

Хроноквантовое суперпозиционирование

Олег О. Фейгин

Институт научных и научно-технических исследований Украинской академии наук

fond@online.kharkiv.com

(получена 15 февраля 2005; опубликована 15 марта 2005)

Рассматривается возможность конструирования основных концептуальных форм современной квантовой механики, путем ввода дискретно - темпоральных представлений о континуальной субструктуре материального Мира. Анализируется связь между атемпоральными явлениями и параметрами хроноквантовых микрообъектов, а также фундаментальные квантовые понятия в хронодискретной формулировке. Концептуализируются представления для суперпозиционных состояний квантовых микрообъектов в Релятивистской Квантовой Хронофизике /РХКФ/. Анализируются запутанные состояния хроноквантовых систем и редукция волновых функций в РКХФ. Сопоставляется креативность Объективной Локальной Квантовой Теории /ОЛКТ/, РКХФ и стандартных квантовомеханических представлений для макроскопических квантовых эффектов. Реинтерпретируются явления суперпозиции макроскопически различимых состояний, декогеренции и унитарного наложения.

Из современных квантотеоретических представлений вытекает, что в рамках локальных теорий физическая реальность полностью параметрически не идентифицируется из-за нелокальности квантовых взаимодействий. Исследование макроквантовых нелокально - корреляционных связей позволяет предположить возможность процессов перехода от чисто-квантовых состояний к состояниям классическим, с различной степенью квантовых корреляций. Вероятно, могут осуществляться и обратные переходы - от преобладающих классических корреляций к максимально-квантовым состояниям. Данные принципиально новые физические процессы имеют экспериментальное подтверждение, становясь предметом анализа естественнонаучных дисциплин, включая специальные разделы Релятивистской Квантовой Космологии /РКК/ [1-4].

В свою очередь, космологические основы РКХФ, включают обобщающее понятие единого хронофизического поля, квантованность которого представляет интереснейшую научную проблему. Гносеологика РКХФ формально соответствует большинству концептуальных образов Стандартной Квантовой Теории /СКТ/, определяющие свойства физического вакуума и элементарных частиц в темпоральных масштабах планковских величин [5,6]. Теория РКХФ базируется на представлениях о субстанциональной природе хроноквантов, учитывая в полной мере релятивистскую ковариантность законов сохранения для микрочастичного самосогласованного взаимодействия. Динамика хроноквантов предполагает не только рассмотрение физических явлений в пределах некоторого характеристического масштаба времени, но и введение Атемпорального Принципа /АП/ [7]. Для квантовомеханических процессов граничными величинами служат планковские параметры на шкале времени жизни виртуальных субчастиц или струн. Данная временная эквидистанция определяет кинетику локализации микрообъектов на выделенных темпоральных оболочках пространственно-временного континуума /ТОПВК/ [8,9]. Одним из главных следствий модели ТОПВК является наличие фундаментальных темпоральных интервалов объективной локализации, совпадающих по длительности с планковским временем хроноквантов. Таким образом, применение АП можно связать, как с космологией

расширяющейся Вселенной по одному из сценариев "Большого Взрыва" [7], так и с проблематикой структурирования фундаментальных полевых виртуальных образований в физическом вакууме.

Таким образом, можно констатировать, что парадигма РКХФ формировалась при исследовании концептуальных проблем квантовомеханической причинности, соответствия, дополнительности и наблюдаемости путем опосредования принципа атемпоральной суперпозиции и редукции волновых функций [10-12]. В РКХФ реинтерпретируются отдельные положения ОЛКТ в форме детерминации событий на Планковских временных эквидистанциях рандомизированного континуума Минковского [6-10].

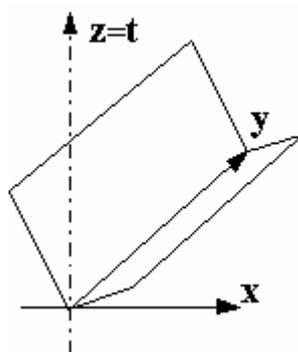


Рис.1.

Проекционная редуцированная модель рандомизированного континуума Минковского.

