Хотелось бы предложить графическую иллюстрацию квантования времени. Как сказал кто-то из великих, графически изображать процессы, протекающие в микромире – дело неблагодарное, но это дает нам ИЛЛЮЗИЮ понимания квантовых процессов. Поэтому прошу вас не судить строго и воспринимать картинку именно как иллюзию понимания того, с чем мы имеем дело и что мы хотим получить на выходе.

Иллюстрацию удобно сделать в пятимерном пространстве, с топологией, похожей на топологию Калуца. Наверно не лишним будет в двух словах описать позицию Калуца. В качестве базиса он рассматривал пространство-время Минковского, где четыре оси x, y, z, t представлены в декартовых координатах. Поскольку гравитация и электродинамика оперируют комплексным счислением, то ось мнимых чисел Калуц выделяет в дополнительное, пятое измерение. А поскольку эти величины представлены в виде: е в степени iα, то их легко описать функцией, которая в комплексной плоскости дает график окружности. Исходя из этих соображений, он предложил пятое измерение описывать в одномерной сферической системе. Таким образом, пятимерная теория Калуца строиться в метрике 4+1, где пространство-время Минковского снабжено внешней, цикличной, мнимой, пространственной координатой. Больше мы Калуца трогать не будем, пусть меня простят специалисты за столь грубое обрезание серьезного материала. Всестороннее рассмотрение такой топологии можно найти в книге Ю.С. Владимирова «Геометрофизика», 2005.

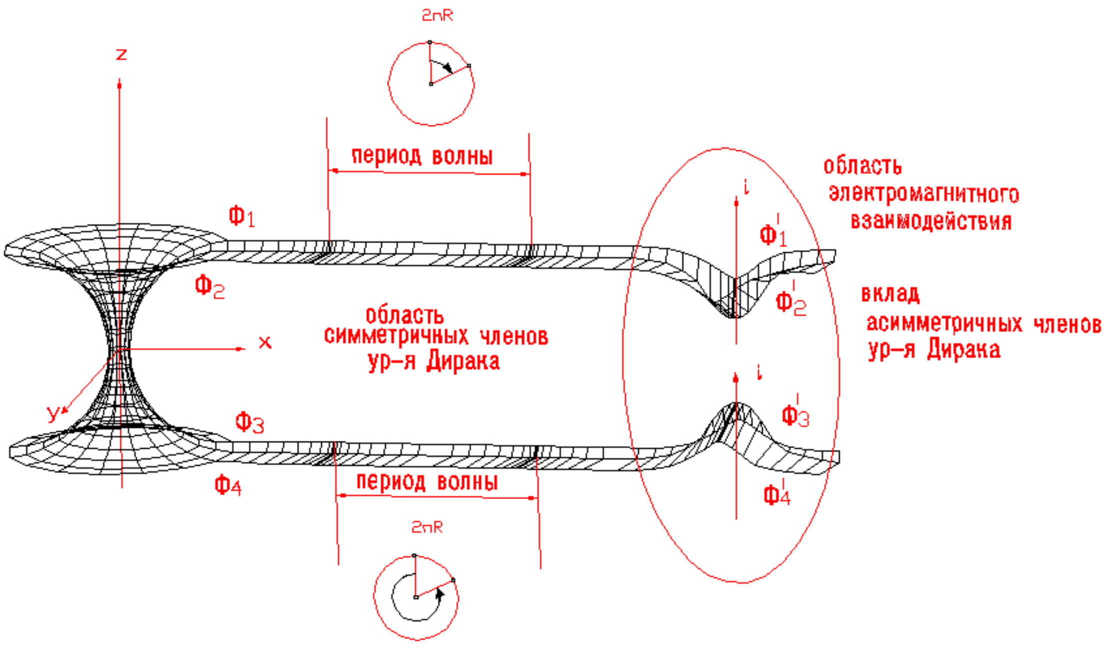
Теперь можно перейти к рассмотрению нашей метрики. В данном случае удобно воспользоваться метрикой 1+4, где цикличная координата относится к времени, а 4 декартовые - к пространству (три вещественные и одна мнимая). Сама геометрия пространства при таком изменении сохраняет свои свойства. Хотя с точки зрения математики, все усложняется.

Рассмотрим модель электрона, поскольку он является наиболее удобным квантовым объектом. Как известно релятивистский электрон описывается уравнением Дирака, т.е. четырехкомпонентной волновой функцией, которая характеризует местоположение частицы в пространстве и времени. В данном случае волновая функция является комплексной величиной и имеет составляющие с положительной и отрицательной энергией. Принято говорить, что такая функция не имеет реального физического смысла, при этом квадрат волновой функции интерпретируется как амплитуда вероятности. В такой трактовке, мы не можем указать, где находится электрон до тех пор, пока не произошла редукция волновой функции. Можно предположить, что электрон, пока он находится в состоянии суперпозиции, принципиально изолирован от «обычного» мира, и он обладает иной метрикой, обеспечивающей механизм нелокальности.

