

## **О моделировании топологии сети ветвлений Эверетта**

Введение. В последнее время появились выдвинутые и обоснованные специалистами по сложным сетям гипотезы [27,30], которые могут оказаться полезными для моделирования динамики пространственно-временных свойств мозга человека и индивидуальных (то есть относящихся к одному человеку) сетей ветвлений Эверетта в рамках многомировой интерпретации квантовой механики (ММИ) [6,10,11,25]. Это методики моделирования двухчастичных (ДЧ) сетей и применения формализма пространства – времени де-Ситтера в развивающихся сложных сетях [27,30]. В ходе многолетних исследований Н.Н. Брагина и Т.А. Доброхотова [1,4,5] на основе клинических наблюдений и сравнительного анализа психопатологических синдромов, характерных для поражения правого (ПП) и левого полушарий (ЛП) головного мозга разработали концепцию пространственно-временной организации нервно-психической деятельности человека, связанной с функциональной асимметрией головного мозга (ФА ГМ). Причем, у части левшей ими была выявлена отличная от праворуких, «противоположная» пространственно-временная организация мозга и психических процессов. Эмпирически было установлено, что одностороннее поражение головного мозга у части леворуких напоминает двустороннее поражение мозга праворуких больных. А при поражении только одного из полушарий могут появиться психические нарушения, характерные для поражения не только этого, но и интактного полушария. У части левшей описаны невозможные для правой психопатологические феномены, например – феномен «предвосхищения будущего» [1,5]. Нами предполагается, что некоторые свойства функциональной асимметрии и пластичности головного мозга у правшей и левшей и, сопряженных с ними особенностей индивидуальных сетей ветвлений Эверетта, могут моделироваться с помощью а) формализма ДЧ сетей и б) формализма пространства – времени де-Ситтера и анти-де-Ситтера [3,18].

ДЧ сети состоят из двух частей (англ. bipartite – двудольный, состоящий из двух частей) [27,33], причем узлы внутри каждой части такой сети между собой не взаимодействуют (заметим, что так как для осуществления высших когнитивных функций требуются сложные механизмы межполушарного взаимодействия, то «узлам» модели могут соответствовать достаточно сложные структуры головного мозга) [1,4].

Есть основания полагать, что некоторые свойства ДЧ сетей идентичны свойствам нейронных сетей головного мозга, расположенных в различных полушариях мозга у правшей и взаимодействующих между собой.

Причем, у людей эти свойства ДЧ сетей, вероятно, сопряжены с особенностями индивидуальных сетей ветвлений Эверетта и характеристиками индивидуальных профилей функциональной асимметрии. Нейронные сети относятся к сложным сетям (таким как Интернет, генные регуляторные сети, сети метаболических реакций и т.д.) [27] и имеют характерные для этих сетей свойства. Состоящий из двух полушарий мозг (из, условно, доминантного – ЛП и субдоминантного – ПП у правшей) можно рассматривать как систему нейронных сетей, состоящих из двух сетей-подсистем с различными свойствами. В ДЧ сетях «узлы» внутри каждой части сети, то есть в случае головного мозга – внутри каждого полушария не должны взаимодействовать или этим взаимодействием можно пренебречь. Это условие ограничивает использование ДЧ сетей в качестве модели ФА ГМ, хотя имеется множество происходящих в головном мозге процессов взаимодействия нервных «узлов» полушарий, которые идут по схеме: ЛП – ПП – ЛП или ПП – ЛП – ПП. «Устройство» головного мозга левшей иное, без выраженного отличия функций ЛП и ПП [1]. Возможно, для моделирования такого мозга концепция ДЧ сетей менее пригодна, чем модели «обычной» сети [27].

В рамках ММИ считается, что волновая функция квантовой системы реализует все возможные состояния взаимодействия систем (а не коллапсирует к единственному результату).

Результат такого взаимодействия – совокупность «соотнесенных состояний» объект-наблюдатель – совокупность ветвлений Эверетта. По Ю.А. Лебедеву [10,11], единое мироздание «двухсущностно» и включает в себя: А) совокупность всех возможных состояний объекта («миров Эверетта») – альтерверс; В) совокупность всех возможных состояний сознания наблюдателя – мультивидуум. (Нами рассматривается динамика сетей ветвлений Эверетта на примере единичного мультивидуума (во временном диапазоне от рождения человека до исчезновения последнего ветвления с его присутствием). Такая, двухсущностная структура мира удивительно схожа с ДЧ сетью – сложная сеть «мироздания» состоит из двух взаимодействующих подсистем одной системы – сетей альтерверса (А) и мультивидуума (В). Важно, что согласно Эверетту [25], мировые линии соотнесенных состояний – ветвления между собой не взаимодействуют. Или, в связи с их малой частотой встречаемости, этими взаимодействиями можно пренебречь. Впрочем, остается возможность «непрямых» взаимодействий-«склеек» (например, «склеек» двух состояний альтерверса через связанное с ними обоими состояние мультивидуума). Кроме того, сети мультивидуума и альтерверса, возможно, могут иметь свойства квантовой жидкости, квантового газа с присущими квантовым объектам свойствами (запутанности, туннелирования и т.д.) [10,11].

