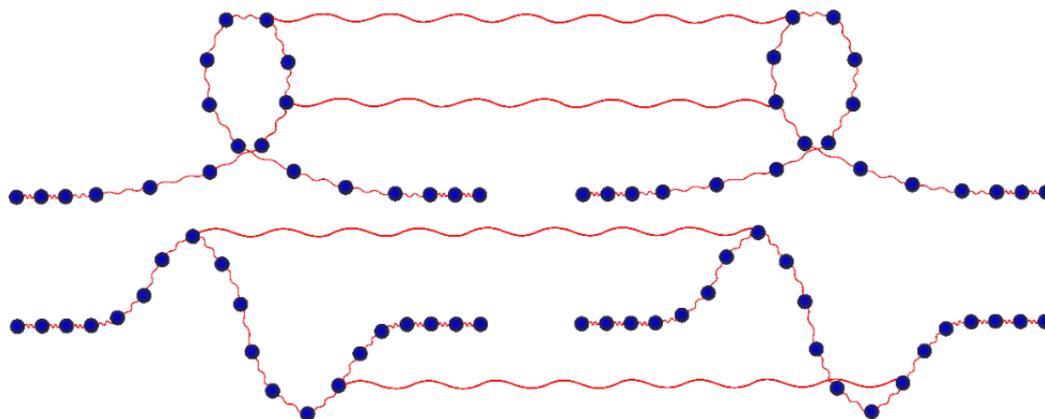


Рис.5. При квантовой запутанности возникают дополнительные связи между ЧПВ, относящимися к запутанным объектам (и должны сохраняться при движении конфигураций по пространственной решетке). Это может трактоваться как возникновение дополнительной локальной координаты, по которой расстояние между запутанными объектами не увеличивается (или почти не увеличивается) при любом их удалении друг от друга по обычным – глобальным – координатам, чем и объясняется «мгновенная» связь в случае квантовой запутанности.

8. Возникновение релятивистских эффектов

Вернемся к влиянию движения на пространственно-временные характеристики. Как известно, в движущейся системе отсчета происходит замедление времени и сокращение длины в направлении движения. Рассмотрим, как это может реализовываться в предлагаемой концепции дискретного пространства.

Так как расстояние определяется числом ЧПВ (т.е. числом пространственных квантов), а время – числом совершенных актов взаимодействия между ЧПВ (числом их обменных «миганий»), можно предположить, что сочетание двух продольных движений – движения объекта и движения, связывающего ЧПВ, приведет для неподвижного наблюдателя к некому поглощению части ЧПВ и части их «миганий» – т.е. они просто не будут восприниматься в неподвижной системе отсчета. Однако в этом случае сокращение, например, времени будет кажущимся – эффективным со стороны неподвижной системы, – что противоречит экспериментальным фактам. Благодаря релятивистскому замедлению времени до поверхности Земли долетают короткоживущие элементарные частицы, образующиеся в верхних слоях атмосферы под действием космических лучей. Следовательно, замедление времени в движущихся системах реальное, а не «кажущееся» в неподвижной системе координат.

Тогда следует предположить, что сочетание двух указанных движений приводит к фактическому поглощению, а точнее, к объединению части ЧПВ, и часть актов взаимодействия (квантов времени) при этом также пропадет. К такому решению можно прийти исходя из следующих соображений. В движущейся системе время замедляется, а предельная, но недостижимая скорость – скорость света; при этом интервал (квадрат интервала $s^2 = c^2(\Delta t)^2 - (\Delta x)^2 - (\Delta y)^2 - (\Delta z)^2$), пройденный самим световым лучом, равен нулю, но в собственной системе отсчета интервал равен собственному времени, умноженному на скорость света; и наконец, в предлагаемой концепции со скоростью света распространяется связь между пространственными частицами. Отсюда, казалось бы, можно заключить, что на световом луче исчезают все «мигания» ЧПВ (т.е. время останавливается), а с приближением к скорости света время замедляется. Но такой вывод о причинах замедления времени будет ошибочным. Во-первых, время замедляется в движущейся системе отсчета, а рассуждая об «остановке времени» для светового луча, мы перешли в его «систему отсчета», что некорректно вдвойне. Во-вторых, говоря о замедлении времени и об его

