

Интеллектуальный фонд «Социотехника»  
Институт перспективных технологий

**СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ:**  
*моделирование временных  
и квантовоподобных свойств*

Новочеркасск  
«НОК»  
2015

УДК 004.7:316.77(063)

ББК 32.973:202

С 69

*Редакционная коллегия:*

**В.С. Чураков** (председатель редакционной коллегии),

**В.А. Вейник, Н.И. Гусев, П.Д. Кравченко,**

**В.Е. Мешков, Ю.В. Никонов.**

*Рецензенты:*

Логинов В.Т., докт. техн. наук, профессор;

Иванов С.А., канд. техн. наук, доцент.

С 69 Социальные сети: моделирование временных и квантово-подобных свойств: Сб. научн. трудов. / Под ред. В.С. Чуракова (Спецвыпуск серии «Библиотека времени»). – Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2015. – 97 с.  
ISBN 978-5-8431-0322-4

В тематический сборник «Социальные сети: моделирование временных и квантовоподобных свойств» включены работы междисциплинарного характера, посвященные анализу социальных сетей онлайн. Сборник адресован, прежде всего, специалистам, ученым и философам, работающим в данных направлениях, а также всем читателям, интересующимся современным состоянием работ по изучению социальных сетей онлайн.

УДК 004.7:316.77(063)

ББК 32.973:202

ISBN 978-5-8431-0322-4

© Коллектив авторов, 2015

© Чураков В.С., составление  
и научная редакция, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Статьи сборника посвящены проблеме моделирования временных социальных сетей онлайн. Наука о сложных сетях за последние полтора десятка лет своего развития привлекла к себе внимание исследователей из физики и биологии, математики и компьютерных наук, экономики и социологии. Наука о сложных сетях в полном смысле этого слова междисциплинарна, она занимается исследованием реально существующих сетей и графов, обладающих нетривиальными топологическими свойствами. Фундаментом для изучения сложных, в том числе социальных сетей онлайн является физика. В частности, важную концепцию «безмасштабных сетей» (scale-free networks) ввел физик Альберт-Ласло Барабаши. А исследовательница-физик Джинестра Бьянкони ([Ginestra Bianconi](#)) выяснила, что распределение связей-линков между точками безмасштабной сети можно описывать с помощью статистики Бозе – Эйнштейна, причем при определенных условиях наблюдается процесс, подобный фазовому переходу системы в состояние «конденсата Бозе – Эйнштейна». Кроме этого, в сложных сетях выявлены структуры (деревья Кэли), эволюция которых описывается статистикой Ферми – Дирака. Физики, в том числе и Бьянкони продолжают открывать все новые квантово-подобные свойства сложных сетей, которые используются, в частности и для моделирования временных социальных сетей.

В последние годы все больший интерес исследователей привлекают многослойные-мультиплексные сетевые структуры, которые могут описывать несколько типов взаимодействия между одним и тем-же набором узлов сетей. Многие социальные сети, в которых одни и те же люди-узлы сети могут быть связаны через разные типы сетей, таких как сети дружбы, сотрудничества, соавторства, родства хорошо описываются мультиплексными сетями. Физиками А.А. Ежовым, А.Ю. Хренниковым и С.С. Терентьевой предложено моделирование методами статистической физики сложных социальных систем-сетей, состоящих из взаимодействующих агентов с двумя этическими системами, описанными профессором Владимиром Лефевром. (*Ежов А.А., Терентьева С.С.* Исследования социального неравенства с помощью многоагентных моделей для различных типов сетей связей // Современные

исследования социальных проблем (электронный журнал). 2012, №4. – <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/3/terentyeva.pdf>).

В.Лефевра называют советско-американским ученым, основателем математической психологии, (в настоящее время он профессор в университете Ирвайна в США). Им было предложено построение двух этических исчислений, различающихся интерпретацией двух алгебраических операций – сложения и умножения, трактуемых как конфронтация и компромисс между агентами, и наоборот. Аппарат алгебры Лефевра, описывающий 1-ю и 2-ю этические системы, был применен для описания взаимодействия агентов с лево- и правополушарными стратегиями. Ансамбли левополушарных агентов следуют некоторому варианту статистики Ферми-Дирака, а правополушарных – подчиняются статистике Бозе-Эйнштейна. Приблизительно это может трактоваться как наличие эффективного взаимного отталкивания левополушарных частиц-агентов и эффективного взаимного притяжения правополушарных. Анализ критических явлений в системах агентов разных типов осуществляется авторами модели в процессе компьютерного моделирования, при этом степень неравенства предложения материального ресурса описывалась с помощью эффективной температуры, что позволяет использовать при анализе социальных явлений методы квантовой статистики и физики низких температур (последние соответствуют высокой степени неравенства).

## **Элементы теории Лефевра и фазовые переходы в онлайн-социальных сетях**

**©Никонов Ю. В., Гусев Н.И., Чураков В.С., 2015**

Во всем мире растет интерес к изучению свойств онлайн-социальных сетей в контексте информационного управления и противоборства [2]. Уже стал классическим пример использования социальных сетей как составной части информационно-психологического оружия – «оружия завтрашнего дня» [24], и «трансформации войны» [13] – информационного обеспечения «арабских сетевых революций». Если обратиться к соответствующей литературе, то это, прежде всего, хорошо известная классика: «цветные революции», «Сунь-цзы» [12], «Стратегия непрямых действий» [17], «Словарь тактической реальности» [1], дополненная публикациями по философии, теории и практике информационной войны [4; 22; 23]. (Заметим в скобках, что свой вклад в гуманитарную составляющую информационных технологий внесли: Т.Адорно, М.Маклюэн, Ж.Бодрийар, Н.Луман, М.Кастельс, Ю.Хабермас, П.Бурдьё, П.Вирильо, С.Жижек [10]. Интересно так же отметить, что в фантастических произведениях (и в футурологических, что одно и то же), в которых полным-полно всевозможных технических новинок, отсутствует даже намек на что-либо подобное онлайн-социальным сетям. Напротив, онлайн-социальные сети стали вводиться в фантастические произведения авторами уже после их появления и распространения).

По данным средств массовой информации именно использование сетей Twitter и Facebook, обеспечило лавинообразный рост протестующих в январе 2011 года в Египте. Несмотря на организованное властями отключение этих сетей пользователи частично перешли на использование других сетевых ресурсов, мобильных приложений, «смс» и сетевых «зеркал» – и продолжили взаимодействие.

В Ливии нашла коса на камень: так, «Путник» – putnik1 (имя в живом журнале) печатает постоянно информацию, близкую к истине – в общем, «за Каддафи». Одна из последних записей: «Поскольку информационно-психологическое оружие будет, – да и, в общем, уже есть, – одним из основных инструментов ве-

дения войн XXI века, рассказ специалиста о том, что такое этот новый род войск вообще и анализ (на примере Ливии) его практического применения, могут заинтересовать как тех, кому еще хочется думать, так и стоящих в списке на отстрел. Настоятельно рекомендую всем. А в первую голову, дорогие российские френды и не френды, вам. Хотя ваш номер и не следующий». Здесь необходимо отметить следующее: в недавно вышедшей монографии Б.Ю. Кагарлицкого «От Империй – к империализму» [11] – выявлено, что т.н. называемым «цивилизованным странам» (это страны Западной Европы и США) присуща постоянная модернизация: технологий и социально-управленческих технологий (технологический и организационный уровни должны гармонично взаимодействовать друг с другом. Поэтому невозможно механически скопировать и перенести куда-либо подобную модель. Иными словами, это ни что иное, как диалектика взаимодействия базиса и надстройки). Кто вырывается вперед – тот и доминирует, пока его не догонят (классический пример: организация немецкой танковой дивизии образца 1934 года). В случае применения онлайн-социальных сетей, используемых в качестве разновидности информационного оружия, отчетливо просматривается та же тенденция. Актуальность данной тематики логично приводит к росту публикаций [19; 25; 27; 28].

Онлайновые социальные сети – частный случай социальных сетей, которые подчиняются закономерностям, присущим всем сетям. Под социальной сетью [2] понимают наличие социальной структуры, состоящей из узлов (обычно это лица или организации), которые связаны одним или более типами взаимозависимости, такими, как ценности, взгляды, мнения, идеи, дружба, финансовые взаимоотношения, конфликты, торговля и так далее. Специалисты в сфере социальных сетей оперируют терминами «узлы» и «связи». Узел – это отдельный актер в пределах этой сети, связи – это отношения между узлами. Модели социальных сетей могут быть отнесены к сложным: они включают в себя самые разные уровни связей от семейных до национальных и общечеловеческих. Важно, что существует ряд сетей, систем, в которых нарушаются классические законы вероятности. Например, к ним относятся контекстуально-зависимые адаптивные системы. Так, авторы статьи [30] представили новую математическую формулу для вычисления вероятности в таких системах, с помощью

понятия адаптивной динамики и квантовой теории информации. Основные примеры контекстуально-зависимых явлений могут быть найдены в квантовой физике, но в последнее время подобные явления, с квантовоподобными (КП) свойствами были обнаружены в [5; 20; 21] процессах, изучаемых биологами, социологами, экономистами, лингвистами, психологами, психиатрами и т.д. Моделирование КП процессов возможно с помощью процессов квантовых, которые описываются тождественными математическими закономерностями. Разрабатываемые в настоящее время квантовые компьютеры предназначены и для моделирования иных квантовых и КП состояний [5;6;29].

Квантовые вычисления [6;29;41] считаются перспективным направлением, способным кардинально расширить возможности современных компьютеров, привести к созданию «квантового» интернета. Однако до сих пор большинству исследовательских групп удалось получить квантовые системы лишь со считанными кубитами, которые имеют чисто научную ценность. (Хотя 11 мая 2011 года канадская компания [D-Wave](#) объявила о начале продаж «первого в мире коммерчески доступного квантового компьютера» D-Wave One. D-Wave выбрала для своих разработок модель «адиабатического» квантового компьютера, не требующего индивидуального контроля над отдельными кубитами и потому более простого в реализации) [34]. Значительная часть теоретиков квантового компьютеринга, в том числе Дэвид Дойч [6], придерживаются многомировой интерпретации квантовой механики, в основе которой лежит идея о необходимости и возможности рассмотрения наблюдателем совокупности альтернативных образов Реальности [9].

А.А. Ежовым и А.Ю. Хренниковым предложено [7;36;37;38] моделирование методами статистической физики и нахождение равновесных состояний в социальных сетях, состоящих из взаимодействующих агентов с различными профилями функциональной асимметрии головного мозга (ФА ГМ). Гипотеза о связи этических систем по В. Лефевру [16] (**Рис.1**) с доминантностью полушарий головного мозга позволила использовать теорию рефлексивных структур в социальных моделях вообще и в моделях социальных сетей в частности [7]. Согласно гипотезе агенты модели – это люди, которые работают, общаются, создают ценности и обмениваются ими. Причем, агенты стремятся сохранить свой физический и ментальный ресурс. При обмене они могут удержи-

вать часть имеющегося ресурса и обладать памятью. По условиям многоагентной модели [7] существуют лишь две разумные стратегии принятия решений. 1. Абсолютный конформизм и неизменное согласие на получение материального ресурса, в надежде, что предложения ресурса не будут часто противоречить профессиональной самоидентификации агента. 2. Абсолютный профессиональный консерватизм и сохранение материального ресурса, в надежде, что предложение материального ресурса будет происходить достаточно часто и не будет противоречить профессиональной самоидентификации агента. Эти две стратегии могут быть представлены в виде булевых функций в экспоненциальной форме, выражающей функцию *импликации*:

$$\mathbf{b} \rightarrow \mathbf{a} = \mathbf{ab} = \mathbf{a} + \mathbf{b}$$

**Для левополушарной стратегии такая форма имеет вид:**

$$\Psi(\mathbf{a}) = \mathbf{aa} = \mathbf{a} ,$$

**Для правополушарной:**

$$\Psi(\mathbf{a}) = \mathbf{aa} \cdot \mathbf{1} .$$

**(Здесь  $\mathbf{a} = 1$ , если среда предлагает материальный ресурс без смены профессии, и  $\mathbf{a} = 0$ , со сменой. Функция  $\Psi(\mathbf{a}) = 1$ , если агент остается в прежней профессиональной нише, и  $\Psi(\mathbf{a}) = 0$ , если он намеревается ее сменить).**

Причем, с учетом того, что формально – логические операции характерны для левого полушария головного мозга, случай, где в показателе экспоненты стоит логическое отрицание, будет соответствовать левополушарной стратегии. Случай функции, не имеющей в показателе экспоненты такой операции, будет соответствовать правополушарной стратегии.