Темпоральная z-ордината определяет направление развития экзестивной стрелы субстанционального времени. Пространственная x-абсцисса масштабирует степень экспансии континуальной метрики, а y-ось рандомизации, определяет макроамплитуду вероятности. XY-плоскость пространственной рандомизации соответствует локализации в границах метрической ячейки с эффективным планковским диаметром. ZY-плоскость темпоральной рандомизации фундаментальной локальности хроноквантовых процессов.

В СКТ и отчасти в ОЛКТ кинетика пси-функций включает корреляцию неадекватных волновых состояний для взаимодействующих квантовых подсистем с инициацией факторизованных состояний {x} и {y}:

$$|X\rangle = |x\rangle|y\rangle = \text{const} \{ |x(1)\rangle|y(1)\rangle + |x(2)\rangle|y(2)\rangle \}. \quad (1)$$

В РКХФ аналогичное место занимает атемпоральная корреляция (символ «||»):

$$|X\rangle = |x[t(2)]\rangle||x[t(1)]\rangle; |X\rangle = \text{const} \{ |x^*[t(1)]\rangle||x[t(1)]\rangle + |x^*[t(2)]\rangle||x[t(2)]\rangle \}. \quad (2)$$

В основе корреляционных процессов (2) лежат представления об атемпоральном самосогласовании дуплета с запаздыванием, синглета с опережением или триплета состояний квантового объекта [4,5,7].

В СКТ состояния пси-функции микроскопических систем принимаются недетерминировано скоррелированными:

$$|x(i)\rangle \Rightarrow |y(i)\rangle, (i = 1, 2). \quad (3)$$

Специфика хроноквантовой локализации проявляется в метаморфозах квантового ансамбля: параметрический индетерминизм \Rightarrow квантовая корреляция \Rightarrow запутанное состояние -

$$|X\rangle = \text{const} \{ |x(i)\rangle |y(i)\rangle + |x(i)\rangle |y(i)\rangle \}; \quad (4)$$

где $|x(i)\rangle$ и $|y(i)\rangle$ i -частицы в запутанном состоянии. СКТ предсказывает здесь возможность взаимокорреляции проекционных параметров при дистанцировании микрообъектов. При этом фиксация проекций гомогенных параметров на различные оси по стандартным правилам квантовой механики соответствует вероятности двух альтернатив квантовомеханических расчетов в предположении, что наблюдаемые свойства не существовали до наблюдения. Хронодискретная реинтерпретация инволюций квантовых микросистем основывается на темпоральных параметрических проекциях в границах отдельного хронокванта на детерминированной экзестивной стреле субстанционального времени [8-12].

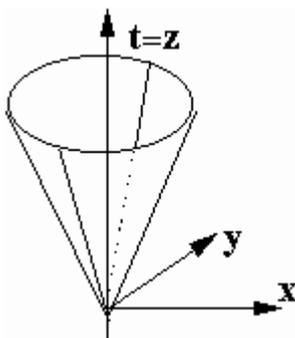


Рис.2

Структура хроноквантового континуума в экзестивной системе отсчета для внешнего атемпорального наблюдателя.

Ось z является продолжением атемпоральной стрелы времени t. Функционал $T = t(z)$ здесь определяет хроноквантованные времениподобные интервалы. Плоскость XY представляет атемпоральный хроноквантовый срез реального Мира с x-темпоратой и y-координатой.

В трактовке СКТ корреляционные эксперименты подтверждают нарушение неравенств ОЛКТ, доказывая, что микроскопическим системам несопоставимы объективно существующие состояния и демонстрируют квантовую нелокальность на макродистанциях. События, разделенные пространственноподобными интервалами, взаимно коррелируются с заменой причинноследственных связей отношениями корреляции.