При обсуждении концепции Эверетта актуальной остается тема «сознания» в ММИ. В статье Лутца Поллея «Моделирование ветви наблюдателя с экстремальным сознанием» [32] описана математическая модель сети ветвлений Эверетта, учитывающая наличие сознания наблюдателя в многомировой структуре. Автором построен унитарный оператор развития для шага времени, воспроизводящий псевдостохастическое поведение со степенным законом распределения в случае его многократного применения к определенному начальному состоянию. Интересную статью недавно опубликовал автор формулировки знаменитого антропного принципа Брэндон Картер: «Классическая антропная модель Эверетта: неопределенность в предопределенном мультиверсе» [23]. Он пишет, что для того, чтобы быть применимой в классическом мире [19], многомировая идея Х. Эверетта [25] должна рассматриваться вместе с антропным принципом. Обычная формулировка этого принципа, согласно Картеру, вовлекает человеческий фактор, нормированный к единице для взрослых людей, но он может быть ниже для младенцев, а также для других живых существ. Результатом является детерминированный мультиверс, в котором только благодаря случайности происходит выделение единственной личной идентичности.

Согласно концепции индивидуального времени человека Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой [1,4] парная работа полушарий головного мозга осуществляется в настоящем времени так, что у большинства людей (правшей) ПП опирается на прошлое время, а ЛП – на будущее время. Причем выраженность асимметрии прошлого и будущего времени связано с состоянием ФА ГМ. Чем более актуально настоящее время, тем менее открыто прошлое и тем более очерчено будущее.

В рамках ММИ пространству-времени «будущего» в этом контексте соответствует подсистема (А) – альтерверс (совокупность всех возможных состояний объекта) развивающейся индивидуальной сети ветвлений Эверетта (она же – одна из подсистем ДЧ сети). Пространству-времени «прошлого» соответствует подсистема (В) – мультивидуум (совокупность всех возможных состояний сознания наблюдателя, с соответствующей памятью) – другая подсистема ДЧ сети. Есть основания полагать, что моделирование взаимодействия сетей ветвлений альтерверса и мультивидуума возможно в рамках закономерностей ДЧ сетей.

Примеры ДЧ сетей включают в себя сети рекомендаций, сети сотрудничества, генные регуляторные сети, сети метаболических реакций, пиринговые сети Интернета, сети опыления и другие [27,33]. Авторы концепции ДЧ сетей (Дмитрий Крюков и Максим Кицак, Калифорнийский университет в Сан-Диего) пишут, что в настоящее время значительно меньше известно об организационных принципах, определяющие структуру и развитие ДЧ сетей по сравнению с «обычными» сетями. В ДЧ сетях возможно подключение двух узлов одного типа к одному узлу иного типа (например, через систему ссылок в интернете). В неврологии этому может соответствовать, например, локализация двух узлов в ЛП и одного, с которым и происходит взаимодействие, – в ПП. Важно, что изучение ДЧ сетей с помощью инструментов, разработанных для обычных сетей, может приводить к существенной потере информации и неверным прогнозам. Интересно, что Н.Н. Брагина и Т.А. Доброхотова писали, что в начале своих исследований ФА ГМ в заключениях о локализации поражений головного мозга у больных, основанных на учете клинических нарушений, они допускали ошибки в 7 – 9% случаев. В основном это касалось леворуких больных. После осознания этого факта, внедрения определения индивидуального профиля функциональной асимметрии положение с диагностикой значительно улучшилось [1].

Дмитрий Крюков разработал новый инструмент исследования сложных сетей – «S1S1» модель. Узлы в режиме работы реальной ДЧ сети часто имеют целый ряд собственных атрибутов. Например, в сетях рекомендаций Интернета, состоящих из узлов потребителей и узлов предназначенных к продаже продукции, потребители могут характеризоваться возрастом, географическим положением, доходами, полом, образом жизни и т. д., а товары – ценой, качеством, уникальностью, и другими свойствами. Потребители обычно не покупают товары в случайном порядке. Подготавливая решение о покупке, они неявно тестируют соответствие своих атрибутов с атрибутами продаваемой продукции. Аналогичные соображения применимы и к образованию связей между исследователями и научными проектами, молекулами и химическими реакциями, в которых они участвуют, и т. п. [27,33].

Развиваемая в теории ДЧ сетей концепция скрытых переменных [27] основана на формализме, используемом ранее для «обычных» сложных сетей (а значит, в том числе для нейронных сетей головного мозга и сетей ветвлений Эверетта). Каждый узел каждого типа в ДЧ сети имеет ряд скрытых переменных. Установлено, что в ДЧ сетях узлы обоих типов можно рассматривать как находящиеся в скрытом метрическом пространстве. Расстояние между двумя узлами в этом пространстве определяется вероятностью их связи [27], что не противоречит положениям ММИ. Вероятность события в эвереттике может определяться как доля ветвлений альтерверса, содержащая одинаковые соотношенные состояния взаимодействующих объектов [10,11]. В простейшем случае взаимодействия квантовых систем, одному «узлу» – состоянию мультивидаума может соответствовать два и более состояний альтерверса.

Согласно эвентологической модели реальности О.В. Воробьева, дополняющей ММИ [2,11] разумные объекты и их поведение интерпретируются как меняющиеся во времени эвентологические вероятностные распределения. Эвентологические распределения – основанное на колмогоровской теории вероятностей математическое описание взаимодействия систем как взаимодействие эвентологических распределений. В эвентологическом анализе сложных систем применяется модель двудольных множеств событий.