Двум базовым стратегиям агентов соответствуют две квантовые статистики (Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака). Две квантовые статистики основываются на наличии притяжения и отталкивания агентов. Конкурентная среда у левополушарных людей отражена в модели в отталкивании фермионов, а кооперация правополушарных соотносится с притяжением бозонов. Две базовые стратегии агентов определяют и два возможных прогноза (персистентность и антиперсистентность) [18].

Агент модели имеет две доминирующие цели – выжить (ориентация на потребление материального ресурса) и остаться человеком (ориентация на сохранение самоуважения, профессионализма).



Таким образом, историю агента можно представить в виде трехсимвольной последовательности. Исходя из допущения, что мозг работает только с бинарными кодами, трехсимвольные последовательности (из чисел 1, 2 и 3) проектируются на бинарные. Из этого следует, что: 1) В каждом случае информация о событиях станет неполной; 2) Выбор бинарной кодировки станет неопределенным (**Рис. 2**).

Авторами модели проведено компьютерное моделирование ситуации, в котором агенты меняют свои свойства в результате фазового перехода. Если предложение ресурсов мало отличается в разных профессиональных нишах, то обе кодировки дополнительные для ансамблей обоих типов агентов. Если же распределение материального ресурса достигнет высокой степени неравенства, то симметрия наборов памяти двух типов однородных агентов нарушится. В обществе с резко неравномерным предложением материального ресурса, у агентов возникают специфические для них кодировки памяти. В контексте свойств социальных сетей, степень неравенства предложения материального ресурса, это и степень неравенства возможностей доступа различных слоев населения к социальным сетям интернета (что подразумевает наличие некоторого минимума доходов и образовательного уровня). Широко известно высказывание канадского теоретика коммуникаций и пророка «электронной эпохи» Маршалла Маклюэна: *«Вначале мы формируем технологии, а потом они формируют нас»*. В этом контексте интересно высказанное Михаилом Бударагиным в газете «Взгляд» (24.06.2009) заведомо упрощенное, спорное положение о существовании в России «двух биологических видов», «двух стран» – «людей телевизора» и «людей интернета», с резко различными политическими взглядами, образами мира, обусловленными использованием различных информационных ресурсов.

В.А. Геодакяном [3] предложена эволюционная теория асимметризации организма, мозга и парных органов. Теория объясняет с единых позиций многие явления, связанные с асимметрией в строении человека и животных. Эволюция мужского пола и левого полушария начинается и кончается раньше, чем соответственно женского пола и правого полушария. Новые функции в филогенезе появляются сначала в генотипе мужского пола, потом передаются женскому, а центры управления ими появляются сначала в

левом полушарии, а потом перемещаются в правое. Критерий локализации функций по полушариям – их эволюционный возраст: молодые функции управляются левым полушарием, а старые – правым. Левое полушарие, мужской пол сопряжены с оперативной подсистемой обработки информации. Правое полушарие, женский пол сопряжены с консервативной подсистемой обработки информации. Теория Геодакяна позволяет установить связь ФА ГМ, асимметрии рук, и других парных органов с полом, онтогенезом и филогенезом и успешно предсказывать новые факты. Понятие «экологической ниши» по Геодакяну имеет смысл не только для живых систем, но и для любых, в том числе социальных (очевидна аналогия с «профессиональной нишей» в многоагентной модели). Экологическую нишу можно характеризовать с одной стороны числом факторов среды, к которым система чувствительна – мерность ниши, с другой стороны величиной диапазона существования системы по данному фактору – ширина ниши. Факторами экологической ниши являются и параметры интенсивности (потенциалы) – температура, давление и различные концентрации (химических веществ, хищников, жертв, особей своего вида и т.д.). Например, при алкогольной зависимости ниша становится одномерной, так как в этой ситуации основным фактором среды, к которому система чувствительна, становится доступ к алкоголю. Живая система, взаимодействуя со средой, может адаптироваться (в широком смысле этого слова) – и изменить свою экологическую нишу, что соответствует, например, фазовому переходу в многоагентной модели, в том числе и в динамике социальных сетей [21].

Согласно Владимиру Лефевру, ментальные феномены – вид существования термодинамических характеристик нейронных сетей, проводящих вычислительные процессы. Связь между каким-либо ментальным процессом и функционированием реальных нейронных сетей подобна связи между температурой некоторого объема газа и конкретным индивидуальным движением составляющих его частиц. Он пишет об успешном применении модели Изинга, созданной для теоретического представления физических процессов, протекающих в твердых телах, для описания вычислений в формальных нейронных сетях. Важно, что модель Изинга применяется и в моделях социальных сетей [8;16;39].

Лефевр [16] создал формальную модель субъекта, совершающего выбор одной из двух полярных альтернатив – «биполярный выбор». Анализ этой модели позволил вскрыть формальную связь между рефлексией и функционированием нейронных сетей, законами термодинамики. «Формула человека» В. Лефевра выглядит следующим образом:

$$X1 = x1 + (1-x1)(1-x2)x3.$$

$X1$  – определяется как вероятность, с которой субъект выбирает позитивный полюс («добро») в реальности – например, «доброе» может быть решение выйти с протестом против власти на площадь;  $x1$  – отражает воздействие на субъекта мира;  $x2$  соответствует субъективному образу этого воздействия, а переменная  $x3$  представляет интенцию субъекта. Переменные  $x1$  и  $x2$  определены на интервале  $[0,1]$  и не зависят от переменной  $x3$ , которая может принимать любое значение из интервала  $[0,1]$ . Если  $X1 = x3$  (при  $x1 + x2 > 0$ ), то:  $X1 = x1 / (x1 + x2 - x1x2)$  – реалистический выбор в терминологии Лефевра. Значение готовности субъекта генерируется блоком нейронов, в котором возникают кратковременные равновероятные связи между произвольными парами нейронов. Каждый нейрон может находиться в одном из двух состояний: позитивном или негативном. Готовность субъекта выбрать позитивный полюс равна доле позитивных нейронов в сети. Предполагается распространить этот подход на социальную сеть, где функцию нейрона будет выполнять агент сети, а «готовности субъекта» к выбору соответствует состояние сети в целом, которое, в частности, может обеспечить или не обеспечить массовость выступлений протеста.

Кроме того, зная психологию «жителей Интернета» [14] и используя теорию рефлексивных игр В.А.Лефевра по отношению к онлайн-социальным сетям, можно «предсказывать индивидуальный выбор субъекта, входящего в группу, и исследовать возможности управления этим выбором» [15]. Что формирует сетевую власть и дает ей эффективные рычаги управления [26].

Как уже упоминалось, существуют различные системы, как квантовые, так и классические, чье состояние равновесия описывается квантовыми статистическими распределениями [32;37]. Если допускается взаимопревращение бозонов и фермионов (в нашем случае оно в точности соответствует переключению доминантности полушарий), то система состоящая из бозонов и фер-

мионов будет иметь функцию статистического распределения анионов [32;42]. На уровне популяции, сети взаимодействующих больных алкогольной зависимостью в контексте многоагентной модели Ежова и Хренникова эта гипотеза применена в моделировании динамики ФАГМ при алкогольной зависимости [20;21].

Поведение многотысячных толп людей, вышедших на площадь своей столицы в результате использования сетевых технологий с одной кооперативной стратегией поведения, вероятно, может рассматриваться как поведение множества бозонов с соответствующей статистикой.

Смешанную квантовую статистику демонстрируют негомогенные сложные сети с различными свойствами узлов [37;38]. Дж. Бьянкони [32;33], Бьянкони и Барабази [31] показали, что статистика Бозе – Эйнштейна описывает и растущую (путем добавления и удаления новых узлов) интернет – сеть. Деррида и Лебовиц обнаружили [35] при рассмотрении асимметричных процессов исключения на кольце с  $N$  сайтами и  $p$  частицами, что Бозе – Эйнштейновская конденсация может возникать в классических системах, далеких от теплового равновесия. Существенным условием для появления подобного распределения является то, что в данном случае случайная миграция частиц в пространстве импульсов зависит от степени занятости состояний этого пространства. Это типично для многих нелинейных систем. Бьянкони обнаружила, что растущее дерево Кели, имеющее качественно различные узлы и тепловой шум, описывается статистикой Ферми – Дирака [32]. При математическом моделировании изменяющихся сетей, в том числе эволюционирующих популяций, имеющих и не имеющих разделение по половому признаку, ей найдены глубокие связи между математикой биологической эволюции и формализмом квантовой механики. Ей же установлено что распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака, как частные случаи эволюционирующих сетей, описывают стационарные состояния биологических популяций в простых случаях. Математические модели Дж. Бьянкони [33] могут быть полезными и для формализации динамики социальных сетей.

В последнее время усиленно изучаются (теоретически и практически) неабелевы анионы [41;29] (к ним относятся анионы Фибоначчи и анионы Изинга), для коллективных состояний которых возможны фазовые квантовые переходы. Анионы – квазича-

стицы, «топологические солитоны», «возбуждения», «вихри», в 2 – мерной (2-D) системе сильно скоррелированных электронов, находящихся в мощном магнитном поле, при температуре, близкой к абсолютному нулю. Квазичастицы предполагается использовать для создания топологических квантовых компьютеров, которые смогут, в частности, моделировать иные квантовые и квантово-подобные состояния (предложено Алексеем Китаевым в 1997 году) [41; 29].



**Рис.1. В.А. Лефевр.**

Многоагентная модель А.А. Ежова и А.Ю. Хренникова – частный случай эволюционирующей сети, применимый к динамике социальных сетей, в том числе – сетей интернета [7]. Согласно их модели, в обществе с резко неравномерным предложением материального ресурса, у агентов возникают специфические для них кодировки памяти. Неравенство доступа к интернет-ресурсам – онлайн-социальным сетям может, в соответствии с данными Ежова и Хренникова вести к фазовому переходу с резким сдвигом установок, поведения масс людей. Социальные сети могут иметь КП свойства статистик Бозе – Эйнштейна, Ферми – Дирака, анионов. Предполагается с целью моделирования некоторых КП аспектов социальных сетей использовать математический аппарат топологических квантовых фазовых переходов квазичастиц в 2-D системах (что возможно при помощи «обычных», не-квантовых компьютеров).

При высоких температурах (низкая степень неравенства) кодировка историй лево- и правополушарных агентов симметрична и дополнительна (слева).

При низких температурах (высокая степень неравенства) только кодировка правополушарных агентов эквивалентна дополнительной кодировке левополушарных агентов (справа), но не наоборот (происходит фазовый переход).

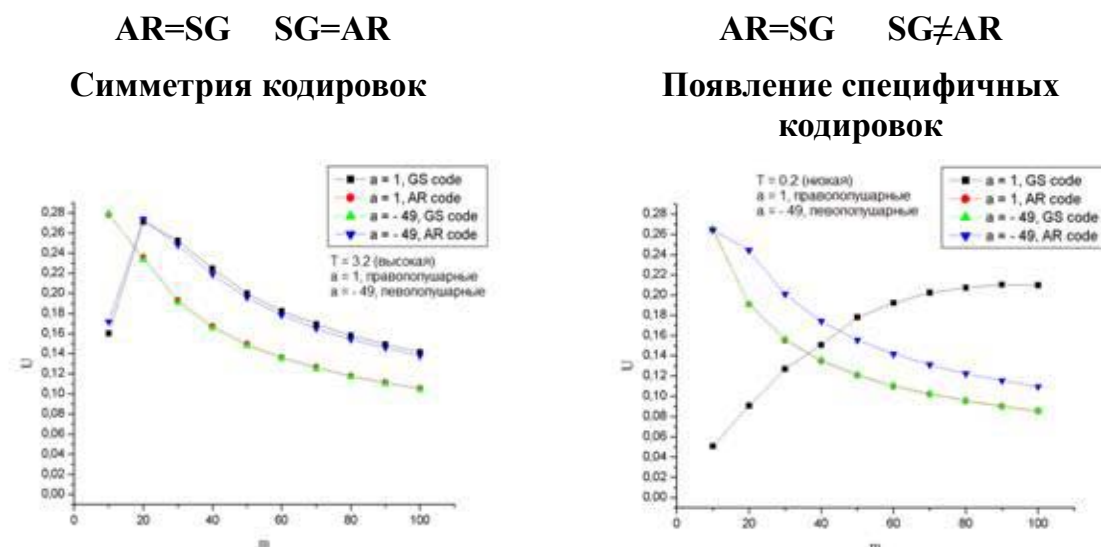


Рис. 2.