Концептуализация континуума Минковского в РКХФ касается понятий времениподобных и пространственноподобных интервалов:

$$\begin{aligned} S^2 &= (c \Delta t)^2 - \Delta X^2 = (c^* \Delta t)^2 - (V \Delta t)^2; \\ T^2 &= \Delta t^2 - (\Delta X / c)^2 = (\Delta X / V)^2 - (\Delta X / c^*)^2. \end{aligned} \quad (5)$$

В РКХФ можно ввести преобразования координат для движения во времени при атемпоральной делокализации:

$$\begin{aligned} q(x, y, z) &= q^*(x', y', z'); \\ t &= t^* - q^*(x', y', z'). \end{aligned} \quad (6)$$

Соответственно, интервалы (5) принимают вид:

$$\begin{aligned} S(t)^2 &= \Delta q(x, y, z)^2 - (c^* \Delta t)^2 = (V \Delta t)^2 - (c^* \Delta t)^2; \\ T(t)^2 &= [q(x, y, z) c^*]^2 - \Delta t^2 = [q(x, y, z) c^*]^2 - [q(x, y, z) V]^2. \end{aligned} \quad (7)$$

Известно, что пространство состояний квантовомеханической системы линейно. Это значит, что наряду с состояниями $|w(1)\rangle, |w(2)\rangle$ возможна их линейная комбинационная суперпозиция - $c(1)|w(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle$ с комплексными коэффициентами $c(1), c(2)$ [9]. Исходя из ранее полученных дискретнотемпоральных реинтерпретаций [2,3] основных уравнений квантовой механики для транстемпоральной матрицы можно достаточно корректно ввести понятия об одномерной линейаризации:

$$\begin{aligned} \langle T(b)|T(b-a)|T(a)\rangle &= \langle T(n+1)|T(n)|T(n-1)\rangle \Rightarrow \\ |T(b-a)\rangle &= \sum |T(n)\rangle \langle T(n)|T(b-a)\rangle = \sum |T(n)\rangle C(n). \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь наблюдаются признаки квантовомеханического парадокса детекции суперпозиционных состояний при макроскопических наблюдениях. В СКТ это переход с усилением: микросуперпозиция \Rightarrow макросуперпозиция. Принцип усиления превращает суперпозицию состояний микросистемы в макросистему при квантовых измерениях с образованием запутанных состояний с макроскопическим количеством подсистемных степеней свободы. При усилении суперпозиционная квантовая система взаимодействует с другими степенями свободы с корреляционным квантовым запутыванием. Процесс продолжается с взаимодействием все большего количества систем, включающих огромное число степеней свободы. Результирующее состояние интерпретируется, как суперпозиция макроскопически различимых состояний макроскопической системы.

Предположим, что квантовая система w находится в состоянии суперпозиции $c(1)|w(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle$. Пусть эта система провзаимодействовала с некоторой другой системой a . При заданном начальном состоянии $|a(0)\rangle$ системы a результат взаимодействия зависит от состояния системы w . Мы будем рассматривать лишь такое взаимодействие, которое приводит к различению между состояниями $|w(1)\rangle$ и $|w(2)\rangle$ и при этом не меняет этих состояний. Именно такое взаимодействие характерно для ситуаций, которые можно назвать измерением, характеризуемое проекторами $|w(1)\rangle \langle w(1)|$ и $|w(2)\rangle \langle w(2)|$. "Различение" означает, что конечные состояния системы A , соответствующие начальным состояниям $|w(1)\rangle$ и $|w(2)\rangle$ системы w различны. Переход, вызванный таким взаимодействием, можно сопоставить действию группы унитарных хроноквантовых операторов:

$$\begin{aligned} |w(1)\rangle|A(0)\rangle &\Rightarrow |w(1)\rangle|A(1)\rangle; \\ |w(2)\rangle|A(0)\rangle &\Rightarrow |w(2)\rangle|A(2)\rangle \end{aligned} \quad (9)$$

В силу линейности данных хронооператоров начальное состояние $c(1)|w(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle$ системы W переходит в

$$\{c(1)|w(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle\} \times |A(0)\rangle \Rightarrow c(1)|w(1)\rangle|A(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle|A(2)\rangle \quad (10)$$