«остановке», мы в логической цепочке объединили два принципиально разных объекта (частицы с массой и свет) и два столь же различных движения (движения с досветовой скоростью и со скоростью света) – между ними не может быть постепенного перехода. Следовательно, и предположение о частичном поглощении/объединении ЧПВ при досветовой скорости и как бы *полном затухании* «миганий» ЧПВ при движении со скоростью света является неверным.

Кроме того, если предположить, что с движением часть ЧПВ объединяется (а значит, в некотором роде исчезает), то сразу возникает вопрос: это происходит с какими ЧПВ из движущегося объекта – в его «начале», в «середине», в «конце»? Все пространственные кванты равноправны! А объединение их – пусть попарное – сразу во всем объекте не даст нам постепенного, нарастающего со скоростью, сокращения длины и замедления времени. Данную постепенность можно вернуть, если предположить, что объединение ЧПВ происходит случайным образом (и чем больше скорость, тем больше вероятность такого объединения, и тем чаще оно реализуется), но и это не спасает положение. Как в таком случае смогут существовать и не разрушиться элементарные частицы, являясь устойчивыми (а значит, определенными) конфигурациями «решетки» ЧПВ? Изъятие части пространственных частиц должно привести к разрушению таких конфигураций. Следовательно, и от такого объяснения релятивистских эффектов мы должны отказаться.

Приемлемым на данный вопрос может быть следующий ответ. Релятивистские эффекты в движущихся системах возникают в результате деформации самих ЧПВ и возникающих в результате этого напряжений связи между ЧПВ. С одной стороны, может казаться парадоксальным, что в результате движения изменяется сам квант пространства, но с другой стороны, именно это обеспечит строгое и всеобщее (на любых масштабах) проявление релятивистских эффектов. А кроме того, как уже было сказано, сами ЧПВ, вероятнее всего, являются сложными образованиями (на более глубоком уровне материальной организации), а на нашем уровне – на уровне, составляющем воспринимаемую нами и изучаемую наукой вселенную, – они выполняют роль частиц ПВ, т.е. наиболее фундаментальных для нас частиц.