## Литература

1. Беккер К. Словарь тактической реальности: Культурная интеллигенция и социальный контроль/Пер. с англ. О. Киреева. – М.: Ультра. Культура, 2004. – 224 с.
2. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: Физматлит, 2010. – 228 с.
3. Геодакян В.А. Эволюционные теории асимметризации организмов, мозга и тела // Успехи физиологических наук. 2005. Т. 36. № 1. – (С. 24 - 53).
4. Гриняев С. Н. Поле битвы – киберпространство: Теория, приемы, средства, методы и системы ведения информационной войны. – Минск: Харвест, 2004. – 448 с.
5. Данилов В.И. Моделирование некоммутирующих измерений // Журнал новой экономической ассоциации. 2009. № 1– 2. – (С. 10 - 36).
6. Дойч Д. Структура реальности. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 400 с.
7. Ежов А.А., Терентьева С.С. Асимметрия мозга, неравенство и многоагентные модели // Современные направления исследования

ний функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – М.: Научный мир, 2010. – (С. 20 - 24).

8. Згуровский М.З., Померанцева Т.Н. Методы принятия решений в социальных системах на основе спиновых моделей Изинга//Проблемы управления и информатики. 1995. № 1. – (С. 89 - 97).

9. Ильичев Л.И. Трудности онтологической концепции квантового состояния при наличии причинных петель. Сайт МЦЭИ <http://www.everettica.org/news.php3>

10. Информационная эпоха: вызовы человеку/под ред. И.Ю.Алексеевой и А.Ю. Сидорова. – М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2010. – 335с.

11. Кагарлицкий Б.Ю. От империй – к империализму. Государство и возникновение буржуазной цивилизации. – М.: Издат. дом Гос.ун-та – Высшей школы экономики, 2010. – 680с.

Кара-Мурза С.Г., Александров А.А., Мурашкин С.А. Оранжевая мина. – М.: Алгоритм, 2008. – 240с.

12. Китайская военная стратегия/Сост., пер., вступ. Ст. и коммент.: В.В.Малявинина. – М.: ООО «Издательство: ООО «Издательство АСТ», 2004. – 432с.

13. Кревельд М. Трансформация войны/Пер. с англ. – М.: ИРИСЭН, Мысль. 2011. – 344с.

14. Кузнецова Ю.М., Чудова Н.В. Психология жителей Интернета. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 224с.

15. Лефевр В.А. Лекции по теории рефлексивных игр. – М.: «Когито-Центр», 2009. – 218с.

16. Лефевр В.А. Рефлексия. – М.: «Когито-Центр», 2003. – 496 с.

17. Лиддел - Гарт Б. Стратегия непрямых действий/Пер. С англ. – М.: Эксмо; Мидгард, 2008.

18. Марков А.А. Некоторые фрактальные свойства фондовых индексов// Сегодня и завтра российской экономики. 2009. №30. – (С. 103 - 112).

19. Муромцев Д.И., Малинин А.А., Быков Д.П. Опыт применения социальных сетей для поддержки процессов проектного менеджмента//Труды Конгресса по интеллектуальным и информационным технологиям «AIS-IT'10». Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2010. Т. 2. – 494с.

20. Никонов Ю.В. Межполушарная асимметрия головного мозга и квантовые статистики при алкогольной зависимости // Асимметрия. 2010. Т. 4. № 1. – (С. 12 - 23).

21. Никонов Ю.В. Квантовые статистики и время при алкогольной зависимости //Формы и смыслы времени (философский, теоретический и практический аспекты изучения времени): сб. научн. тр./под ред. В.С.Чуракова (серия «Библиотека времени». Вып. 7) – Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2010. – (С. 379 - 390).

22.Почепцов Г.Г. Информационные войны.– М.: «Рефл-бук», К.: «Ваклер», 2000.– 576с.; Почепцов Г.Г.Революция. com. Основы протестной инженерии. М.: Издательство «Европа», 2005.

23.Растрогуев С.П. Философия информационной войны.– М.: Московский психолого-социальный институт, 2003.– 496с.

24.Ромашко С. Оружие завтрашнего дня/2//Логос. 2003.№1 (36). Спецвыпуск «Война». – (с.4-9).

25.Сорокина Е., Федотченко Ю., Чебаненко К. В социальных сетях. Twitter – 140 символов самовыражения.– СПб.: Питер, 2011. –144с.: ил.

26.Хардт М., Негри А. Империя/Пер. с англ., под ред. Г.В.Каменской, М.С.Фетисова.– М.: Праксис, 2004.– 440с.

27.Штайншаден Я. Социальная сеть. Феномен Facebook/Пер. с нем. Н.Фрейман.– СПб: Питер, 2011.– 224с.

28.Control + Shift: Сборник статей.– М.: Новое литературное обозрение, 2009. – 336 с., ил.

29. Alicea J, Oreg Y., Refael G., von Oppen F. and Fisher M. P. A. Non-Abelian statistics and topological quantum computation in 1D wire networks. [arXiv:1006.4395v1](https://arxiv.org/abs/1006.4395v1).

30. [Asano M.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1), [Basieva I.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1), [Khrennikov A.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1), [Ohya M.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1), [Yamato I.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1) A general quantum information model for the contextual dependent systems breaking the classical probability law. [arXiv:1105.4769v1](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1)

31. Bianconi G., Barabasi A.– L. // Phys. Rev. Lett. – 86, 2001. – P. 5632.

32. Bianconi G. Quantum statistics in complex networks // Phys. Rev., E 66, 2002. – P. 056123.

33. Bianconi G., Raymede Ch. Quantum mechanical formalism for biological evolution. [arXiv:1011.1523v1](https://arxiv.org/abs/1011.1523v1).

34. D-Wave Systems sells its first Quantum Computing System to Lockheed



Martin. May 25, 2011 // Corporation/  
<http://www.dwavesys.com/en/pressreleas.html>

35. Derrida B., Lebowitz J. L. // Phys. Rev. Lett. – 80, 1998/ – P.209.

36. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. Agents with Left and Right Dominant Hemispheres and Quantum Statistics. // Phys. Rev. E 71, 2005. – P. 016138.

37. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. On ultrametricity and symmetry between Bose-Einstein and Fermi-Dirac systems // AIP Conf. Proc.,– 826, issue 1, 2006. – P. 55–64.

38. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu., Terentyeva S.S. Indications of a possible symmetry and its breaking in a many-agent model obeying quantum statistics// Phys. Rev., E 77, 3, 2008. – P. 031126.

39. Hooyberghsa H., Van Lombeeka S., Giuraniuca C., Van Schaeybroeck B. and Indekeua J. O. Ising model for distribution networks. 2011. arXiv:1105.5329v1

40. Perseguers S., Lewenstein M., Acín A., Cirac J. I. Quantum random networks. Nature Physics, 2010; DOI: [10.1038/NPHYS1665](https://doi.org/10.1038/NPHYS1665)

41. Trebst S., Ardonne E., Feiguin A., Huse D.A., Ludwig A.W.W., Troyer M. Collective States of Interacting Fibonacci Anyons // Phys. Rev. Lett. 101, 2008. – P. 050401– 050401-4.

42. Wung – Hong Huang. Boson-fermion transmutation and the statistics of anyon. // Phys. Rev., E 51, 1995. – P. 3729 - 3730.

УДК [004.77:316.35]:303.09

## **Когнитивное моделирование на основе рефлексивных игр Лефевра в онлайн-социальных сетях**

**©Никонов Ю. В., Чураков В.С., 2015**

Когнитивистика (когнитивная наука) (лат. *cognitio* — познание) — определяется как междисциплинарное научное направление, объединяющее теорию познания, когнитивную психологию, нейрофизиологию, когнитивную лингвистику и теорию искусственного интеллекта. Ключевым техническим достижением, сделавшим когнитивистику возможной, стали новые методы сканирования мозга. Томография и другие методы впервые позволили заглянуть внутрь мозга и получить прямые, а не косвенные данные о его работе. Наблюдаемый сейчас прогресс в когнитивистике сулит надежды описать и объяснить процессы в мозгу человека, ответственные за высшую нервную деятельность, что позволит создать системы так называемого сильного искусственного интеллекта, который будет обладать способностями к самостоятельному обучению, творчеству, свободному общению с человеком.

В философии искусственного интеллекта (ИИ) спор сильного ИИ (Джон Сёрль) против слабого ИИ развивается вокруг гипотезы о том, что некоторые формы искусственного интеллекта могут действительно обосновывать и решать проблемы. Теория сильного ИИ предполагает, что компьютеры могут приобрести способность мыслить и осознавать себя, хотя и не обязательно их мыслительный процесс будет подобен человеческому. Напротив, теория слабого ИИ такую возможность напрочь отвергает.

Итак, поскольку когнитивная наука это область междисциплинарных исследований познания, понимаемого как совокупность процессов приобретения, хранения, преобразования и использования знаний живыми и искусственными системами, то аппаратными и программными средствами для когнитивной науки, общими для всех её областей, являются методы матмоделирования на основе биоморфных нейронных сетей. В отличие от классических нейросетей используются нейросети рекуррентные, модулярные, ассинхронные, с немонотонной активационной функцией и т.д. и соответственно, нейроморфный искусственный интеллект.

Когнитивное моделирование подразумевает учет когнитивных аспектов человеческой деятельности при решении задач описания и управления слабоструктурированными объектами и ситуациями. Когнитивный анализ или когнитивный подход не сводится исключительно к применению когнитивных карт (частного случая динамических систем) – взвешенных ориентированных графов. Важнейшим атрибутом когнитивного компьютерного моделирования являются *когнитограммы*, т.е. специальным образом организованная визуализация моделей, данных и результатов моделирования, ориентированная на максимальную активизацию образно-интуитивных механизмов мышления. Самыми распространенными в настоящее время являются *искусственные когнитограммы*, наиболее простым вариантом реализации которых можно считать использование традиционной визуализации результатов в виде разнообразных графиков и диаграмм различной размерности [1]. **(Рис 1).**

Рассматриваемый в этой статье предмет исследования – *когнитивное моделирование в онлайн-социальных сетях*. Онлайн-социальные сети – частный случай социальных сетей, которые подчиняются закономерностям, присущим всем сетям. Под социальной сетью [1] понимают наличие социальной структуры, состоящей из узлов (обычно это лица или организации), которые связаны одним или более типами взаимозависимости, такими, как ценности, взгляды, мнения, идеи, дружба, финансовые взаимоотношения, конфликты, торговля и т.д. В настоящее время широко известны соцсети *Facebook, Twitter*, российские – «*В контакте*», «*Одноклассники*», «*Мой Мир*». Специалисты в сфере социальных сетей оперируют терминами «узлы» и «связи». Узел – это отдельный агент в пределах этой сети. Связи – отношения между узлами. Агент соцсети – человек, взаимодействующий с технической системой, поведение которого в определенной степени начинает зависеть от свойств сети и того сообщества, которое он выбрал. Психологические свойства, возможности человека лимитируют параметры, скорость обработки информации в сети.

Существует ряд сетей, систем, в которых нарушаются классические законы вероятности. Например, к ним относятся контекстуально-зависимые адаптивные системы. Так, авторы статьи [15] представили новую математическую формулу для вычисления ве-

роятности в таких системах, с помощью понятия адаптивной динамики и квантовой теории информации. А в статье [14] авторы находят эквивалентность между квантовым и классическим описанием ряда сетевых топологий, которым соответствуют энтропия фон Неймана (квантовое описание) и энтропия Шеннона (классическое описание). В сложной сети различные группы узлов могут существовать в течение разного количества времени, что имеет большое значение для выявления эволюционной истории сети.

Основные примеры контекстуально-зависимых явлений могут быть найдены в квантовой физике, но в последнее время подобные явления, с квантовоподобными (КП) свойствами были обнаружены в [2; 8; 17; 18] процессах, изучаемых биологами, социологами, экономистами, лингвистами, психологами, психиатрами и т.д. Моделирование КП процессов (в том числе – характеристик социальных сетей) возможно с помощью процессов квантовых, которые описываются тождественными математическими закономерностями. Пока для этого используют «обычные» компьютеры, но идет работа над компьютерами квантовыми, которые предназначены и для моделирования иных квантовых и КП состояний [13].