Одно из применений модели S1S1 – моделирование геометрии сложных сетей (на основе наличия у них метрического пространства) и качества прохождения по ней информации (в случае головного мозга, условно говоря – нервных импульсов), формирование «карт» вероятностных взаимосвязей узлов модели. Модель позволяет рассчитывать аналитические выражения для многих важных топологических свойств нейронных сетей, таких как степень распределения и корреляции узлов (это верно и для обычных –

«одночастичных» сетей). Например, если два узла одного типа имеют, по крайней мере, один общий связанный узел другого типа, то можно вычислить вероятность их связи. Если два узла не имеют связи, то эта вероятность равна нулю. В ДЧ сети иначе, чем для сети обычной (так как соседние узлы в такой сети никогда не взаимодействуют) вычисляется коэффициент кластеризации. В реальных ДЧ сетях, узлы, как правило, более сильно кластеризованы, чем в сетях с рандомизированными узлами [27,33]. Положения теории ДЧ сетей о вероятностной связи «узлов», их сильной кластеризации, особенностях вычисления коэффициента кластеризации – вероятно, применимы и к сетям эвереттических ветвлений.

Дмитрий Крюков с соавторами [30] использовали разработанный ранее причинный подход к квантовой гравитации для моделирования сложных сетей, где основополагающую роль играет причинная квантовая сеть, которая лежит в основе «ткани» пространства-времени. В 2009 – 2012 годах ими была опубликована серия статей, таких как «Кривизна и температура сложных сетей», «Гиперболическая геометрия сложных сетей» [28,29], статья-обобщение: «Космологическая сеть» [30], где рассматривались растущие сложные сети – (в том числе и нейронные сети головного мозга). Были найдены соответствия между кривизной и температурой физического пространства-времени де-Ситтера и, основанными на гиперболической геометрии свойствами сложных сетей мозга и Интернета. Узлы причинной сети (на планковских масштабах пространства-времени), согласно концепции, представляют собой кванты пространства-времени. Два таких кванта могут быть связаны причинно-следственной связью.

Заметим, что «причинная квантовая сеть» по определению обладает квантовыми свойствами. На каждом шаге дискретного времени возникает ситуация выбора эвереттических реальностей. С позиций ММИ – «причинная квантовая сеть» и есть сеть ветвлений Эверетта (что, вероятно, не осознается авторами концепции «космологической сети»).

Д. Крюковым с соавторами отмечено, что причинная структура этих сетей в пространстве-времени де-Ситтера, таком, как наша ускоряющаяся Вселенная, удивительно похожа на структуру сложных сетей – головного мозга и Интернета. В частности, распределение причинных множеств в пространстве-времени де-Ситтера описывается степенным законом с показателем 2, как и во многих сложных сетях. Существует количественная разница между причинной структурой множества в пространстве-времени де-Ситтера и реального мира. Так как в настоящее время наша Вселенная относительно молода, ее степенным показателем является не 2, а  $3/4$ , но, по современным представлениям, показатель 2 появится в будущем. Закономерности роста сложных сетей и причинного множества де-Ситтера асимптотически совпадают. Нетривиально, что крупномасштабная структура и динамика таких сложных систем, как головной мозг, Интернет и Вселенная описываются идентичными математическими моделями на основе гиперболической геометрии [29,30]. Интересно, что авторами отмечена высокая «жизнеспособность» сложных сетей, то есть их устойчивость к повреждениям [29]. Впрочем, напомним, что реальная структура нашей Вселенной-Универса ни сейчас, ни в будущем не может быть анти-де-ситтеровской (что может оказаться неверным в иных состояниях альтерверса) [6,10,11]. А вот насчет головного мозга человека и сети ветвлений Эверетта индивида в динамике онтогенеза и при некоторых патологических состояниях это может оказаться неверным.

В гиперболической модели кривизна пространства де-Ситтера и анти-де-Ситтера влияет на неоднородность распределения узлов сети, а кластеризация является функцией температуры. Статистика Ферми-Дирака обеспечивает физическую интерпретацию скрытых расстояний как энергии связи фермионов (ребер сети в модели). Эта аналогия может способствовать применению стандартных инструментов статистической механики для анализа сложных сетей, которые могут рассматриваться как ультрахолодные