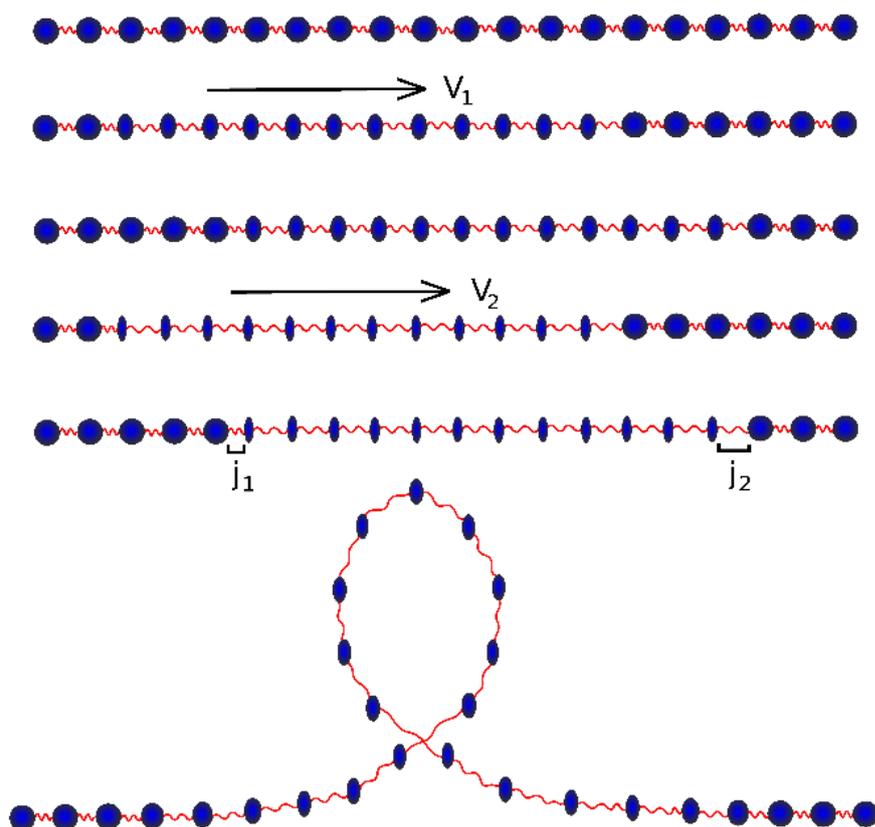


Рис.6. При движении объектов с массой в «покоящихся» системах отсчета будут фиксироваться релятивистские эффекты (такие как продольное сжатие и замедление времени), проявляемые, в частности, в сжатии самих ЧПВ, относящихся (в данный момент) к движущемуся объекту, и в увеличении напряжений связи между ЧПВ. Увеличение напряжений связи ЧПВ будет несимметричным относительно направления движения (на рисунке $j_1 < j_2$), что в итоге составляет импульс объекта и объясняет силу инерции. Возникающая при движении асимметрия напряжения будет проявляться как асимметрия (относительно направления движения) эффективной гравитации, которая может быть целью экспериментального обнаружения.

Итак, мы постулируем, что в результате движения системы отсчета, а точнее, в результате движения объектов, обладающих массой (массой мы называем только «массу покоя»), происходит сжатие ЧПВ в направлении движения (согласно преобразованиям Лоренца), что, помимо прочего, приводит к изменению свойств связи ЧПВ – к возникновению в связях между частицами определенного «напряжения». Таким образом, за релятивистское сжатие ответственно сжатие ЧПВ, а за замедление времени – возникновение напряжения в связях между ЧПВ (причем не только продольных). При этом очевидно, что сам движущийся объект – в собственной системе отсчета – не будет чувствовать этих изменений, а будет их фиксировать в отношении

систем, движущихся относительно него. А причина этого – и вообще возникновения релятивистских эффектов, описываемых преобразованиями Лоренца, – в следующем.

Преобразования Лоренца имеют вид: $x' = (x - vt)/\gamma$, $y' = y$, $z' = z$, $t' = (t - (v/c^2)x)/\gamma$, где $\gamma = \sqrt{1 - v^2/c^2}$, c – скорость света, x', y', z', t' – пространственные координаты и время, измеренные в системе отсчета, движущейся со скоростью v вдоль оси x системы отсчета, к которой относятся величины без штрихов.

Как известно, преобразования Лоренца обеспечивают (а точнее, отражают) постоянство и равенство скорости света в вакууме в любых движущихся с постоянной скоростью системах отсчета. Постоянство скорости света необходимо для неизменности уравнений Максвелла – их инвариантности относительно перехода в другие системы отсчета, – и оно действительно было подтверждено множеством экспериментов. Однако в чем причина постоянства скорости света? Только ли для равноправия всех инерциальных систем отсчета в отношении любых физических явлений? С позиции предлагаемой концепции открывается первичная причина этого. Как было сказано, со скоростью света осуществляется связь между ЧПВ, что обеспечивает связность пространства – его единство! И если в разных системах отсчета данная скорость будет различна, единство пространства нарушится – возникнут разрывы пространства. Направление на разрыв пространства (в результате возникновения движения объектов, сформированных частицами пространства) вызывает ответную реакцию противодействия этому, которая приводит к сохранению скорости света за счет возникновения релятивистских эффектов (в частности сокращения длины и замедления времени). То есть в разных системах отсчета, связанных с соответствующими объектами, возникают такие относительные сжатия пространственных частиц и напряжения связи между ними, которые необходимы для сохранения постоянной скорости света – скорости взаимодействия ЧПВ и, соответственно, для обеспечения связности пространства. Таким образом, в основе релятивистских эффектов лежит реализация связности пространства-времени.