С 2007 года развивается русскоязычный ресурс «А-я-яй. ру» [<http://iii.ru/about>, 2011] [11] (компания «Наносемантика») – сайт, по утверждению авторов, с помощью которого можно создать виртуальных персонажей (инфов), которые понимают обычную речь (пока набранные на клавиатуре тексты). Применяемые технологии позволяют учить инфов новым знаниям, придавать распознаваемые по их внешнему виду и речи нужные черты характера. Для своего инфа можно выбрать внешний вид, обучить инфа отвечать на разнообразные вопросы, вынести его на свой сайт, в блог или социальную сеть. Инф может быть вторым «я» пользователя, которое разговаривает в блоге, пока нет «хозяина», а может быть помощником: секретарём, консультантом в Интернет-магазине, сотрудником службы техподдержки. Сеть инфов – своеобразная модель соцсети – инфы общаются друг с другом, выстраивают рейтинги предпочтений и т.д. Постоянно проводится работа по развитию проекта: становится больше «рас» и модификаций инфов, воплощения инфов для разных социальных сетей, работа инфов в ICQ и других мессенджерах, соревнования инфов по умению вести дискуссию, автоматическое обучение по текстам и веб-страницам, функции переводчиков, энциклопедистов.

Возможно, за этим направлением развития сетей (развитие тенденции к множественному, все более сложному представлению личности) – большое будущее. Пока проект «А-я-яй. ру» более востребован детьми и подростками в игровых целях, но и первый полет братьев Райт мало походил на перелет через океан современного авиалайнера. **(Рис 2).**

По мнению Сергея Переслегина фазовый переход человеческого общества (преодоление постиндустриального барьера) может пройти по самому человеку, внутри его личности. Так архаическое сознание воспитанного в традиционном обществе боевика, в сочетании с использованием Интернет-технологий, социальных онлайн-сетей, спутникового телефона, системы ориентации, наведения и т.д. может таить много сюрпризов [10].

А.А. Ежовым и А.Ю. Хренниковым предложено [3; 17; 18; 19] **(Рис. 3)** моделирование методами статистической физики и нахождения равновесных состояний в социальных сетях, состоящих из взаимодействующих агентов с различными профилями функциональной асимметрии головного мозга (ФА ГМ). Гипотеза о связи этических систем по В.А. Лефевру [6; 7] с доминантностью полушарий головного мозга позволила им использовать теорию рефлексивных структур в социальных моделях вообще и в моделях социальных сетей в частности [3]. Согласно гипотезе агенты модели – это люди, которые работают, общаются, создают ценности и обмениваются ими. Причем, агенты стремятся сохранить свой физический и ментальный ресурс. При обмене они могут удерживать часть имеющегося ресурса и обладать такой, связанной со временем характеристикой, как память. Двум базовым стратегиям агентов соответствуют две квантовые статистики (Бозе – Эйнштейна и вариант статистики Ферми – Дирака). Две квантовые статистики основываются на наличии притяжения и отталкивания агентов. Конкурентная среда у левополушарных людей отражена в модели в отталкивании фермионов, а кооперация правополушарных соотносится с притяжением бозонов. Самовоздействие агентов формально приводит к смене их доминантности. Такая же смена может быть естественно введена в модель в случае, когда используемая агентом стратегия должна быть немедленно изменена из-за возникновения риска потери того из ресурсов, на сохранение которого данная стратегия не ориентирована [3].

В.А. Лефевром введено понятие рефлексивных игр, описывающих взаимодействие субъектов (агентов), принимающих решения на основании иерархии представлений о существенных параметрах, представлений о представлениях и т.д. Рефлексивные игры дают возможность моделировать поведение рефлексивных субъектов. Построение и анализ формальных моделей рефлексивных игр позволяют с единых методологических позиций формулировать и решать задачи анализа и синтеза эффективных информационных воздействий в разных ситуациях коллективной деятельности. Язык графов рефлексивной игры является удобным средством единообразного описания эффектов рефлексии [7; 9].

Агент модели имеет две доминирующие цели – выжить (ориентация на потребление материального ресурса) и остаться человеком (ориентация на сохранение самоуважения, профессионализма). Он совершает этический выбор. Существует модель игрового взаимодействия двух агентов, выбор которых из двух возможных альтернатив осуществляется с учетом двух аспектов: утилитарного и этического. Модель этического выбора может описываться в рамках рефлексивной игры (например, как взаимодействие двух агентов с разными стратегиями или даже взаимодействие двух агентов-субличностей одной личности) [9]. Таким образом, историю агента можно представить в виде трехсимвольной последовательности. Исходя из допущения, что мозг работает только с бинарными кодами, трехсимвольные последовательности (из чисел 1, 2 и 3) проектируются на бинарные. Из этого следует, что: 1) В каждом случае информация о событиях станет неполной; 2) Выбор бинарной кодировки станет неопределенным. Авторами модели проведено компьютерное моделирование и вычисление некоторых ультраметрических свойств пространств историй агентов, характеризующих их иерархичность (с визуализацией результатов). Выяснено, что агенты меняют свои свойства в результате нетривиального фазового перехода. Если предложение ресурсов мало отличается в разных профессиональных нишах, то обе кодировки дополнительны для ансамблей обоих типов агентов. Если же распределение материального ресурса достигнет высокой степени неравенства, то симметрия наборов памяти двух типов однородных агентов нарушится. В обществе с резко неравномерным предложением материального ресурса, у агентов возникают специфические для них кодировки памяти, то есть появ-

ляются две несовпадающие истории событий [3]. Представляется, что многоагентная модель может описывать и фазовый переход человечества в новое «постсингулярное» состояние. Причем этот переход совершит именно часть человечества, значительное количество останется на уровне прежней фазы развития.

Согласно Владимиру Лефевру, известному и как автор монографии «Космический субъект» [6] (Рис. 4), ментальные феномены – вид существования термодинамических характеристик нейронных сетей, проводящих вычислительные процессы. Связь между каким-либо ментальным процессом и функционированием реальных нейронных сетей подобна связи между температурой некоторого объема газа и конкретным индивидуальным движением составляющих его частиц. Он пишет об успешном применении модели Изинга, созданной для теоретического представления физических процессов, протекающих в твердых телах, для описания вычислений в формальных нейронных сетях. Существенно, что модель Изинга применяется и в моделях социальных сетей [4; 20].

Негомогенные сложные сети с различными свойствами узлов [17] демонстрируют смешанную квантовую статистику (статистику анионов). Дж. Бьянкони [15; 16], Бьянкони и Барабази [14] показали, что статистика Бозе – Эйнштейна описывает и растущую (путем добавления и удаления новых узлов) Интернет-сеть. При математическом моделировании изменяющихся сетей, в том числе эволюционирующих популяций, имеющих и не имеющих разделение по половому признаку, ей найдены глубокие связи между математикой биологической эволюции и формализмом квантовой механики. Ей же установлено что распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака, как частные случаи эволюционирующих сетей, описывают стационарные состояния биологических популяций в простых случаях. Математические модели Дж. Бьянкони [15; 16] могут быть полезными и для формализации динамики социальных сетей, возможного перехода их в «постсингулярное» состояние.

В последнее время усиленно изучаются (теоретически и практически) неабелевы анионы [12] (к ним относятся анионы Фибоначчи и анионы Изинга), для коллективных состояний которых возможны фазовые квантовые переходы. Анионы – квазичастицы, «топологические солитоны», «возбуждения», «вихри», в 2 – мерной (2-D) системе сильно скоррелированных электронов, на-

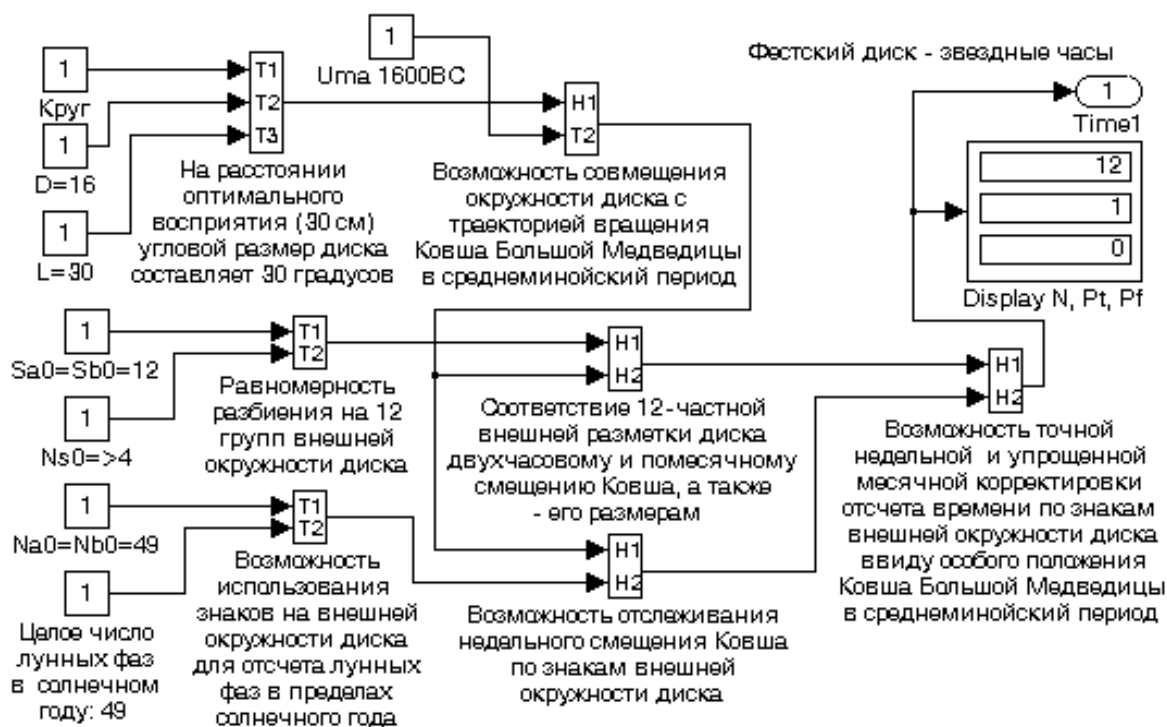
ходящихся в мощном магнитном поле, при температуре, близкой к абсолютному нулю. Квазичастицы предполагается использовать для создания топологических квантовых компьютеров, которые смогут, в частности, моделировать иные квантовые и квантово-подобные состояния.

Многоагентная модель А.А. Ежова и А.Ю. Хренникова – частный случай эволюционирующей сети, применимый к динамике социальных сетей, в том числе – сетей интернета [21]. Согласно их модели, в обществе с резко неравномерным предложением материального ресурса, у агентов возникают специфические для них кодировки памяти. Неравенство доступа к Интернет-ресурсам – онлайн-социальным сетям может, в соответствии с данными Ежова и Хренникова, вести к фазовому переходу с резким сдвигом установок поведения масс людей. Социальные сети могут иметь КП свойства статистик Бозе – Эйнштейна, Ферми – Дирака, анионов. Предполагается с целью моделирования некоторых КП аспектов социальных сетей использовать математический аппарат топологических квантовых фазовых переходов квазичастиц в 2-D системах (что возможно при помощи «обычных», не-квантовых компьютеров). Возможно, именно в этой сфере оптимально моделирование перехода к когнитивной, постсингулярной фазе развития человеческого общества.

Модель Ежова-Хренникова – возможная формализация этих процессов. Изучение квантовоподобных свойств, переменной топологии психики и социальных сетей важны для более глубокого понимания природы человека, перспектив его развития. Социальные сети могут послужить основой для организации рефлексивно-активных сред инновационного развития с соответствующими технологиями. Социальные сети – частный случай активных сред инновационного развития, ориентированных на множественные распределенные источники инноваций. Вышеуказанные положения, кроме теоретического значения могут послужить вкладом в фундамент VII социогуманитарного технологического уклада в России (в настоящее время идет подготовка к переходу к VI технологическому укладу – внедрение нано-, био-, информационных и когнитивных технологий). В том числе, это развитие тенденции к множественному представлению личности в сетях с квантово-подобными свойствами. По мнению В.А. Лепского [5] (Рис. 6), есть серьезные основания полагать, что технологиями седьмого



технологического уклада будут социогуманитарные технологии и в первую очередь – технологии формирования новых форм жизнедеятельности, конструирования социальной реальности. Возможно, это произойдет, наряду с иными изменениями, в результате фазового перехода ныне существующих социальных сетей, выходя на первый план малоизвестных широкому кругу Интернет-технологий типа технологии «инфов».