Итоговое выражение (10) соответствует запутанному состоянию систем W и A , распространяемому на большее число систем с расширенными степенями свободы A, B, C, \dots, Z . При этом исходная система W может взаимодействовать лишь с некоторыми из них, распространяя взаимодействие на остальные. Причем, информация о состоянии системы W будет записана в состояниях всех остальных рассматриваемых систем. Если предположить, что состояние системы W не меняется, а состояния остальных систем различаются между состояниями $|w(1)\rangle$ и $|w(2)\rangle$, то в результате взаимодействия будет возможен переход

$$\begin{aligned} |w(1)\rangle|A(0)\rangle|B(0)\rangle|C(0)\rangle\dots|Z(0)\rangle &\Rightarrow |w(1)\rangle|A(1)\rangle|B(1)\rangle|C(1)\rangle\dots|Z(1)\rangle; \\ |w(2)\rangle|A(0)\rangle|B(0)\rangle|C(0)\rangle\dots|Z(0)\rangle &\Rightarrow |w(2)\rangle|A(2)\rangle|B(2)\rangle|C(2)\rangle\dots|Z(2)\rangle \end{aligned} \quad (11)$$

Тогда в силу линейности оператора эволюции суперпозиция состояний $|w(1)\rangle$ и $|w(2)\rangle$ системы W вызывает переход

$$\begin{aligned} \{c(1)|w(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle\} |w(2)\rangle|A(0)\rangle|B(0)\rangle|C(0)\rangle\dots|Z(0)\rangle &\Rightarrow \\ c(1)|w(1)\rangle|A(1)\rangle|B(1)\rangle|C(1)\rangle\dots|Z(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle|A(2)\rangle|B(2)\rangle|C(2)\rangle\dots|Z(2)\rangle &= \\ c(1)|w(1)\rangle|a(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle|a(2)\rangle & \end{aligned} \quad (12)$$

Для макросистем, участвующих во взаимодействии возникает запутывание системы W с макроскопической системой $W(a)$, и образуется суперпозиция двух различных состояний со степенями свободы, описываемыми различными псифункциями и составляющая механизм усиления.

В СКТ суперпозиция существенна для систем со многими степенями свободы. Для РКХФ это актуализирует постановку наблюдений хроноквантовой суперпозиции состояний систем, состоящих из макроколичества элементов. Экспериментальная реализация этой программы состоит в том, что система должна быть хронометрирована для исключения суперпозиционных превращений в смеси за счет декогеренции хроноквантов. План экспериментов здесь может включать последовательное увеличение квантовых объектов в системе, в то же время необходима более глубокая реинтерпретация макроквантовых явлений сверхпроводимости, сверхтекучести и подпорогового тунелирования. Так, в сверхпроводящем кольце эффект Джозефсона может вызвать хроноциклическую квантовую суперпозицию встречных токов.

Следуя ОЛКТ усиление квантовой суперпозиции сопоставимо с существованием квантовых макроскопически различных состояний, но при экспериментах наблюдается одно из таких состояний. Современная СКТ строит объяснения на понятии декогеренции при запутывании состояния квантовой системы с ее окружением. Процесс, переводящий исходное факторизованное состояние квантовой системы и ее окружения в запутанное состояние можно представить как

$$|W\rangle = c(1)|w(1)\rangle|A(1)\rangle + c(2)|w(2)\rangle|A(2)\rangle \quad (13)$$

Формула (13) определяет чистое состояние, выраженное вектором волновой функции, его также можно выразить в форме матрицы плотности. Изолированное состояние системы W описывает редуцированная матрица плотности, равная следу матрицы R по степеням свободы окружения A :

$$\begin{aligned} p &= |c(1)|^2 |w(1) \times w(1)| + |c(2)|^2 |w(2) \times w(2)| + \\ &c(1) c(2)^* \langle A(2)|A(1)\rangle |w(1) \times w(2)| + \\ &c(2) c(1)^* \langle A(1)|A(2)\rangle |w(2) \times w(1)| \end{aligned} \quad (14)$$

Если состояния $|A(1)\rangle$ и $|A(2)\rangle$ макроскопически различимы, и их произведение ~ 0 , то (14) переходит в