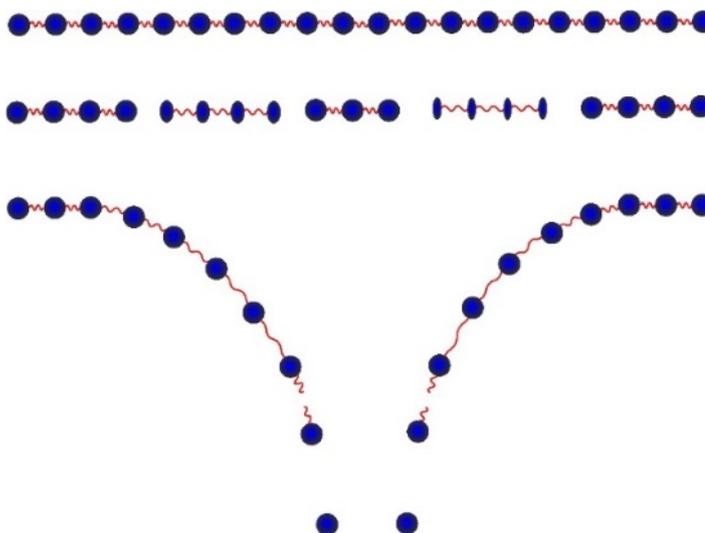


Рис.7. Причиной релятивистских эффектов в движущихся системах – эффектов, обеспечивающих постоянство скорости света, – является требование связности пространства (точнее, стремление пространственной «решетки» к связности). Так как связь ЧПВ осуществляется со скоростью света, различие этой скорости в разных системах отсчета привело бы к *разрыву* пространства – к нарушению его связности. Возможно, разрыв пространства имеет место на горизонте событий черных дыр (а на самом горизонте связи между ЧПВ нестабильны и кратковременны).

Не исключено, что связность пространства нарушается на горизонте событий черных дыр. Возможно, она там нарушается частично – постоянно пытаюсь восстановиться, но вновь и вновь испытывая разрыв (ничего более определенного тут пока сказать нельзя). Однако даже разрыв пространства не должен мешать черной дыре осуществлять гравитационное притяжение, определяемое напряжением связей между ЧПВ до горизонта событий и радиусом последнего (что мало чем отличается от ныне принятых представлений).

Заметим, что еще одним не очевидным, но логически выводимым следствием формирования ПВ множеством связанных частиц, выступающих в роли его квантов, является замкнутость Вселенной. Действительно, расположение ЧПВ определяется только относительно друг друга, но никак не относительно «центра/края» – данные понятия в случае рассматриваемого дискретного ПВ оказываются неприменимыми.

9. Асимметрия сфероиды напряжения связи ЧПВ

Итак, при движении объекта возникает напряжение связей между ЧПВ (далее просто – *напряжение*), подобное ранее рассмотренным *гравитаци-*

онным напряжениям – т.е. напряжениям, вызванным возмущениями пространственной «решетки» при возникновении различных структурных конфигураций (составляющих элементарные частицы). Однако если вокруг объекта с массой данное напряжение центрально симметрично, то напряжение, появляющееся в результате движения, будет несимметричным, отражая при этом направление скорости объекта, – возможно, речь тут должна идти о вытянутом сфероиде. При этом связи между ЧПВ будут испытывать разное напряжение: с одной стороны от объекта они будут сильно «растянуты», а с другой стороны – «сжаты» (впрочем, реализация «сжатие» не обязательно, и «растяжение» возникает в результате деформации самих ЧПВ, вызванной движением). Интуитивно можно предположить, что данных сфероид напряжения будет вытянут в сторону, противоположную движению (т.е. при движении слева направо объект оказывается в правой части возникшего сфероид напряжения) – подобно завихрениям воды или воздуха, остающимся позади движущегося тела, «растянутые» связи оказываются позади движущегося объекта, а «сжатые» спереди. Но данное предположение, вероятнее всего, ошибочно, и сфероид оказывается вытянутым в сторону направления движения – т.е. «растянутые» связи спереди. К такой гипотезе можно прийти, исходя из размышлений над механизмами, лежащими в основе инерции. (Равенство скоростей света по движению системы и против него также, возможно, говорит о такой ориентации сфероид напряжения, но говорить что-то определенное тут пока преждевременно.)