**Рис.1. Пример когнитивной карты:**

Фрагмент аргументационной схемы по проблеме Флэпского диск: когнитограмма гипотезы о возможности использования диска в качестве звездных часов.



**Рис. 2. Инфы**

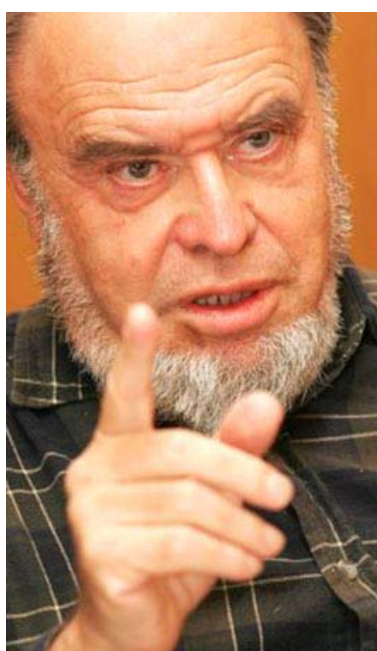


**Ежов А.А.**



**Хренников Ю.А.**

**Рис.3**



**Лефевр В.А.**

**Рис. 5.**



**Джинестра Бьянкони**

**Рис.6.**



**Лепский В.А.**

**Рис.4.**

## Литература

1. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: Физматлит, 2010. – 228 с.
2. Данилов В.И. Моделирование некоммутирующих измерений // Журнал новой экономической ассоциации. 2009. № 1– 2. – (С.10 - 36).
3. Ежов А.А., Терентьева С.С. Асимметрия мозга, неравенство и многоагентные модели // Современные направления исследований функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – М.: Научный мир, 2010. – (С.20 - 24).
4. Згуровский М.З., Померанцева Т.Н. Методы принятия решений в социальных системах на основе спиновых моделей Изинга // Проблемы управления и информатики. 1995. № 1. – (С.89 - 97).
5. Лепский В. Е. Рефлексивно-активные среды инновационного развития. – М.: Изд-во «Когито-Центр», 2010. – 255 с.
6. Лефевр В.А. Рефлексия. – М.: «Когито-Центр», 2003. – 496 с.
7. Лефевр В.А. Лекции по теории рефлексивных игр. – М.: «Когито-Центр», 2009. – 218с.
8. Никонов Ю.В. Квантовые статистики и время при алкогольной зависимости // Формы и смыслы времени (философский, теоретический и практический аспекты изучения времени): сб. научн. тр./под ред. В.С.Чуракова (серия «Библиотека времени». Вып. 7) – Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2010. – (С. 379- 390).
9. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексивные игры. – М.: СИНТЕГ, 2003. – 160 с.
10. Переслегин С., Преслегина Е. Война на пороге. Гильбертова пустыня. – М.: Изд-ва Эксмо, Яуза, 2007. – 664 с.
11. Сайт <http://iii.ru/about>.
12. Alicea J., Oreg Y., Refael G., von Oppen F. and Fisher M. P. A. Non-Abelian statistics and topological quantum computation in 1D wire networks. 2010. [arXiv:1006.4395v1](https://arxiv.org/abs/1006.4395v1).
13. [Asano M., Basieva I., Khrennikov A., Ohya M., Yamato I.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1) A general quantum information model for the contextual dependent systems breaking the classical probability law. 2011. [arXiv:1105.4769v1](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1)

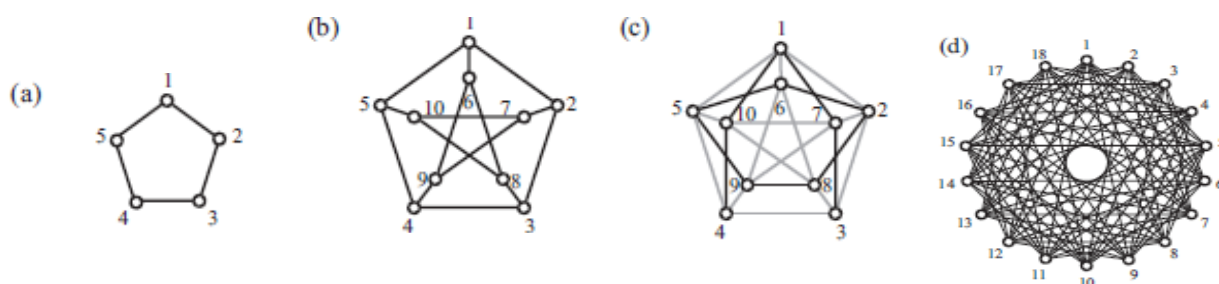
14. Bianconi G., Barabasi A. – L. // Phys. Rev. Lett. – 86, 2001. – P. 5632.
15. Bianconi G. Quantum statistics in complex networks // Phys. Rev., E 66, 2002. – P. 056123.
16. Bianconi G., Raymede Ch. Quantum mechanical formalism for biological evolution. 2010. [arXiv:1011.1523v1](https://arxiv.org/abs/1011.1523v1).
17. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. Agents with Left and Right Dominant Hemispheres and Quantum Statistics. // Phys. Rev. E 71, 2005. – P. 016138.
18. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. On ultrametricity and symmetry between Bose-Einstein and Fermi-Dirac systems // AIP Conf. Proc. – 826, issue 1, 2006. – P. 55– 64.
19. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu., Terentyeva S.S. Indications of a possible symmetry and its breaking in a many-agent model obeying quantum statistics// Phys. Rev., E 77, 3, 2008. – P. 031126.
20. Hooyberghsa H., Van Lombeeka S., Giuraniuca C., Van Schaeybroeck B. and Indekeua J. O. Ising model for distribution networks. 2011. arXiv:1105.5329v1
21. Perseguers S., Lewenstein M., Acín A., Cirac J. I. Quantum random networks. Nature Physics, 2010; DOI: [10.1038/NPHYS1665](https://doi.org/10.1038/NPHYS1665)

УДК 519.17

## Моделирование временных социальных сетей (аналитический обзор литературы)

©Никонов Ю.В., Чураков В.С., 2015

**Введение.** Представляемая работа – аналитический обзор современной англоязычной литературы по заявленной в статье «Темпоральность в онлайн-социальных сетях» теме (сборник научных трудов «Время и информация» под редакцией В.С. Чуракова за 2011 год) [102]. Исследование временных моделей социальных сетей, их характерных особенностей значимо и с теоретических, и с чисто практических позиций (не случайно появился новый термин – «сетевые революции»). Динамика потоков информации, передаваемых через социальные онлайн-сети, электронные письма, звонки мобильного телефона, все больше привлекает внимание исследователей [29,30,35,68,85]. Сверхактуальным стало изучение современных механизмов массовой мобилизации людей, стоящих за «Осциру Wall Street», протестных движений «арабской весны» или российской «белой зимы» – Twitter, Facebook, русскоязычные «В контакте» и других интернет-сервисов. Временной подход к моделированию сетей обычно основывается на теории графов. Социальная сеть может быть представлена как граф с конечным множеством вершин (агентов модели, соединенных ребрами, которые отражают взаимодействие агентов) [20,43,60,75,86]. Топология сети, временная структура активности ребер в моделях отражает динамику передачи информации в онлайн-социальных сетях.



### Примеры графов

Во многих случаях ребра соединяющие вершины модели не являются активными постоянно, непрерывно. Нередко ребра модели активны в течение незначительных промежутков времени. Например, в коммуникативных сетях электронной почты, звонков

мобильных телефонов, ребра представляют последовательности кратковременных контактов, длительностью которых можно пренебречь. В рамках теории графов возможно моделирование и нетривиальных, неклассических – квантовых и квантовоподобных (КП) свойств социальных сетей. Причем, КП свойства имеют два источника – топология собственно сети [13,28,67,92] и КП свойства психики людей, взаимодействующих через эту сеть [24,54,80,81,84,90,94]. Временные сети, временные социальные сети – всегда предмет междисциплинарных исследований. В науке о временных сетях складывается собственная, не всегда «устоявшаяся», отличная от применяемой в исследовании статичных сетей, терминология – d-графы (т.е. динамические графы), временные графы, развивающиеся графы, изменяющиеся во времени графы, соединенные временными отношениями графы, временная длина пути и т.д. [5,25,29,30,45,59].

При моделировании социальных сетей как графов, можно оценить, как влияет одна часть сети другую, какие вершины играют главные роли в изменении системы, и т. д. [5,6,8,12,14,35,46,59]. Модель может быть более реалистичной, если включает дополнительные иерархические уровни и детали, например вероятностные веса ребер во взвешенных сетях [40,64,78], или положение вершины в пространственных сетях [7,73].

В статичных сетях, ориентированных или неориентированных, если узел А непосредственно связан с узлом В, и В непосредственно связан с С, то А косвенно связан с С через В. Однако, во временных сетях, если ребро (А, В) является активным только в более поздний момент времени, чем ребро (В, С), то А и С остаются разъединенными. Таким образом, фактор времени может иметь существенное значение в моделировании даже простейших связей узлов и их корреляций в динамических системах. Первостепенную важность для моделирования может иметь наличие пульсирующего, прерывисто во времени функционирующего ребра [30]. Вершины модели также могут быть активными непостоянно, периодически, но обычно это отражено в функционировании ребер. В тоже время динамика системы может быть смоделирована и как ветвящийся процесс [56], что имеет место во многих сетевых моделях. Это и распространение инфекционных болезней [38], и, математически идентичное с эпидемиями «заразных» болезней распространение по социальным сетям призывов к тем или

иным действиям, новых идей, слухов и т.д.) [21,91]. С другой стороны временной подход к моделированию оптимален не всегда. Если темп изменений динамической системы в сети слишком быстр по сравнению с темпом изменения сетевой инфраструктуры, тогда нет никакой необходимости моделировать инфраструктуру как временную сеть. Наглядный пример – сеть интернета, в котором информационные пакеты данных перемещаются намного быстрее, чем изменяется топология самой сети [30].

Существуют различные типы временных сетей. Для временного подхода к моделированию сетей хорошо подходят базы данных онлайн-коммуникации (контакт двух человек, последовательные контакты между двумя пользователями сети – «лицом к лицу») [16,34,71,97]. Такие базы данных часто представлены в виде списков сообщений от одного человека другому с учетом времени контакта, или в диалоге между двумя людьми в пределах определенного временного интервала. Первый тип содержит сети электронных писем [33,61], текстовые сообщения мобильного телефона [93], «мгновенные» сообщения на онлайн-форумах [47]. Телефонные звонки, контакты, естественно, не мгновенны, имеют определенную продолжительность, однако, во многих случаях продолжительностью вызовов-контактов можно пренебречь и учитывать их как мгновенные.

Другой тип временной сети: один источник – многие реципиенты информации. Например – радиопередача (в том числе и через интернет), когда информации передается любому, имеющему техническую возможность для ее приема [30]. Еще один тип распространения информации между людьми, моделирование которого полезно с учетом временного подхода к сети – распространение информации о событиях в блогах [95] или микроблогах [47].

Проведенные Либен-Новеллом и Клайнбергом исследования электронных писем, когда письма передаются по цепочке агентов – промежуточная форма информационной передачи, между вышеупомянутыми типами передачи информации [52].

Во временном графе пути распространения информации обычно определены как последовательности контактов с «неуменьшающимися» временами. Действительно, время, прошедшее после какого-то события, например, контакта в социальной сети, может только нарастать. Важно уметь определять набор вершин модели, которые могут быть достигнуты в процессе распростра-



нения информации с учетом определенного времени их достижения – «достижимость» [30]. Например, набор вершин модели, которые могут в принципе подвергнуться заражению компьютерным вирусом за определенный интервал времени.

Фундаментальное понятие временного графа было введено в исследованиях распределенных вычислений. Существуют различные типы распределенных вычислительных систем, но они все состоят из независимых вычислительных единиц, соединенных в сеть [22]. Центральная проблема в этой области – отслеживание давности информации. Может использоваться вариант, когда вершины в процессе контакта обновляют информацию друг друга. Важный показатель – полная «скорость» временной сети, то есть показатель того, как быстро вершины могут «в среднем» передать что-то вдоль последовательности контактов. Некоторые авторы говорят о «расстоянии» и «длине» как времени, измеренного, например, в секундах и днях. Коссинетс и др., например [42], определяют «расстояние» между двумя вершинами как самую короткую продолжительность времени достижения контакта.