фермионы в пространстве с отрицательной кривизной [28,29,30]. То, что сложные сети могут иметь свойства статистик Бозе – Эйнштейна, Ферми – Дирака установлено ранее и не вызывает удивления [20,21]. Временные графы с квантовыми свойствами также применяются для моделирования сетей не первый год [26]. Вероятно, моделирование сложных сетей с помощью квантовых графов применимо и к сетям ветвлений. Кроме того, причинная квантовая сеть как сеть сложная, имеет свойства самоподобия, то есть при изменении масштаба, шкалы рассмотрения, корреляционная структура ДЧ сети может оставаться неизменной. В рамках ММИ ветвления Эверетта являются сложной сетью с квантовыми свойствами. Моделью совокупности эвереттовских ветвлений является растущая сеть, с различными видами узлов. Любая растущая сеть может иметь свойства бозонов, фермионов и, в 2-D системах – свойства анионов [7,20,24,26]. Поэтому вполне возможно, что сеть ветвлений Эверетта также может иметь свойства фермионов в пространстве с отрицательной кривизной и низкой температурой. Интересна интерпретация скрытых расстояний в метрическом пространстве сложных сетей как энергии связи фермионов – ребер сети модели. Доктор физико-математических наук Л.В. Ильичев рассматривает интеграцию модели ветвящегося времени Приора и модели ветвления пространства-времени Белнапа в рамках единой теории. Место ветвящегося времени занимает соответствующая структура памяти мультивидуума (в контексте концепции эвереттики) [8,9], из подструктур которой возникают события вместе с взаимными пространственно-временными отношениями. Значительная часть теоретиков квантового компьютеринга, в том числе Дэвид Дойч [6], придерживаются ММИ, в основе которой лежит идея о необходимости и возможности рассмотрения наблюдателем совокупности альтернативных образов Реальности [8,9]. Если рассматривать с позиций эвереттизма онтогенез человека-наблюдателя в терминах ММИ, то в момент рождения человека – впереди потенциально-огромная сеть ветвлений будущего, а сети прошлого нет совсем. В конце жизни – обратная ситуация, в прошлом – сеть ветвлений, в будущем все уменьшающееся их количество, вплоть до одного, последнего ветвления – происходит «сжатие» индивидуальной Вселенной. Модель де-Ситтера, мир де-Ситтера, Вселенная де-Ситтера – так принято называть класс космологических моделей, решения уравнений общей теории относительности (ОТО) с космологической постоянной. В этих моделях пренебрегают вкладом холодного вещества и излучения, а динамика Вселенной определяется знаком космологической постоянной. Напомним, что в настоящее время считается, что реальная Вселенная описывалась моделью де-Ситтера на очень ранних стадиях своего расширения. По современным представлениям, в будущем вновь произойдет переход к де-ситтеровскому режиму расширения [3,13,18].

Если развивающиеся сложные сети (в том числе и нейронные сети головного мозга и сети ветвлений Эверетта) математически идентичны пространству де-Ситтера, то напрашивается вопрос, не будет ли пространству анти-де-Ситтера (с отрицательной космологической постоянной) соответствовать убывающая – уменьшающаяся в определенном темпе нейронная сеть мозга и сеть ветвлений Эверетта – на поздних этапах онтогенеза. (Эту ситуацию Д. Крюков с соавторами не рассматривали). При определенных условиях модель де-Ситтера – анти-де-Ситтера может иметь «нарушающие причинность» временные петли, т.е. замкнутые гладкие времениподобные мировые линии (ЗВЛ). ЗВЛ могут возникать в случае с космологической постоянной меньше нуля (пространство-время анти-де-Ситтера), когда происходит «сжатие» Вселенной [3,13,18]. Математически описан и так называемый полностью развернутый вариант пространства-времени анти-де-Ситтера, в котором времениподобные линии бесконечно развертываются и нарушения причинности не происходит [18]. Наиболее известна модель пространства-времени с ЗВЛ Курта Геделя, предложенная им в 1949, в которой становится возможным послать сигнал (со световой или субсветовой скоростью) от некоторого события в прошлое того же самого события. То есть, в мире

Геделя (где Вселенная должна вращаться) с ЗВЛ возможна машина времени. Принцип работы машины времени Геделя вступает в противоречие с классическим принципом причинности, утверждающим, что причина всегда должна предшествовать во времени следствию. Обычно такие модели отбрасываются как «нефизические». Однако сам Гедель не считал парадоксальные аспекты таких пространств-времен достаточным основанием для того, чтобы исключить их из списка возможных космологических моделей [3,18]. Существенно, что в своих мысленных экспериментах с ЗВЛ некоторые ученые апеллировали к свойствам памяти человека-наблюдателя. По мнению скептиков, если бы ЗВЛ были реальностью, то либо человек-наблюдатель мог бы в своем прошлом совершать поступки, о которых должен был помнить благодаря своей памяти заранее, т.е. еще до момента перехода в прошлое, либо должен полностью забыть о своих посещениях события прошлого. В ЗВЛ – по мнению некоторых ученых просто проявляется особая форма причинности – согласование, взаимообусловленность событий, и ЗВЛ могут существовать в мире с квантовыми свойствами [3,6,18]. Анализируя различные схемы машин времени, М.Е. Герценштейн установил, что машина времени Геделя в устойчивой метрике ОТО невозможна, а причинность может нарушаться только в неустойчивом осцилляторе. Неустойчивый осциллятор – это генератор, который самовозбуждается независимо от сигнала [3].

Время сложных сетей, будь то сеть Интернета или нейронные сети головного мозга – системное время, взаимодействующее со временем физическим – временем нашей расширяющейся Вселенной [15]. А вот что из себя представляет в этом контексте время сети ветвлений Эверетта – вопрос менее разработанный [10,11]. Возможно, что нарушение памяти при ряде тяжелых органических заболеваний головного мозга различного генеза, которые сопровождаются обратимыми и необратимыми процессами инактивации нейронов (нарушением синаптических связей и поражением самих нейронов), при процессах атрофии коры головного мозга (например, болезни Альцгеймера) [4,12], можно моделировать с помощью с помощью анти-де-ситтеровских моделей. В том числе – с помощью моделей с ЗВЛ [3,18] (эта же модель может быть актуальной на конечном этапе онтогенеза человека) [1,4].