Таким образом, выявляется единая природа гравитации и инерции – в основе и того и другого лежит напряжение связей между частицами пространства-времени. Отсюда, в частности, неудивительно, что релятивистское замедление времени имеет место как в движущихся системах, так и в поле гравитации. Вокруг движущейся частицы с массой в результате возникает несимметричный относительно частицы сфероид напряжения связей между ЧПВ, включающий в себя шарообразную часть, ответственную за гравитацию от массы («массы покоя») и несимметричную часть, ответственную за движение – за кинетическую энергию и, соответственно, за импульс. При этом весь сфероид напряжения связан с полной энергией движущей частицей E , по отношению к которой справедливо известное выражение: $E^2/c^4 = m^2 + p^2/c^2$, где p – импульс, а m – масса, являющаяся инвариантом. (Воздействие, вызывающее движение объекта, приводит к дополнительным несимметричным напряжениям в связях между ЧПВ, после чего эти напряжения сохраняются до следующего взаимодействия.) Вокруг

частицы в результате возникает эффективная гравитация, описываемая сфероидом напряжения связей ЧПВ. Это согласуется с тем, что в некоторых интерпретациях релятивистских эффектов вводятся продольная и поперечная релятивистские массы.

Однако исходя из предлагаемой концепции, следует, что эффективная гравитация должна быть также несимметрична относительно частицы – относительно направлений «по» и «против» движения (т.е. различным «спереди» и «сзади» частицы). Исходя из этого, может быть проведен эксперимент по обнаружению данного предсказанного эффекта. Вероятно, такой эксперимент должен обеспечивать многократное гравитационное воздействие массивного движущегося с большой скоростью шара (например, вращающегося по окружности) на другой, легкий объект. При этом должны быть рассчитаны результаты воздействий симметричного и предсказанного несимметрично (относительно шара) гравитационного сфероида, т.е. сфероида равного гравитационного потенциала, и сравнены с экспериментальными данными. Аналогичный сфероид напряжения, обуславливающий гравитационное взаимодействие (но без сферической составляющей, ответственной за массу), очевидно, должен иметь место и в случае безмассовых частиц, например фотонов. При этом он также должен быть асимметричным относительно направления движения, что, вероятно, также может быть обнаружено экспериментально.

Подходя к заключению, еще раз следует подчеркнуть, что данная работа не дает никаких окончательных ответов. Ее задачей является указать несколько иное направление дальнейшего поиска ответов на фундаментальные вопросы физики, уже с привлечением строгих теоретических выкладок, точных математических методов (вероятно, используя теорию узлов и кос для исследования массивных и безмассовых частиц, соответственно), а также с привлечением экспериментальной базы. Предлагаемая концепция основана, скорее, на философских построениях, касающихся физической проблематики. Поэтому неудивительно, что многие важнейшие вопросы остались незатронутыми.

Одним из таких вопросов является вопрос о природе неопределенности Гейзенберга – что стоит за ним? Возможным ответом может быть следующий. Неопределенность обусловлена обменом между соседними ЧПВ – когда они как бы меняются местами, перемешиваются друг с другом. Данное явление, очевидно, должно «размывать» построенные из ЧПВ структуры, что и обуславливает неопределенность Гейзенберга.

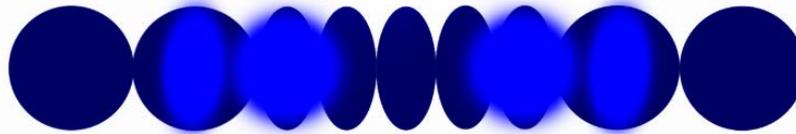


Рис.8. С перемешиванием ЧПВ в акте взаимодействия связана неопределенность Гейзенберга.