Литературы по статическим графам значительно больше, чем о временных графах, по естественной причине: обычно статические графы легче проанализировать, особенно аналитически. Но ситуация меняется. Подход к анализу временных графов должен учитывать и топологические и временные свойства сети [59]. Самый простой путь к этому состоит в том, чтобы накопить данные о контактах за некоторое время, чтобы сформировать ребра. Например, исследователи разделяли время на сегменты (временные интервалы) и изучали структуру контактов по этим сегментам [73]. Подобный подход оптимален в случаях, когда топологические аспекты сети более важны, чем временные [35].

Исследователями разработан целый ряд моделей временных сетей. Так модель стохастического формирования пары впервые была применена для сетей сексуальных контактов в Интернете [71,72]. Подобные модели применяются и в других областях человеческой деятельности. Представляют интерес «динамические случайные модели графа с памятью» достаточно давно предложенные Т.С. Туровой [88], использующая структура которых удобна для проведения аналитических вычислений [78,79].

Структура модели в виде временных показательных случайных графов, представлена, например, в [40], где учитывается ве-



роятность контактов, которые происходят между парой вершин в данном интервале времени. Точно так же как у его статического аналога, у временного показательного случайного графа есть связь с моделью Изинга [32]. Модель в виде временного показательного случайного графа может использоваться как порождающая модель для построения структуры последовательности контактов социальных сетей. Нельзя не отметить рандомизированные эталонные модели [38], модели, отражающие типичные циркадные и еженедельные ритмы деятельности человека [36,54], рандомизированные контакты с дистанционным управлением – Карзай и др. [38].

Для моделирования социальных сетей Стеле, Баррет и Бьянкони [82,83] использовали структуру, в которой ребра представляют некоторые изменяющиеся социальные связи (например, в контактах типа «лицом к лицу»). Их подход базируется на учете ожидаемых изменений числа людей в группах. Иллюстрация подхода: «чем дольше агент взаимодействует с группой, тем меньше вероятность его ухода из нее; чем больше агент изолирован, тем менее вероятно продолжение его взаимодействия с группой».

На свойствах временных графов основаны модели распространения компьютерных или биологических вирусов, новостей, слухов, которые передаются через физические контакты, интернет-контакты или социальные сети. Для модели важна структура сообщества, корреляции между силами связи внутри сообществ, их топология [60,64,87,96,97,99,101]. В статичных сетях процесс передачи «инфекции», в конечном счете, «заразит» все вершины, которые в принципе могут быть достигнуты из первоначального источника, и, таким образом, определяющий фактор в этом контексте – скорость распространения «инфекционного» агента. В модели с временным измерением зараженные люди могут выздоравливать и становиться неуязвимыми к инфекции (прямая аналогия с распространением идеологий). Структура сети в этом случае зависит от взаимодействия между двумя показателями (скорости заражения и скорости восстановления – «выздоровления»). Есть и более сложные версии модели, где невосприимчивость к «заражению» не является постоянной и люди, могут снова становиться восприимчивыми к заражению через некоторый интервал времени. Применение таких моделей к статическим сетям эквивалентно предположению, что все взаимодействия между

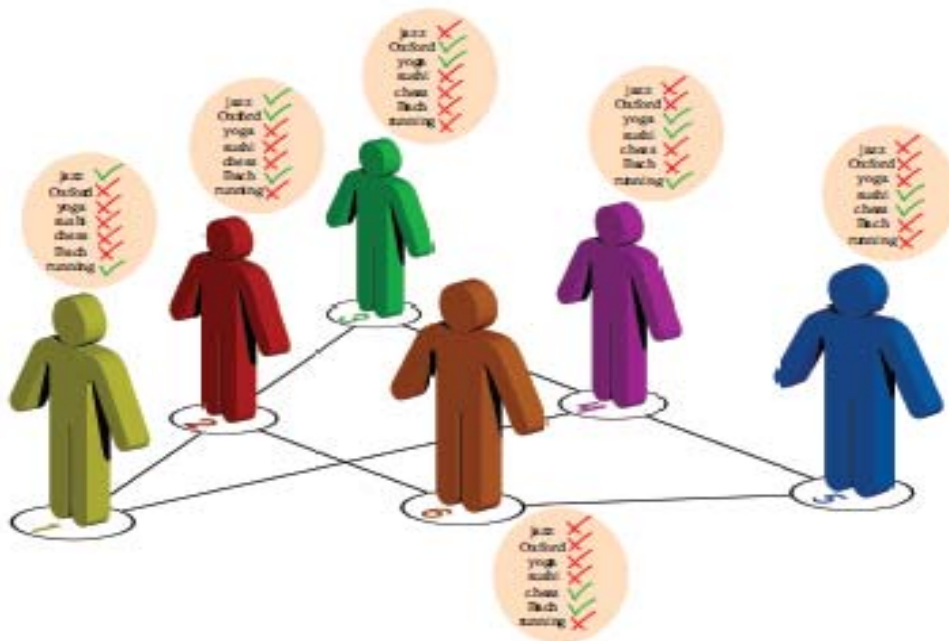
вершинами однородны во времени. Однако, в действительности обычно это не так. Есть увеличивающийся корпус данных по очень большой разнородности временных свойств социальных взаимодействий – обычны пульсирующие, прерывистые коммуникации, осуществляющиеся через электронную и физическую почту [33,83], мобильные телефонные звонки и текстовые сообщения [16,18,34,38,57,93]. Добавляют временной неоднородности социальным сетям ежедневные и циркадные ритмы человека [12,36,38,44,48,54,57,61].

Динамика человеческого общения почти всегда пульсирующая, поэтому практически всегда отличается от распределения Пуассона. Мин, Гох и Васкес [56] изучили модель с закономерными распределениями межсобытийных временных интервалов, в которой структура сети рассматривается как древовидная. Эмпирические доказательства для иного, чем Пуассоновское распространения динамики было проведено, в частности, Ирибарреном и Моро [33]. Они выполнили эксперимент, где свыше 30000 человек отправляли текстовые послания по электронной почте. Было установлено, что за медленную динамику распространения информации в сети ответственен большой разброс во временах отклика–ответа. В их эксперименте, подписчики на информационный бюллетень онлайн вознаграждались за то, что рекомендовали эту подписку через электронную почту своим друзьям. Традиционные аналитические эпидемические модели потерпели неудачу в предсказании скорости и динамики числа людей, получивших и отправивших подобное сообщение. Однако наблюдаемая медленная динамика была хорошо описана немарковской ветвящейся моделью.

Карзай и др. [38] обеспечили дальнейшее понимание влияния временной разнородности на динамику распространения информации, исследуя поведение моделей. Моделировалась динамика реальных звонков мобильных телефонов и сообщений электронной почты с учетом их временной и структурной неоднородности [57]. Роха и др. не обнаружили замедления эпидемического распространения информации в их базе данных с неоднородной временной структурой [71,72] сексуальных контактов в Интернете. Мирителло и др. [57] использовали записи телефонных разговоров мобильных телефонов (9 миллиардов звонков 20 миллионов пользователей) в своих исследованиях по моделированию распро-

странения информации и обнаружили их несоответствие распределению Пуассона [38].

Наконец, эффект, подобный замедлению распространения информации в неоднородных во времени сетях человеческого общения, наблюдался и у муравьев. В [11] временные сети были построены на основании 30-минутных видеозаписей муравьев в 6 колониях, отслеживающих все контакты между отдельными муравьями. Были найдены существенные отличия от данных кинетической модели, где муравьев рассматривали как частицы идеального газа, которые беспорядочно сталкиваются и изменяют направление движения. Интересна работа по моделированию Кампа [37], где автор предлагает структуру, годную для моделирования распространения информации и реального процесса распространения инфекции во временных сетях. В статистической теории сети [79] есть методы, использующие топологию сети, чтобы идентифицировать ключевые цели для проведения прививок. Ли и др. [51] предложили схему прививок с учетом времени. Временная структура становится особо важной для моделирования, если в сети имеются неоднородности структуры и корреляции последовательностей контактов между вершинами. Для моделирования подобных сетей иногда создают модели с КП свойствами (например, со свойством «запутанности») [17,41,66], интерференции [77], квантовыми статистиками [15,28].



**Классическая социальная сеть. Актеры – вершины графа, соединены ребрами**

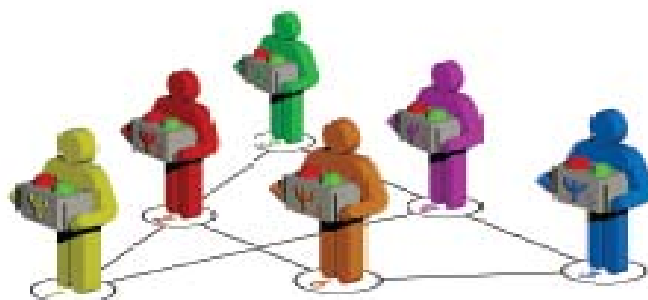
## Квантовоподобные сети

Существует ряд сетей, систем, в которых нарушаются классические законы вероятности. Например, к ним относятся контекстуально-зависимые адаптивные системы [11,25,26,55,62,69,70,99]. Так, авторы статьи [3] представили новую математическую формулу для вычисления вероятности в таких системах, с помощью понятия адаптивной динамики и квантовой теории информации. А в статье [2] авторы находят эквивалентность между квантовым и классическим описанием ряда сетевых топологий, которым соответствуют энтропия фон Неймана (квантовое описание) и энтропия Шеннона (классическое описание). Целый ряд работ посвящен проблеме энтропии социальных сетей [9,98,100]. В сложной сети, различные группы узлов могут существовать в течение разного количества времени (иметь различный «возраст»), что имеет большое значение для выявления эволюционной истории сети [10,23,27].

Теория информации Шеннона и классическая теория вероятности игнорируют семантические аспекты информации. Такая стратегия вполне успешна в описании передачи информации, поэтому стала основой теории современной телекоммуникации и технологии передачи в сети. Внедрение Web 2.0 существенно изменяет способы общения в сети [53,54]. Facebook стал точкой сборки в повседневной жизни многих людей, соединяя их в сообщества, решающие общие проблемы и выполняющие некоторые задачи. Новости и комментарии о стихийных бедствиях (например, связанных с цунами), и политических событиях (например, антиправительственных протестах) в Twitter [47,77] передаются быстрее, чем в традиционных СМИ. В результате на первый план выходит социальный аспект передаваемой информации. Семантический и человеческий фактор становится настолько важным, что им уже нельзя пренебречь [1,3,19,90].

Динамичные социальные сети слишком сложны, чтобы их могла бы описать любая классическая вероятностная модель. Есть существенное различие между передачей социальной информации и передачей физической информации. Передача информации от узла к узлу в социальной сети - проявление социального взаимодействия [4]. Последние годы масса исследований проводилась для того, чтобы обнаружить в сетях мезоскопические структуры в виде взаимодействующих сообществ, кластеров, об-

разующихся при передаче информации в социальных сетях, в тех случаях, когда мысли, чувства или действия человека разделяются множеством других людей [1,20,58,73,96]. Многие недавние исследования посвящены передаче социально-значимой информации в социальных сетях [2,5,6]. Имеет значение контекстуальное интерпретирование информации. Ценность информации может резко изменяться и может в большой степени зависеть от того, насколько люди доверяют каналам передачи информации и как их используют [24,47].



**Квантовая социальная сеть может быть визуализирована как классическая социальная сеть, в которой каждый актер – прибор для измерения квантовых состояний.**

### **Квантовые сети**

С помощью квантовых процессов возможно моделирование КП – квантоподобных процессов (в том числе – характеристик социальных сетей), которые описываются тождественными математическими закономерностями. Пока для этого используют «обычные» компьютеры, но идет работа над компьютерами квантовыми, которые предназначены и для моделирования иных квантовых и КП состояний [3,39,67,76,92]. Модели сложных квантовых систем обычно основаны на теории графов [28]. Создание квантовой сети – фундаментальная цель квантовой информатики. Квантовые сети составлены из квантовых узлов, которые могут соединяться между собой классическими или квантовыми коммуникациями [13,15,17]. Разработано несколько схем, использующих запутанность квантовых коммуникаций, такие как телепортация и квантовая криптография (которая позволяет вести действительно безопасную коммуникацию). Когда узлы заключены в небольшой

пространственно области, построение квантовой сети становится тривиальной задачей. Однако, из-за быстрого нарастания декогеренции, коммуникационное расстояние строго ограничено, и коммуникация на больших расстояниях становится невозможной. Становятся необходимы квантовые ретрансляторы. Если узлы удалены на расстояния порядка сотен километров, то это налагает сильные ограничения на параметры квантовой сети [63].