Нейронные сети не будут выполнять свои функции, если носители информации – нервные импульсы не будут проходить по оптимальным маршрутам по сетям полушарий головного мозга и «добираться» до соответствующих органов и мышц в теле. Между тем, нейроны, образно говоря, «не имеют полного представления» о глобальных связях нервной системы. Маршрутизация информации – универсальное явление, существующее в естественных и искусственных сложных сетях. Механизм маршрутизации информации опирается на наличие в сложных сетях скрытого метрического пространства (в том числе со свойствами ДЧ сети). Использование основанного на существовании метрического пространства формализма для маршрутизации возможно в сетях Интернета, сетях генной и нервной регуляции [14,22]. Существенно, что оптимальный путь передачи информации в пространстве де-Ситтера, согласно модели Крюкова с соавторами – геодезические линии [28,29]. А ЗВЛ в этом контексте – замкнутая геодезическая линия. Успешный путь передачи информации в этом случае – кратчайший путь, который в сложной сети находится близко к гиперболическим геодезическим линиям. Топология нейронных сетей мозга в модели может совпадать с гиперболической [29,30]. Моделирование маршрутизации информации в патологически измененном мозге – также может оказаться интересным предметом исследования. Заслуживают разработки вопросы передачи информации по геодезическим линиям, замкнутым геодезическим линиям в индивидуальном пространстве-времени Эверетта в процессе онтогенеза.

Интересна аналогия между формированием функциональной патологической системы в нейронных сетях и ростом такой сложной сети как Интернет. Замечено, [31] что рост ряда социальных сетей в Интернете идет а) за счет наиболее популярных сетевых узлов, и б) за

счет узлов, наиболее похожих друг на друга по своим свойствам. Пока неясно, что может соответствовать «наиболее популярным» ветвлениям-мировым линиям, а что – «наиболее похожим» ветвлениям сети Эверетта. При некоторых патологических процессах головного мозга инактивация нейронов может идти от более «молодых» узлов к более «старым». Возможно, инактивация нейронов – уменьшение в определенном темпе действующей нейронной сети головного мозга является моделью регрессии памяти при прогрессирующей амнезии [1,4,12]. Вначале ослабляется память на недавние события, затем ухудшается репродукция информации из все более отдаленного прошлого. Постепенно амнезия охватывает всю декларативную память. Последней исчезает память на автоматизированные двигательные акты. («Закон Рибо» в психиатрии).

Исходя из вышеизложенного, можно ожидать, что нетривиальные свойства «сжимающихся» сложных сетей (в том числе – особенности передачи сигналов по геодезическим линиям) будут заметны, в частности, на поздних этапах онтогенеза. В старости, по Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой «...черты, присущие корсаковскому синдрому, практически окрашивают все психическое состояние старого человека...» [1].

Квалификация одного из часто встречающихся расстройств психики – корсаковского синдрома (КС) [1,4,12,16] продолжает вызывать споры специалистов. КС (амнестический синдром) впервые описан С.С. Корсаковым и относится в руководствах по психиатрии к патологии памяти, возникает от множества причин (алкоголизм, интоксикации, черепно-мозговые травмы, инфекции и т. д.). Нередко КС – итог выхода больного из комы, острого психотического состояния (например, алкогольного делирия) во время которых происходило нарушение работы, «выключение» большого количества нейронных сетей головного мозга.

КС включает в себя: фиксационную амнезию (незапоминание текущих событий), ретроградную амнезию (выпадение воспоминаний о событиях, предшествующих началу заболевания и воспринимавшихся больным, когда он был в ясном сознании), антероградную амнезию (утрата воспоминаний о событиях происходящих на период, следующий за острым этапом болезни), псевдореминисценции и конфабуляции. Существенно, что фиксационная амнезия – компонент многих ведущих к деменции патологических процессов. Обычны при КС дезориентировка во времени, пространстве, окружающей и личной ситуации, ложные воспоминания (спровоцированные расспросами или спонтанные), заполняющие пробелы памяти. Больные КС не могут запомнить только что услышанное и увиденное, новых для них людей, не находят свою палату, постель, не знают, ели сегодня или нет. Характерны ошибочные ответы на вопросы о своем возрасте, текущей дате, времени пребывания в больнице. Больной сообщает с полной убежденностью о событиях, в действительности не имевших места, но которые вполне могли бы произойти. Например, о поездке куда-нибудь, которой никогда не было, о разговоре, не происходившем на самом деле, что обычно касается событий недавнего времени. Существенно, что эти высказывания могут многократно меняться в течение одного дня. Значительно реже бывают спонтанно возникающие, относительно стойкие «воспоминания», содержащие элементы, не совместимые с действительностью, иногда фантастические, типа совершения межпланетных перелетов. Предоставленные сами себе пациенты с КС пассивны, вялы, ничем не заняты, не способны к целенаправленному поведению, не осознают наличие болезни. При КС для сознания нет ни прошлого, ни будущего. О своём недавнем прошлом больные говорят с той же степенью достоверности, что и здоровые о ближайшем будущем. Правда, они исходят из доступной им, в той или иной мере устаревшей информации, и употребляют глаголы прошедшего времени [1,4].