10. Заключение

На основе принципов общего характера, в частности принципа единства природы взаимодействующих материальных систем и ПВ и принципа относительности движения, а также исходя из требования неразрывной связи пространства и времени, и принимая во внимание существенное различие физических явлений на разных пространственных масштабах, представлена новая модель дискретного ПВ. В предлагаемой концепции ПВ состоит из частиц (ЧПВ), связанных между собой и формирующих пространственную «решетку». Акт взаимодействия между ЧПВ осуществляется периодически через временной интервал, являющийся квантом времени, а скоростью распространения взаимодействия является скорость света. В результате каждого акта данной связи происходит «перемешивание» соседних ЧПВ, что приводит к отсутствию в пространстве выделенной инерциальной системы отсчета и к проявлению принципа квантовой неопределенности. При этом физические частицы являются относительно устойчивыми синергетическими конфигурациями в пространственной «решетке» связанных ЧПВ. Волновой функцией определяется вероятность разрушения структуры (представляющей квантовый объект) в соответствующей ее области, после которого имеет место редукция волновой функции – стягивание всей пространственной конфигурации к данной, детектируемой составляющей. Явление спутанности частиц объясняется формированием дополнительных связей между входящими в спутанные частицы ЧПВ, что можно трактовать как временное локальное возникновение дополнительной пространственной координаты, по которой расстояние между спутанными объектами не увеличивается при удалении объектов друг от друга по глобальным координатам.

По предлагаемой концепции безмассовыми частицами являются волнообразные возбуждения пространственной «решетки», а конфигурации, представляющие частицы с массой, должны содержать петлеобразные структуры, необходимые для возникновения «внутреннего» движения и при

этом не позволяющие таким частицам двигаться со скоростью света – со скоростью взаимодействия между ЧПВ. Возникающие при формировании частиц «напряжения» связей между ЧПВ приводят, в частности, к гравитационному взаимодействию. В пространственных системах движущихся массивных объектов должны наблюдаться сжатия ЧПВ и возникновение «напряжений» связи между ними, что приводит к релятивистским эффектам сокращения расстояния по продольной координате и замедления времени. При этом данная модель дискретного ПВ выявляет исходную причину постоянства скорости света в вакууме в разных системах отсчета и проявления релятивистских эффектов: так как со скоростью света осуществляется взаимодействие между ЧПВ, постоянство этой скорости независимо от систем отсчета необходимо для обеспечения связности единого пространства-времени, для недопущения его «разрыва» при наличии систем движущихся масс. На основе данной концепции предполагается, что у движущихся объектов возникает несимметричная относительно направления движения эффективная гравитация – обусловленная несимметричным расположением сфероида «напряжения» связей между ЧПВ, – что, вероятно, может быть проверено экспериментально. Развиваемая модель также предсказывает различия детектируемых потоков энергии при различных условиях редукции волновой функции частиц. Предлагаемая концепция дискретного ПВ и элементарных частиц не подкреплена математическими выкладками, а основана лишь на мыслительных экспериментах, которые хорошо послужили при создании СТО и ОТО, однако не могут дать ей должной строгости и определенности. Данная модель пока не дает однозначных ответов, а предлагает для последующего анализа новые пути решения ряда вставших перед физикой вопросов.

Список литературы

1. Вяльцев А Н *Дискретное пространство-время* (М.: КомКнига, 2007)
2. Пуанкаре А *Последние мысли, 6.5* (Петроград: Научное книгоизд-во, 1923)
3. Larmor J *Aether and Matter* (Cambridge, 1900)
4. Smolin Lee *Three Roads to Quantum Gravity* (NY: Basic Books, 2001)
5. Chalmers M *Physics World* **16** 27 (2003)
6. Смолин Л В *мире науки* **4** 18 (2004)
7. Эйнштейн А *Собр. соч.* **3** (М.: Мир, 1966)
8. Бом Д *Специальная теория относительности* (М.: Мир, 1967)