Есть ряд предложений по технологиям квантовых сетей [41,49,50,66,67] основанных на потребности в ретрансляторах [74], необходимых для их устойчивого функционирования [63]. Чтобы построить некоторые типы квантовых сетей используют протоколы квантовой перколяции [17,65]. Так, квантовая версия алгоритма PageRank имеет нетривиальные свойства и значительно выигрывает относительно классической версии. Однако в настоящее время исследования проведены только с маленькими сетями. Вычисления с квантовым PageRank в больших сетях со всеми свойствами сложной реальной сети [63] пока не проводились.

Юлай Грейсманн и Ристо Миккулайнен с факультета компьютерных наук Университета штата Техас (США) построили искусственную нейронную сеть под названием DISCERN, которая умеет запоминать и пересказывать истории. Авторы обучили ее и затем смоделировали несколько гипотетических нейродисфункций, предположительно ответственных за развитие шизофрении, сравнивая произведенные эффекты с реальными отклонениями, наблюдаемыми в группе больных шизофренией [31]. Не исключено, что подобные дисфункции будут возникать в бурно развивающихся социальных сетях с семантическими свойствами.

**Заключение.** Исследование временных сетей, их характерных особенностей, их динамики – всё еще довольно молодая область, и в ней много нерешенных вопросов. В настоящее время разработано не очень много порождающих моделей временных социальных сетей, учитывающих нетривиальные распределения времени межконтактных интервалов, пульсирующую динамику, циркадные и еженедельные ритмы контактов. В некотором смысле, недавние исследования временных сетей иногда входят в противоречие с более ранними работами над сложными сетями [30,59]. Разные динамические системы по-разному чувствительны к временным параметрам. Примером такой динамической системы является распространение информации в социальных се-

тях, которое чувствительно к таким временным характеристикам, как «вспышки» деятельности и временной порядок событий. Для объяснения наблюдаемых временно-топологических корреляций перспективны разработки адаптивных моделей сети [26], использование их КП свойств. Несмотря на технические трудности, ожидается введение в широкую практику квантовых сетей [63]. Моделирование временной структуры социальных сетей – эффективный инструмент для прикладных междисциплинарных исследований.

### Литература

1. Ahn Y., Bagrow J., Lehmann S. Link communities reveal multiscale complexity in networks. *Nature*. 2010. 466. – Pp. 761-764.
2. Anand K., Bianconi G., Severini S. The Shannon and the Von Neumann entropy of random networks with heterogeneous expected degree. 2010. ArXiv: 1011.1565v2.
3. [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](#)
4. Bagrow J., Wang D., Barabasi A.-L. [Collective Response of Human Populations to Large-Scale Emergencies](#). 2011. *LoS One* 6:3. – P. 1-8.
5. Barrat A., Barthelemy M., Vespignani A. Dynamical processes on complex networks. Cambridge University Press. Cambridge UK – 2008.
6. Barrat J., Bianconi G. Dynamical and bursty interactions in social networks. *Phys Rev*. 2010. E 8. – P. 035101.
7. Barthelemy M. Spatial networks. *Physics Reports*. – 2011. 499. - Pp. 1- 101.
8. Basu P., Bar-Noy A., Ramanathan R., Johnson M. Modeling and analysis of time-varying graphs. 2010. ArXiv: 1012.0260.
9. Bianconi G, Coolen A., Perez-Vicente C. Entropies of complex networks with hierarchically constrained topologies. *Phys Rev*. 2008. E 78. – P. 016114.
10. Bianconi G., Pin P., Marsili M. Assessing the relevance of node features for network structure. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009. 106. – Pp. 11433-11438.



11. Blonder B., Dornhaus A. Time-ordered networks reveal limitations to information flow in ant colonies. *PLoS One*. – 2011. 6:e20298.

12. Braha D., Bar-Yam Y. Time-dependent complex networks: dynamic centrality, dynamic motifs, and cycles of social interaction. In T. Gross and H. Sayama, editors, *Adaptive networks: Theory, models and applications*. Springer, Dordrecht. 2008. – Pp. 39 - 50.

13. Cabello A., Danielsen L., Lopez-Tarrida A., Portillo J. Quantum social networks. 2011. ArXiv: 1112.0617v1.

14. Casteigts A., Flocchini P., Quattrociocchi W., Santoro N. Time-varying graphs and dynamic networks. 2010. Arxiv: 1012:0009.

15. Castellano C., Fortunato S., Loreto V. Statistical physics of social dynamics. *Rev Mod Phys*. 2009. 81. – Pp. 591- 646.

16. Cattuto C. et al. Dynamics of person-to-person interactions from distributed RFID sensor networks. *PLoS One*. – 2010 5:e11596.

17. Cuquet M., Calsamiglia J.; Limited-path-length entanglement percolation in quantum complex networks. *Phys. Rev*. 2011.A 83. – P. 032319.

18. Eagle N., Pentland A., Lazer D. Inferring Social Network Structure Using Mobile Phone Data. *Proceedings of National Academy of Sciences*. 2009. 106 (36). – Pp. 15274–15278.

19. Easley D., Kleinberg J. *Networks, crowds, and markets: reasoning about a highly connected world*. Cambridge University Press, Cambridge UK – 2010.

20. Fortunato S.. Community detection in graphs. *Physics Reports*. 2010. 486. – Pp. 75–174.

21. Gautreau A., Barrat A., Barthelemy M. Microdynamics in stationary complex networks. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2009. 106. – Pp. 8847- 8852.

22. Ghosh S. *Distributed Systems: An Algorithmic Approach*. Chapman & Hall. CRC, Boca Raton FL. – 2007.

23. Ghoshal G., Barabási A.-L. [Ranking stability and super-stable nodes in complex networks](#) // *Nature Communications*. 2011. 2. – Pp. 1-7.

24. Goncalves B, Perra N., Vespignani A. Validation of Dunbar's number in Twitter conversations. 2011. ArXiv: 1105.5170v2.

25. Grindrod P., Parsons M., Higham D., Estrada E. Communicability across evolving networks. *Phys. Rev*. 2011. E, 81. – Pp. 046120.



26. Gross T., Blasius B. Adaptive coevolutionary networks: A review. *J. Roy. Soc. Interface.* 2008. 5. – Pp. 259 – 271.
27. [Guime](#) Zh. Et al. Uncovering Evolutionary Ages of Nodes in Complex Networks. 2011. [ArXiv: 1107.1938v1](#).
28. Harrison J., Keating J., Robbins J. Quantum statistics on graphs. 2011. ArXiv: 1101.1535v1.
29. Hil S., Braha D. Dynamic model of time-dependent complex networks. *Phys. Rev. E.* 2010. 82. – P. 046105.
30. Holme P., Saramaki J. Temporal Networks. 2011. ArXiv: 1108.1780v1.
31. [Hoffman](#) R. Using Computational Patients to Evaluate Illness Mechanisms in Schizophrenia // *Biological Psychiatry.* [V. 69. I. 10.](#) 2011. – Pp. 997-1005.
32. Hooyberghsa H. et al. Ising model for distribution networks. 2011. ArXiv: 1105.5329v1
33. Iribarren J., Moro E. Impact of human activity patterns on the dynamics of information diffusion. *Phys. Rev. Lett.* 2009. 103. – P.038702.
34. Isella L. et al. Whats in a crowd? analysis of faceto-face behavioral networks. *Journal of Theoretical Biology.* 2011. 271. – Pp. 166-180.
35. Jackson M. Social and economic networks. Princeton University Press, Princeton NJ. – 2008.
36. Jo H.-H., Karsai M., Kertesz J., Kaski K. Circadian pattern and burstiness in human communication activity. 2011. ArXiv: 1101.0377.
37. Kamp C. Untangling the interplay between epidemic spread and transmission network dynamics. *PLoS Comp. Biol.* – 2010. 6:e1000984.
38. Karsai M. et al. Small but slow world: How network topology and burstiness slow down spreading. *Phys. Rev.* 2011. E. 83. – P. 025102.
39. Kimble H. The quantum internet; *Nature (London).* 2008. 453. – P. 1023.
40. Kolar M., Song L., Ahmed A., Xing E. Estimating time-varying networks. *Annals of Applied Statistics.* 2010. 4. Pp. 94 - 123.
41. Korepin V., Xu Y. Entanglement in Valence-Bond-Solid States. *International Journal of Modern Physics B.* 2010. 24. – Pp. 1361- 1440.
42. Kossinets G., Kleinberg J., Watts D. The structure of information pathways in a social communication network. In Proc. 14th

ACM SIGKDD Intl. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining. 2008. – Pp. 435 - 443.

43. Kostakos V. Temporal graphs. *Physica A*. 2009. 388. – Pp.1007 -1023.

44. Kovanen L. et al. Temporal motifs in time-dependent networks. 2011. ArXiv: 1107.5646.

45. Kuhn F., Oshman R. Dynamic networks: Models and algorithms. *ACM SIGACT News*. 2011. 42. – Pp.82 - 96.

46. Kuwata Y. Decomposition algorithm for global reachability analysis on a time-varying graph with an application to planetary exploration. In *International Conference on Intelligent Robots and Systems*. – 2009.

47. Kwak H., Lee C., Park H., Moon S. What is Twitter, a social network or a news media? In *Proceedings of the 19<sup>th</sup> International World Wide Web Conference*. – 2010.

48. Lahiri M., Berger-Wolf T. Mining periodic behavior in dynamic social networks. In *Eighth IEEE International Conference on Data Mining*. – 2008.

49. Lauritzen B. et al. «Telecommunication-Wavelength Solid-State Memory at the Single Photon Level»; *Phys. Rev. Lett.* 2010. 104. – P. 080502.

50. Lauritzen B. et al. Approaches for a quantum memory at telecommunication wavelengths; *Phys. Rev. A*. 2011. 83. – P. 12318.

51. Lee S., Rocha L., Liljeros F., Holme P. Exploiting temporal network structures of human interaction to effectively immunize populations. 2010. ArXiv:1011.3928.

52. Liben-Nowell D., Kleinberg J. Tracing information flow on a global scale using Internet chain-letter data. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2008. 105. – Pp.4633 - 4638.

53. Liljeros F. Et al. The web of human sexual contacts. *Nature*. 2001. 411. – Pp. 907- 908.

54. Malmgren R., Stouffer D., Campanharo A., Amaral L. On universality in human correspondence activity. In *Science*. 2009. – Pp. 1696-1700.

[55. Marceau V.](#) et al. Adaptive networks: coevolution of disease and topology. 2010. [ArXiv: 1005.1299v1](#).

56. Min B., Goh K.-I., Vazquez A. Spreading dynamics following bursty human activity patterns. 2010. ArXiv: 1006.2643.

57. Miritello G., Moro E., Lara R. The dynamical strength of social ties in information spreading. *Phys. Rev. E*. 2011. 83. – P. 045102.
58. Mucha P. et al. Community structure in time-dependent, multiscale, and multiplex networks. *Science*. 2010. 328. – Pp.876 -878.
59. Newman M. *Networks: An introduction*. Oxford University Press, Oxford UK. – 2010.
60. Onnela J.-P. et al. Structure and ties strengths in mobile communication networks. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2007. 104. – P. 7332.
61. Pan R., Saramaki J. Path lengths, correlations, and centrality in temporal networks. 2011. [ArXiv: 1101.5913](https://arxiv.org/abs/1101.5913).
62. A. Panisson et al. On the dynamics of human proximity for data diffusion in ad-hoc networks to appear in *Ad Hoc Networks*. 2011. [arXiv: 1106.5992v1](https://arxiv.org/abs/1106.5992v1)
63. Paparo G., Martin-Delgado M. Google in a Quantum Network. 2011. [ArXiv: 1112.2079v1](https://arxiv.org/abs/1112.2079v1)
64. Park Y., Moore C., Bader J. Dynamic networks from hierarchical Bayesian graph clustering. *PLoS One*. – 2010. 5:e8118.
65. Parshani R. et al. Dynamic networks and directed percolation. *Europhys Lett*. 2009. 90. – P. 38004.
66. Perseguers S. et al. Entanglement distribution in pure-state quantum networks. *Phys. Rev. A*. 2008. 77. – P. 022308.
67. Perseguers S., Lewenstein M., Acín A., Cirac J. Quantum random networks. *Nature Physics*. – 2010. DOI. [10.1038/NPHYS1665](https://doi.org/10.1038/NPHYS1665).
68. Przytycka T., Slonim M. Toward the dynamic interactome: It's about time. *Briefings in Bioinformatics*. 2010. 11. – Pp. 15-29.
69. Prokopenko M. (Ed.) *Advances in Applied Self-organizing Systems*. 1st Edition. 2008. XII – 376 p.
70. Rybski D. et al. Scaling laws of human interaction activity. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009. 106. – Pp. 12640 - 12645.
71. Rocha L., Liljeros F., Holme P. Information dynamics shape the sexual networks of internet-mediated prostitution. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2010. 107. – Pp.5706 - 5711.
72. Rocha L., Liljeros F., Holme P. Simulated epidemics in an empirical spatiotemporal network of sexual contacts. *PloS Comp. Biol*. – 2011. 7:e1001109.
73. Rosvall M., Bergstrom C. Mapping change in large networks. *PLoS One*. – 2010. 5:e8694.