Нами ранее опубликована гипотеза (в рамках ММИ) [16], утверждающая, что сознание больного с КС всегда находится в одном и том же отрезке психологического времени (в ЗВЛ) длительностью от нескольких секунд до нескольких минут. Содержание этого кванта психологического времени с точки зрения наблюдателя меняется и зависит от

ситуации: больной может многократно давать разные ответы на один и тот же вопрос. После проживания кванта времени «сознание» движется по ЗВЛ и вновь оказывается в начале только что пережитого временного отрезка. Обсуждение и выводы. В последнее время появились новые методики междисциплинарных исследований – компьютерного моделирования сложных сетей (к таким сетям относят и «причинную квантовую сеть» Вселенной) на основе а) концепции двухчастичных (ДЧ) сетей; б) формализма пространства – времени де-Ситтера; в) формализма пространства – времени анти-де-Ситтера; г) формализма пространства – времени анти-де-Ситтера с замкнутыми времениподобными линиями (ЗВЛ). ДЧ сети обладают метрическими свойствами, отражающими вероятностную связь между узлами сложных сетей. Формализм динамически изменяющихся «обычных» нейронных сетей и ДЧ нейронных сетей может оказаться полезным для моделирования взаимодействия полушарий головного мозга у правшей, левшей (в том числе – для моделирования описанных Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой у части левшей психопатологических феноменов), людей с различными профилями ФА ГМ. Предполагается, что динамика ФА ГМ сопряжена с динамикой индивидуальных сетей ветвлений Эверетта человека, которые обладают свойствами сложных сетей, в том числе – и ДЧ сетей. Суммируем, какие свойства можно ожидать у индивидуальных сетей ветвлений Эверетта на основе экстраполяции положений теории сложных сетей. Напомним, что суждения об этих свойствах имеют статус гипотез и могут быть доказаны или опровергнуты в ходе междисциплинарных исследований (физиков, математиков, программистов, нейрофизиологов и т.д.).

1. Наличие скрытого метрического пространства, расстояния в котором определяются вероятностью связей узлов сети. Чем больше вероятность связи ветвлений альтерверса и мультивидуума, тем ближе расположены ветвления в этом пространстве.
2. По аналогии с нашей Вселенной-Универсом, метрическое пространство ветвлений может обладать кривизной (т.е., иначе говоря, в нем можно ожидать искривления мировых линий) и гиперболическими свойствами. Вероятно, возможна и иная геометрия сетей ветвлений.
3. Кратчайшие расстояния в метрическом пространстве ветвлений – геодезические линии, имеющие наибольшую вероятность существования.
4. Наиболее оптимальная маршрутизация в сети ветвлений может соответствовать геодезическим линиям.
5. Высокая «жизнеспособностью» сложных сетей, то есть устойчивость к повреждениям – важное свойство индивидуальных сетей ветвлений человека.
6. По образцу разработанной на основе S1S1 модели Д. Крюкова «метаболической карты» (которую можно рассматривать как проекцию многомерной «карты» для всей совокупности возможных состояний метаболических сетей тела мультивидуума), возможно формирование различных карт связей ветвлений в ДЧ сетях в разных областях науки. Например – карт вероятностных связей «узлов» нейронных сетей головного мозга.
7. Интересен поиск соответствий между индивидуальной сетью ветвлений Эверетта и «наиболее популярными», а также «наиболее похожими друг на друга» узлами социальных сетей Интернета.
8. Предполагается наличие сопряжения динамики ФА ГМ, состояния нейронных сетей головного мозга в онтогенезе и динамики структуры ветвлений индивидуальных сетей Эверетта (в том числе – «сжатия» сети ветвлений до нуля на конечном этапе онтогенеза).
9. Представляется возможным рекомендовать использование формализма пространства – времени анти-де-Ситтера с ЗВЛ:
  - а) для моделирования динамики нейронных сетей головного мозга на поздних этапах онтогенеза, в процессе развития органических заболеваний головного мозга с формирующейся деменцией, сопровождающихся фиксационной и прогрессирующей

амнезией, синдромом Корсакова;  
б) для моделирования состояния метрического пространства индивидуальной сети эвереттических ветвлений на поздних этапах существования мультивидаума. В контексте вышеизложенного, выскажем предположение, что в конце жизни мультивидаума, когда от его индивидуальной сети остается одно последнее эвереттическое ветвление, не исключено, что оно – геодезическая линия (как линия с наиболее оптимальным маршрутом и устойчивостью), которая обладает свойствами ЗВЛ. (Проявления ЗВЛ, включающей весь жизненный путь человека, возможно, соответствуют кругу идей концепции «вечного возвращения», и описаны, например, у Петра Успенского) [17]. Благодарности. Искренняя благодарность Ю.А. Лебедеву и В.С. Чуракову за полезное общение по теме работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина. – 1988.
2. Воробьев О.Ю. Эвентология. /под. ред. О.Ю. Воробьева. – Красноярск: Изд-во СФУ. – 2007.
3. Герценштейн М.Е. Машина времени и общая теория относительности / под. ред М.Е. Герценштейна // Известия вузов. Физика. – 1998. – № 2. – С. 19–22.
4. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Функциональная асимметрия и психопатология очаговых поражений мозга. – М.: Медицина. – 1977.
5. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Левши. – М.: Книга. – 1994.
6. Дойч Д. Структура реальности. Ижевск.: НИЦ «Регулярная и хаотическая Динамика» – 2001.
7. Ежов А. А. Сознание, рефлексия и многоагентные системы //VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика – 2007»: Лекции по нейроинформатике. Часть 1. – М.: МИФИ, 2007. – С. 11 – 51.
8. Ильичев Л.В. К модели ветвящегося пространства-времени. Философия науки. – 2007. № 2. 33. – С. 65– 80.
9. Ильичев Л.И. Трудности онтологической концепции квантового состояния при наличии причинных петель. Эл. ресурс. Сайт МЦЭИ <http://www.everettica.org/news.php3>
10. Лебедев Ю.А. Эвереттическая аксиоматика. М.: Фирма «ЛеЖе» – 2009.
11. Лебедев Ю.А. Эвереттическая проблематика. М.: Фирма «ЛеЖе» – 2010.
12. Клиническая психиатрия: пер. с англ. доп. Гл. ред. Т. Б. Дмитриева – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА. – 1998.
13. Кросс Л., Шеррер Р. Наступит ли конец космологии? //В мире науки. Т. 6. – 2008. – С. 31 – 37.
14. Леинванд А., Пински Б. Конфигурирование маршрутизаторов Cisco = Cisco Router Configuration. – 2-е изд. – М.: «Вильямс». – 2001.
15. Мешков В.Е., Чураков В.С. Информационная машина времени // Проблема времени в культуре, философии и науке. – 2007. – С. 28–35.
16. Никонов Ю.В. Об амнезии Корсакова (возможная интерпретация). // Хронос и Темпус (Природное и социальное время: философский, теоретический и практические аспекты): Сб. научных трудов/под.ред В.С. Чуракова. Новочеркасск. Изд-во «НОК». – 2009. – С. 286 – 296.
17. Никонов Ю.В. Замкнутые времениподобные линии в психопатологии. // Хронос и Темпус (Природное и социальное время: философский, теоретический и практические аспекты): Сб. научных трудов / под. ред. В.С. Чуракова. Новочеркасск. Изд-во «НОК». – 2009. – С. 267 – 276.
18. Пенроуз Р. Путь к реальности, или законы, управляющие Вселенной. Полный путеводитель. Издательство РХД. – 2007.
19. Asano M., Basieva I., Khrennikov A., Ohya M., Yamato I. A general quantum information model for the contextual dependent systems breaking the classical probability law. – 2011.