$$p = |c(1)|^2 |w(1) \times w(1)| + |c(2)|^2 |w(2) \times w(2)| \quad (15)$$

Это смешанное состояние, интерпретируемое для микросистемы как вероятность $|c(1)|^2$ в состоянии $|w(1)\rangle$ и $|c(2)|^2$ в $|w(2)\rangle$. Таким образом, возникновение смешанного состояния можно назвать декогеренцией с потерей информации об относительной фазе коэффициентов $c(1)$ и $c(2)$. В СКТ различаются два типа состояний с адекватными матрицами плотности: собственные смешанные состояния замкнутой системы, для которых неизвестно, в каком из них находится система; несобственные редуцированные смешанные состояния при переходе от замкнутой системы к ее подсистеме. Различие здесь имеет смысл, если экспериментально контролируется не только квантовая система, но и ее окружение. Экспериментальная база системы в смешанном состоянии, не идентифицирует ее замкнутость со смесью, описывающей неполное знание или открытость вследствие запутывания системы с окружением. Невозможность опытного различения этих двух случаев непосредственно следует из того факта, что предсказания всех опытов, возможных в данной системе, выражаются через матрицу плотности этой же системы.

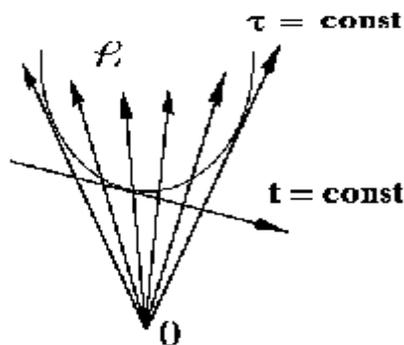


Рис.3.

Схематизированная динамика хроноквантовой эволюции микросистемы на субстанциональной стреле времени.

Развитие существенно квантового объекта, описываемое лагранжианом L может быть объективно локализовано на хроноквантовой эквидистанции τ с некоторым количеством вариаций, определяемым энергетическим состоянием системы.

Переходя к РКХФ можно заметить, что дуальная недетерминированность скорости и координат микросистемы означает атемпоральную делокализацию на хроноквантовых эквидистанциях субстанциональной стрелы времени. В атемпоральной системе отсчета выделенного хронокванта существует вероятность локализационных процессов с адекватными матрицами плотности, при этом собственные смешанные состояния соответствуют нахождению объекта между хроноквантовыми интервалами. Совершенно по иному ситуация будет выглядеть для несобственных редуцированных смешанных состояний представляющих собой спектральные значения из ОЛКТ и локализующихся в границах соответствующих хроноквантов. Квантовомеханическая волновая пси-функция, реинтерпретируется в хронофизике, как задающая вероятность локализации микрообъекта на выделенном хроноквантовом интервале. Соответственно, амплитуды вероятности локализаций в операторном виде [6] будут иметь вид

$$\begin{aligned} \{T(b)\} &= \langle T(b)|T(a,b)|T(a)\rangle = \sum \langle T(b)|T(i)\rangle \langle T(i)|T(a,b)|T(j)\rangle \langle T(j)|T(a)\rangle; \\ \langle T(b)|T(a)\rangle &= \sum \langle T(b)|T(b-a)\rangle \langle T(b-a)|T(a)\rangle \end{aligned} \quad (16)$$

где $T(a), T(a,b), T(b), T(i), T(j)$ – темпоральные оболочки конечных, переходных и промежуточных состояний, соответственно. Комплексное сопряжение амплитуд прямых и обратных переходов с точки зрения нерелятивистской СКТ есть результат приближения для бесконечно малых интервалов времени. Из (16) следует, что вероятностные процессы промежуточных локализаций можно представить как

$$\begin{aligned} \langle T(b)|T(a)\rangle &= \sum \langle T(b)|T(i)\rangle \langle T(i)|T(a)\rangle; \\ \langle T(j)|T(i)\rangle &= d(j,i); \\ \langle T(b)|T(j)\rangle &= \sum \langle T(b)|T(i)\rangle \langle T(i)|T(j)\rangle \end{aligned} \quad (17)$$

где E, t – энергия и время транстемпоральной локализации; $h(e), h(t)$ – энерго - и хроноквантовые компоненты; $d(j,i)$ – символ Кронекера.