Мнимая составляющая волновой функции по определению является ортогональной к четырехмерной плоскости и, следовательно, она может рассматриваться как 5 пространственное измерение. Время будет рассматриваться как цикличная координата. К тому есть предпосылки: распространение микрочастицы носит волновой характер. Время соответствует фазе волновой функции, и это положение можно интерпретировать как цикличное приращение времени.

В момент редукции (т.е. испускания или поглощения фотона, когда микрочастица проявляет свои корпускулярные свойства), симметричные и антисимметричные тензоры уравнения Дирака равны друг другу, это означает, что они равны нулю, (только ноль равен самому себе в таких условиях), следовательно, мы имеем право говорить о сингулярности пространства. Только в этот момент времени электрон может рассматриваться как объект «не изолированный» от 4-мерного пространства-времени. Такое состояние электрона можно изобразить как микроскопическую черную дыру. Обычно электрон описывают в виде черной дыры Кэрра, т.е. рассматривают массивную, электромагнитно-заряженую и вращающуюся черную дыру. Причем этот вращательный, гироскопический момент однозначно связывается со спиновым моментом микрочастицы. В нашем случае удобнее воспользоваться геометрией Райснера-Нордстрема, в которой черная дыра массивна, электромагнитно заряжена, но не вращающаяся. Дело в том, что цикличная координата времени позволяет рассматривать (для одного и того же события) время в положительной и отрицательной проекции. (Угол можно отсчитывать по часовой и против часовой стрелки). Это положение важно при рассмотрении право- и лево- ориентированных спиноров. Поэтому мы можем рассматривать все четыре компоненты уравнения Дирака равноправным образом (два спиновых состояния с положительной и отрицательной энергией, соответственно в положительной и отрицательной проекции времени). Следует подчеркнуть, что поскольку решения 4 возможных состояний симметричны относительно четырехмерной гиперповерхности, (для положительной и отрицательной проекции времени), здесь изображен один единственный электрон (без позитрона). Это важное отличие от интерпретации Уиллера, где электрон соединяется с позитроном «кротовой норой».

Перейдем к построению рисунка.



Для того чтобы изобразить многомерность на плоскости чертежа мы должны избавиться от лишних степеней свободы. Воспользуемся способом Шварцшильда. Сделаем сечение черной дыры плоскостью XY, при этом от черной дыры на рисунке останется только окружность гравитационного радиуса, (самое узкое место в перешейке светового конуса). Чтобы не затенять рисунок, время тоже зафиксируем. Теперь мы можем построить световой конус черной дыры, продолжив его и в положительную, и в отрицательную области энергии. (Световой конус является четырехмерной гиперповерхностью). При этом на чертеже мы спроецируем все четыре состояния электрона $Ф_1$, $Ф_2$ и $Ф_3$, $Ф_4$ на некоторую ось Z. Поскольку время в данном случае имеет цикличную координату, а на рисунке оно зафиксировано, это положение можно изобразить как стоящую продольную волну на поверхности светового конуса. Период этой волны пропорционален радиусу циклической координаты и, соответственно пропорционален энергии частицы.

Для случая свободного электрона: в области рисунка, где пространство изображено плоским, состояний $Ф_1$, $Ф_2$ и $Ф_3$, $Ф_4$ симметричны относительно мнимой пространственной координаты.

При «включении» электромагнитного поля: в уравнение Дирака добавляются антисимметричные компоненты по оси мнимых чисел. Предположим, что $Ф_1'$ становится больше $Ф_2'$ и $Ф_4'$ больше $Ф_3'$. На рисунке можно изобразить, что такая асимметрия вызывает кривизну светового конуса. Ось мнимых чисел i будет всегда ортогональна световому конусу, (при переходе через сингулярность она должна изменить свой знак на противоположный), т.е. на чертеже она в обоих случаях будет направлена вверх. Это позволяет изобразить антисимметричные компоненты Дирака в симметричной проекции, (одна кривизна направлена навстречу другой).

Теперь позвольте дать интерпретацию свойств электрона с учетом предложенной топологии. Предположим, что наблюдатель отметил редукцию электрона в момент времени T_0, на рисунке это мгновение, когда микрочастица выглядит как черная дыра. После этого, сингулярность исчезает, а электрон становится набором скалярных полей Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 , Φ_4 , в таком состоянии он изолирован от обычного мира. Далее, предположим, что наблюдатель включает электромагнитную ловушку. Он создает потенциальную яму, которая на рисунке выглядит как асимметрия полей Φ_1', Φ_2', Φ_3' и Φ_4' . При этом электрон туннелирует в область потенциальной ямы, где и происходит редукция волновой функции. На рисунке видно что «там где тонко - там и рвется». Электрон возникает как некий «пробой» в асимметричных состояниях, как сингулярность пространств, как новая черная дыра. Редукция позволяет переформировать пространства.

Наверно специалисты уже отметили несоответствия со строгой интерпретацией уравнения Дирака. Но нужно заметить, что мы преследуем другую цель – дать графическую картину собственного локального времени квантового объекта. В конце концов, даже Максвелл, для пояснения своей теории, пользовался набором шестеренок.