arXiv:1105.4769v1

20. Bianconi G. Quantum statistics in complex networks // Phys. Rev., E 66. – 2002. – P. 056123.
21. Bianconi G. Size of quantum networks // Phys. Rev. E 67. – 2003. P. – 056119.
22. Boguna M., Krioukov D., kc claffy. Navigability of complex networks, Nature Physics. 5. – 2009. P. – 74 – 80.
23. Carter B. Classical Anthropic Everett model: indeterminacy in a preordained multiverse». 2012. ArXiv: 1203.0952v1
24. Gils Ch., Trebst S., Kitaev A., Ludwig A. W. W., Troyer M., Wang Zh. Topology-driven quantum phase transitions in time-reversal-invariant anyonic quantum liquids // Nature Physics 5. – 2009. P. 834 – 839.
25. Everett H. III. «Relative State» Formulation of Quantum Mechanics //Reviews of modern physics. 29 (3). – 1957. – P. 454 – 462.
26. Harrison J., Keating J., Robbins J. Quantum statistics on graphs. – 2011. ArXiv: 1101.1535v1
27. Kitsak M., Krioukov D. Hidden Variables in Bipartite Networks. Phys. Rev. E 84. – 2011. P. – 026114.
28. Krioukov D., Papadopoulos F., Vahdat A., Boguna M. Curvature and temperature of complex networks. – 2009. Phys. Rev. E 80. P. – 035101(R).
29. Krioukov D., Papadopoulos F., Kitsak M., Vahdat A. and Boguna M. Hyperbolic Geometry of Complex Networks. Phys Rev E 82. – 2010. P. – 36106.
30. Krioukov D. et al. Network Cosmology. – 2012. ArXiv:1203.2109v1
31. Papadopoulos F., Boguna M., Krioukov D. Popularity versus similarity in growing networks. – 2011. ArXiv: 1106.0286v1.
32. Polley L. Modelling an observer's branch of extremal consciousness». – 2012. ArXiv:1204.0760v1
33. Serrano M., Boguna M., Sagues F. Uncovering the hidden geometry behind metabolic networks// Molecular BioSystems. – 2012. 8. P. – 843 – 850.

Поступила

14.04.2012

г.

ПРИЛОЖЕНИЕ

I

МАРШРУТИЗАЦИЯ. ПОИСК. ПОПУЛЯРНЫЕ И СХОДНЫЕ УЗЛЫ СЕТИ.

1. Есть основания предполагать, что «прокладывание оптимального пути» [22] мультивидуума через множество узлов-мест выбора в индивидуальной сети ветвлений Эверетта (и, соответственно, в метрическом пространстве сети Эверетта) от момента рождения до смерти может происходить в соответствии с закономерностями маршрутизации в сложных сетях. В Интернете для поиска конкретного узла (когда его координаты не известны) с целью доставки к нему информации задается ряд параметров – атрибутов искомого узла, далее происходит последовательная оптимизация пути внутри взаимодействующих «малых миров» [22,31] сложной сети, пока узел не будет найден и информация не будет доставлена. В этом контексте, прохождение жизненного пути человеком от рождения до смерти – такой же поиск оптимального маршрута прохождения информации (критерии оптимальности жизненного пути здесь обсуждать не будем). Конец поиска – неизбежная смерть, «точные координаты» которой (время, место, обстоятельства) неизвестны. В определенном смысле «поисковая машина» мультивидуума «прокладывает маршрут» в зону наиболее вероятной (в числе прочего – хронологически) и «наиболее оптимальной» (при имеющихся параметрах сети ветвлений) смерти. Существенно, что систематически публикуются данные медицинской статистики по средней продолжительности жизни, смертности человека в зависимости от его возраста

и страны проживания, которые могут служить ориентирами при моделировании маршрута «конца жизни».