По канонам СКТ система из чистого начального состояния переходит в смешанное состояние вследствие запутывания с окружением. В данном случае реинтерпретация РКХФ состоит в разделении квантовых темпоральных интервалов планковского масштаба для чистых и запутанных состояний. В СКТ суперпозиции состояний системы нет без ее окружения, а при атемпоральной интерпретации главный смысл придается самосогласованной суперпозиции микросистемы между ее состояниями в прошлом и будущем. Именно здесь просматриваются глубокие аналогии между ОЛКТ и РКХФ, т.к. отображения квантового объекта вперед и назад на хроноквант по стреле экзотремени принимаются как объективная реальность. Если состояния $|w(1)\rangle$ и $|w(2)\rangle$ ортогональны, то по СКТ после запутывания вся система с окружением переходит в смешанное состояние суперпозиции двух факторизованных состояний. Для выделенного классического квантового объекта это означает, что он находится в смешанном состоянии с вероятностями - $|c(1)|^2$ - целостности и $|c(2)|^2$ – распада, при этом причиной появления вероятностного распределения является суперпозиция, а не неполное знание о квантовых состояниях.

Следуя видному исследователю квантовомеханических парадоксов С.И.Доронину [1-4], отметим, что если состояния некоторых степеней свободы не наблюдаются, то для описания идентификантов следует вычислить редуцированную матрицу плотности через ее след по всем наблюдаемым степеням свободы. При этом перекрестные интерференционные члены матрицы будут содержать скалярные произведения для исключенных степеней свободы. Каждое из этих скалярных произведений по модулю меньше единицы, и если их достаточно много, интерференционные члены исчезают, суперпозицию нельзя отличить от смеси. Если лишь одна степень свободы остается вне наблюдения, но скалярное произведение для нее равно нулю, то суперпозиция неотличима от смеси. В случае макроскопического числа степеней их невозможно контролировать экспериментально и декогерентизация становится высоковероятной.

Несомненно, что выделенные атемпоральные аспекты коллапсионной редукции волновых функций, запутанности состояний и суперпозиционной декогерентизации носят предварительный постановочный характер и нуждаются в дальнейшем существенном развитии и детализации. Тем не менее, даже первичные выводы позволяют заключить, что в состоянии суперпозиционного хроноквантового запутывания волновая функция реализуется в локализационном процессе на последовательности темпоральных оболочек континуума. Таким образом, идентификация компонент суперпозиции зависит от

системы отсчета, так внутри ТОПВК состояние квантовой системы является смесью с принципиально не детерминируемым генезисом, а вне последовательности ТОПВК на экзостреле субстанционального времени имеет вид представленный на рис.3. Соответственно, хроноквантовая декогерентизация наиболее существенна для атемпоральных физических систем с влиянием ближайшего окружения соседних ТОПВК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доронин С.И. Роль и значение квантовой теории в свете ее последних достижений // <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL112004/p1101.html>
2. Доронин С.И. Мера квантовой запутанности чистых состояний // <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL112004/p1123.pdf>
3. Доронин С.И. Магия запутанных состояний и современная физика // http://physmag.h1.ru/theory_files/article.html
4. Доронин С.И. Мультиверс. Размышления над книгой Д. Дойча "Структура реальности" // http://physmag.h1.ru/theory_files/mul.html
5. Фейгин О.О. Физика атемпоральных квантовых переходов // <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL132004/p3150.html>
6. Фейгин О.О. Модель хроноквантового континуума // <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL132004/p3155.html>
7. Фейгин О.О. Квантовый Мультиуниверсум // <http://www.quantmagic.narod.ru/volumes/VOL212005/abs1148.html>
8. Фейгин О.О. Принципы хроноквантовой механики // <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7016.html>
9. Фейгин О.О. Элементы релятивистской хроноквантовой электродинамики // <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7332.html>
10. Фейгин О.О. Релятивистские симметрии квантовой хронодинамики // <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7434.html>
11. Фейгин О.О. Онтология квантовой темпоралогии // <http://www.inauka.ru/blogs/article51053.html>
12. Фейгин О.О. Реальность физической атемпоральности // <http://www.inauka.ru/blogs/article51471.html>
13. Фейгин О.О. Физика хроноквантовой космологии // <http://www.inauka.ru/blogs/article51654.html>
14. Фейгин О.О. Релятивистская квантовая хронофизика // <http://www.patent.net.ua/intellectus/temporality/6/.html>
15. Фейгин О.О. Гиперпространство атемпорального мира // <http://www.patent.net.ua/intellectus/temporality/7/.html>