Следует заметить, что когда наблюдатель создает потенциальную яму, он, тем самым, искусственно понижает энтропию в определенной области. Понижение энтропии можно представить как асимметричность в состояниях электрона. Микрочастица стремиться компенсировать эту асимметрию, и проявляет себя как корпускула в новый момент времени T_1.

С точки зрения внешнего наблюдателя от события T_0 до события T_1 , прошел определенный промежуток времени. Однако с точки зрения локального, собственного времени электрона, этот промежуток времени не ощущается. Поскольку в состоянии суперпозиции электрон не претерпевает никаких изменений, можно сказать, что в этот промежуток времени он «не стареет» и его собственное, локальное время можно считать остановленным.

Этот тезис, видимо нуждается в дополнительной аргументации. Ограничимся предположением, что время является феноменом, и каждый физический объект обладает своим собственным, локальным течением времени. Говоря другими словами, объект обладает скоростью своего изменения, и эта скорость может зависеть от различных факторов.

Приведем пример собственного локального времени макроскопического объекта. На упаковке многих продуктов питания указывается срок годности. Иногда, срок годности указывают более подробно, с учетом различной температуры хранения. Можно ввести еще более подробное описание, с учетом внешних воздействий, в т.ч. гравитационных и релятивистских эффектов. Однако, в принципе, можно указать количество квантовых переходов, после совершения которых, энтропия продукта достигнет определенной величины. В рамках этой гипотезы можно подобраться к квантованию времени и гравитации, уловить переход объекта от одного (квантового) состояния к следующему.

Для макросистемы, т.н. ньютоновское время рассматривается как непрерывное. Т.е. с точки зрения наблюдателя состояние любой системы может принимать любые сколь угодно близкие значения, отсюда вытекает возможность оперировать со временем (складывать, делить, умножать). Если принять дискретный характер времени, то наблюдатель может лишь фиксировать последовательность событий происходящих с микросистемой. Например: произошла редукция (момент T_0), затем возникает пространство, затем происходит следующая редукция (момент T_1), после чего возникает другая конфигурация пространства. Если редукцию принять за событие, то квантование осуществляется по следующей схеме: событие – пространство – событие – пространство - и т.д. Возможно, такой подход позволит по-новому взглянуть на эффекты, которые принято связывать с т.н. мгновенным дальнодействием.

Как можно определить квант времени? С одной стороны квантование подразумевает длительность T от редукции до редукции волновой функции. С другой стороны существует минимальный отрезок времени t после коллапса волновой функции, когда мы не можем провести измерение параметров микрочастицы. Это время соответствует периоду волны и зависит от энергии электрона. Таким образом T=kt, где k – натуральное число.

Давайте подведем итог. Понижение энтропии можно представить как асимметричность в состояниях электрона. Микрочастица стремиться компенсировать эту асимметрию, и проявляет себя как корпускула в новый момент времени. Предложенная иллюстрация позволяет проследить взаимосвязь трех самостоятельных вещей: 1) асимметрия состояний электрона, 2) условие возрастания энтропии и 3) направленность стрелы времени могут иметь один и тот же механизм реализации.

Один полный оборот спиноров, входящих в уравнение Дирака, характеризует волновой процесс, соответствующий энергии микрочастицы. Предположим, что изменение конфигурации пространства происходит со скоростью света, (при этом испущенный фотон можно представить как фронт волны изменения пространства).

Далее, в релятивизме важной операцией является переход от одной системы координат к другой. Может быть, я ошибаюсь, поэтому заранее прошу прощения. Но все-таки полагаю, что в такой топологии переход, от одной системы отсчета к другой, возможен лишь с учетом пространств более высокой размерности, поскольку пространство у нас получилось не плоское, а какое-то волновое.

Попытки рассмотреть предложенную модель в более высоких измерениях (на двумерной сфере), дают весьма сложное описание микрочастицы. Вот я и подумал, может быть, выражения примут более удобный вид, если в таком пространстве отказаться от фиксированного значения скорости света. Т.е. грубо говоря, на одномерной сфере скорость света равна C_1, на двумерной C_2, на трехмерной C_3. Если бы при таком подходе выражения упростились бы (ну, скажем, гипергеометрические функции приняли бы вид цилиндрических функций, или что-то в этом роде), то такое положение вещей можно было бы трактовать как «запаздывание» пространства более высокого ранга относительно пространства с более низким рангом.

В качестве резюме:

1. Время материального мира возникает как многократное наложение многочисленных элементарных квантовых изменений.
2. Каждое квантовое изменение имеет период задержки, которое определяется скоростью света. В этот период микрочастица, грубо говоря, находится в пространстве с другой метрикой, а там вообще нет времени, в нашем понимании этого слова.
3. Безусловно, какие-то изменения в пространстве (с метрикой на двумерной сфере) могут происходить, но почему мы распространяем свойства пространства Минковского на другие пространства, с другой метрикой. Похоже, что мы можем лишь попытаться вывести их "на кончике пера", исходя из красоты математического аппарата.

С уважением, А.Ф. Силин.