2. Структура любой сложной сети допускает геометрическую интерпретацию, согласно которой маршрут движения сигнала может состоять из локальных процессов оптимизации. Локальные процессы оптимизации точно описывают крупномасштабные процессы интернет-эволюции, дают возможность для предсказания очередности появления новых ссылок в Интернете с большой точностью. Разработанная авторами модели [31] схема может быть использовано для прогнозирования новых связей в развивающихся сетях. Неотъемлемое свойство растущих сетей с такими свойствами – самоподобие [22,31].

3. Напомним, что кратчайшие расстояния в метрическом пространстве сложных сетей – геодезические линии, которые имеют наибольшую вероятность существования. Наиболее оптимальная маршрутизация в сети ветвлений может соответствовать геодезическим линиям в искривленном гиперболическом метрическом пространстве, расстояния в котором определяются вероятностью связей узлов сети [28-30].

3. В этом контексте – поиск сходства – «наиболее похожих друг на друга» узлов сети и поиск «наиболее популярных» (по аналогии с узлами социальных сетей Интернета) [22,31] узлов ветвлений – две возможные жизненные стратегии:

а) прожить жизнь «не хуже других», «как все». Выбирать наиболее вероятные и знакомые, похожие на уже пройденные ветвления сети;

б) стремиться к «наиболее популярным» «узлам сети», маршрут к которым может оказаться сопряженным с большей неопределенностью.

в) компромисс между стратегиями а) и б) – авторами модели вводится понятие «аттрактивности-привлекательности» узла [31].

4. Если новые соединения возникают преимущественно с более популярными узлами, то распределение числа соединений узлов следует степенному закону. Это наблюдается во многих реальных сетях, в том числе – сетях Интернета [31]. Все это может лежать в основе процессов ранжирования, оптимизации, случайных блужданий (поисковая система пейдж-ранк – PR) и т.д. [22,31].

5. Более похожие по своим свойствам узлы имеют больше шансов для подключения друг к другу, даже если они не являются популярными, что и наблюдается во многих реальных сетях. Сходство подразумевает минимальное гиперболическое расстояние между сравниваемыми узлами.

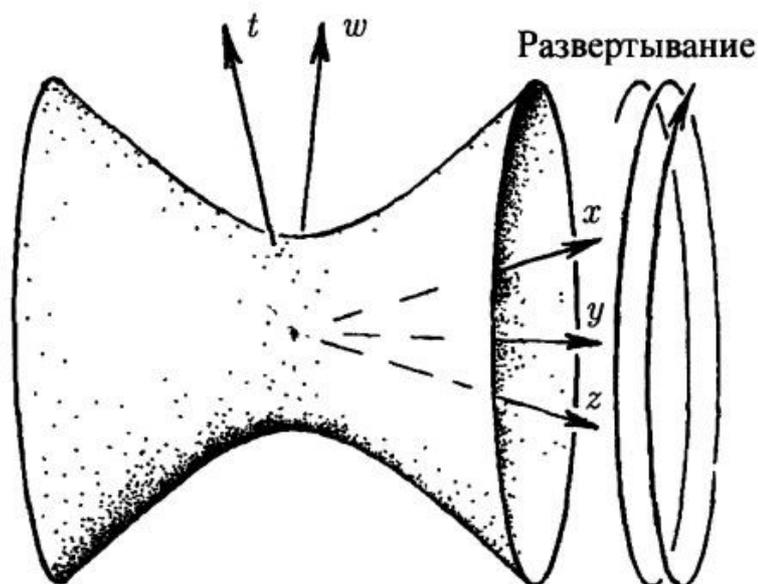
6. Авторами модели введена мера аттрактивности, которая каким-то образом может сбалансировать популярность и сходство, разработаны «Модель 1», «Модель 2», «Модель 3», позволяющие предсказывать структуру растущей сети (на примере Интернета) [31].

7. Пары одинаковых узлов, расположенных на небольшом гиперболическом расстоянии действительно почти наверняка связаны в интернете (предполагая, что сеть Интернета растет по экспоненте). В итоге, популярность аттрактивна, но столь же аттрактивно и сходство. Пренебрежение этим эффектом может привести к значительным абберациям при прогнозировании роста сетей. Пренебрежение подобием структуры сети приводит к завышению или недооценке вероятности разнородных или аналогичных соединений на несколько порядков. С учетом этих наблюдений, практическим применением моделей авторов является прогнозирование связей в реальных сетях (найден метод, с помощью которого можно предсказывать с высокой точностью новые ссылки в интернете) [31]. При моделировании индивидуальной сети ветвлений Эверетта этому может соответствовать, например, прогнозирование вероятности смерти индивида в зависимости от его возраста. Однако надо заметить, что даже для сети Интернет проведено моделирование лишь растущей сети. Для сети с прогрессирующим уменьшением узлов-ветвлений подобная работа в настоящее время неизвестна.

6. Возможно, закономерностями маршрутизации в сложных сетях могут помочь пониманию феномена ЗВЛ. В случае ЗВЛ (в масштабе всего жизненного пути) –



2. Геометрическая интерпретация оптимизации «сходства» и «популярности» в искусственной сети. (Сеть моделируется из 20 узлов. Узлы нумеруются по времени их рождения) [31].



3. Пространство анти-де-Ситтера (изображаемое в виде гиперboloида при отбрасывании двух пространственных измерений). По определению, времениподобные кривые замыкаются, однако от этого можно избавиться путем бесконечного «развертывания» в плоскости  $(t,w)$  [18].

Поступило 20.04.12