74. Sangouard N., Simon Ch., de Riedmatten H., Gisin N. Quantum repeaters based on atomic ensembles and linear optics; *Rev. Mod. Phys.* 2010. 83. – P. 3380.
75. Santoro N. et al. Time-varying graphs and social network analysis: temporal indicators and metrics. 2011. ArXiv: 1102.0629.
76. Simon C. et al. Quantum Memories. A Review based on the European Integrated Project «Qubit Applications (QAP)». *The European Physical Journal.* 2010. D 58. – Pp. 1-22.
77. [Shuai X.](#) et al. Does Quantum Interference exist in Twitter? 2011. ArXiv: 1107.0681v1.
78. Snijders T., Koskinen J., Schweinberger M. Maximum likelihood estimation for social network dynamics. *The Annals of Applied Statistics.* 2010. 4. – Pp.567-588.
79. Snijders T., van de Bunt G., Steglich C. Introduction to stochastic actor-based models for network dynamics. *Social Networks.* 2010, 32. – Pp.44-60.
80. Song C., Qu Z., Blumm N., Barabási A.-L. [Limits of Predictability in Human Mobility.](#) 2010. *Science* 327. – Pp. 1018-1021.
81. Song C., Koren T., Wang P., Barabási A.-L. [Modelling the scaling properties of human mobility.](#) *Nature Physics (Advanced Online Publications).* 2010. 7. – P. 713.
82. Stehle J., Barrat A., Bianconi G. Dynamical and bursty interactions in social networks. *Phys. Rev. E.* 2010. 81. – P. 035101.
83. Stehle J. Vanhems. Simulation of an SEIR infectious disease model on the dynamic contact network of conference attendees. *BMC Medicine.* 2011. 9. – P.87.
84. Takaguchi T. Predictability of conversation patterns. 2011. Arxiv: 1104.5344.
85. Tang J., Musolesi M., Mascolo C., Latora V. Temporal distance metrics for social network analysis. In *Proceedings of the 2nd ACM SIGCOMM Workshop on Online Social Networks.* – 2009.
86. Tang J. Small-world in time-varying graphs. *Phys. Rev. E.* 2010. 81.– P. 055101.
87. Tantipathananandh C., Berger-Wolf T., Kempe D. A framework for community identification in dynamical social networks. In *Proceedings of the 13th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining.* 2007. – Pp. 717-726.
88. Turova T. Dynamical random graphs with memory. *Phys. Rev.* 2002. E.65. – P. 066102.

89. Ueno T., Masuda N. Controlling nosocomial infection based on structure of hospital social networks. *J. Theor. Biol.* 2008. 254. – Pp. 655 - 666.

90. Valencia M., Martinerie J., Dupont S., Chavez M. Dynamic small-world behavior in functional brain networks unveiled by an event-related networks approach. *Phys. Rev. E.* 2008. 77. – P. 050905.

91. Wang Y., Xiao G., Liu J. Dynamics of competing ideas in complex social systems. 2011. [ArXiv: 1112.5534v1](https://arxiv.org/abs/1112.5534v1).

92. Wiersma D. Random Quantum Networks. 2010. *Science* 327. – P. 1333.

93. Wu Y. Evidence for a bimodal distribution in human communication. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2010. 107. – Pp. 18803 -18808.

94. Wright R. Statistical structures underlying quantum mechanics and social science. 2003. [ArXiv: quant-ph/0307234](https://arxiv.org/abs/quant-ph/0307234).

95. Yukie S. et al. Empirical analysis of collective human behavior for extraordinary events in Blogosphere. 2011. [ArXiv: 1107.4730v1](https://arxiv.org/abs/1107.4730v1)

96. Zhao K. et al. Modeling Emerging Coalitions in the context of Inter-organizational Networks: A Case Study of Humanitarian Coordination, *International Journal of Intelligent Control and Systems Research.* 2009. 14. 1. – Pp. 97-103.

97. Zhao K, Stehlé J., Bianconi G., Barrat A. Social network dynamics of face-to-face interactions. *Phys Rev.* 2010. E 83. – P. 056109.

98. Zhao K, Karsai M, Bianconi G. Entropy of Dynamical Social Networks. *PLoS One.* – 2011. 6(12). – e28116.

99. Zhao K, Bianconi G. Social interactions model and adaptability of human behavior. *Front. Physio.* 2011. 2. – P.101.

100. Zhao K., Halu A., Severini S., Biancon G. *Entropy rate of nonequilibrium growing networks.* [Phys. Rev. 2011. E 84. – P. 066113.](https://arxiv.org/abs/1112.5534v1)

101. Zhao, K., Kumar, A., Harrison, T., Yen. J. Analyzing the Resilience of Complex Supply Network Topologies against Random and Targeted Disruptions. *IEEE Systems Journal.* 2011. 5. 1. – Pp. 28 -39.

102. Никонов Ю.А. Темпоральность в онлайн-социальных сетях. //Время и информация (время в информатике виртуальной реальности и в информационных процессах: философия, теория и практика Становление темпорального тезауруса личности и социальное время // сб. научн. тр./под ред. В. С.Чуракова. (серия

«Библиотека времени». Вып.8. – Новочеркасск: Изд-во «НОК»,  
2011. – (С. 131- 143).

УДК 519.17:[004.77:316.35]

## Современные технологии социальных сетей онлайн (обзор иностранных исследований)

©Никонов Ю.В., Гусев Н.И., Чураков В.С., 2015

Представляемая работа – аналитический обзор современной англоязычной литературы по начатой в статье Никонова Ю. В., Гусева Н.И. и Чуракова В.С. «Элементы теории Лефевра и фазовые переходы в онлайн-социальных сетях» [1] теме о квантовых и квантовоподобных (КП) свойствах социальных сетей. Исследование социальных сетей, их временных моделей, квантовых и КП свойств значимо и с теоретических, и с чисто практических позиций. Динамика потоков информации, передаваемых через социальные онлайн-сети (**Twitter, Facebook, Google+**, русскоязычные «**В контакте**» и другие Интернет-сервисы), электронные письма, звонки мобильного телефона, все больше привлекает внимание исследователей [2]. В основе теории социальных сетей (как и сетей вообще) лежит теория графов [4]. Социальная сеть может быть представлена как граф с конечным множеством вершин (агентов модели, соединенных ребрами, которые отражают взаимодействие агентов) [4,5,6]. Топология сети, временная структура активности ребер в моделях отражает динамику передачи информации в онлайн-социальных сетях, может рассматриваться как временные графы [2].

Моделирование с помощью графов хорошо обеспечено технически. Так, в Интернете доступна библиотека «network X» [7], которая создана на языке Python и предназначена для работы с графами и другими сетевыми структурами. Это свободное программное обеспечение, распространяемое под новой BSD-лицензией (BSD – программная лицензия университета Беркли). Основные возможности библиотеки включают устройства для работы с простыми, ориентированными и взвешенными графами и узлами. Узлом может быть практически что угодно: текст, изображение, XML (дословно – «расширяемый язык разметки») и т. д.

Библиотека обеспечивает: 1. Сохранение или загрузку графов в наиболее распространённых файловых форматах хранения графов. 2. Встроенные процедуры для создания графов базовых типов. 3. Методы для обнаружения подграфов, «К-дольных» графов. 4. Получение таких характеристик графа как степени вер-



шин, высота графа, диаметр, радиус, длины путей, центр, промежуточности, и т. д. 5. Визуализацию сети в виде 2D и 3D графиков и т.д.

Если в сети имеются неоднородности структуры и корреляции последовательностей контактов между вершинами, то особо важными для моделирования становятся временные структуры. Для моделирования подобных сетей иногда создают модели с КП [3,8,9] свойствами (например, со свойствами «запутанности») [10,11], интерференции [12], квантовыми статистиками [13,14,15,16]. В этом контексте применяются графы с квантовыми свойствами [4]. Продолжают разрабатываться и внедряться в практику квантовые алгоритмы поиска информации [17,18,19].

Социальные сети могут иметь КП свойства статистик Бозе – Эйнштейна, Ферми – Дирака, анионов [14,15,20]. Предполагается с целью моделирования некоторых КП аспектов социальных сетей использовать математический аппарат топологических квантовых фазовых переходов квазичастиц в 2-D системах (что возможно при помощи «обычных», неквантовых компьютеров) [20]. В моделировании динамики социальных сетей используется хорошо известная в физике модель Изинга [21]. Контекстуально-зависимые статистические реалистичные модели с КП свойствами используются в физике, когнитивных науках и психологии [22,23]. КП свойства социальной сети могут иметь два источника – топологию собственно сети [24,25] и КП свойства психики людей, взаимодействующих через эту сеть [23]. КП свойства психики не имеют прямого отношения к тому, что мозг (как и любое физическое тело) состоит из частиц, обладающих квантовыми свойствами. Имеется в виду, что ряд психических процессов математически описывается, моделируется как взаимодействие амплитуд вероятностей в квантовой механике. Например, недавно опубликована простая модель закона Йеркес-Додсона (зависимость наилучших результатов от средней интенсивности мотивации) – одного из самых старых законов экспериментальной психологии. Используются некоторые идеи квантовой теории открытых систем, метод статистического описания психологических систем [26]. В мире психики возможны ситуации, при которых измерение объекта меняет его состояние, что характерно для квантового мира. В этом контексте предложена и разрабатывается модель



функционирования мозга как КП компьютера, как основы КП свойств психики [27].

В частности, квантовой модели мышления придерживались (в хронологическом порядке): Уайтхед [20,29,30], Орлов [31], Хили [32], Альберт и Лоуэр [33,34], Локвуд [35], Пенроуз [36,37], Дональд [38], Jibu и Yasue [39], Бом и Хили [40], Стапп [41], Hameroff [42,43], Лоуэр [44], Хили и Pylkkanen [45], Deutsch [46] и другие.

Поиск информации в **World Wide Web (WWW)** через поисковые системы превратился в ежедневную привычку масс людей и необходимый инструмент для выполнения множества функций. В идеале поисковик ищет информацию, запрашиваемую пользователем, среди миллиардов веб-страниц в режиме реального времени, а также производит оценку рейтинга результатов, причем рейтинги выстраиваются в соответствии с ожиданиями пользователей. В настоящее время один из самых эффективных поисковиков – поисковик **Google**. Принципиально новым в его работе является классификация и ранжирование веб-страниц на основе взаимосвязей между ними через гиперссылки [47], а не только путем использования их собственных функций (например, содержимого страницы). Алгоритм поисковика **Google**, известный как **Pagrank (PR)** [48], уходит своими корнями в свойства процесса диффузии [49,50,51,52], который имитируется в навигации по веб-страницам как случайное движение по пути гиперссылок. После того, как был достигнут «взрывной» успех **Google**, технологиям навигации уделяется постоянное внимание. Огромные базы данных преобразовываются в сложную сеть взаимозависимых элементов. Примеры вышеописанного включают такие разные сферы деятельности как классификация видов в экосистемах [53] и оценка влияния ученых в различных отраслях науки [51]. В этих примерах **PR** успешно производит классификацию, в которой значение и статус каждого элемента соотносится с системой в целом. Недавние исследования [54] показали, что в основе успеха **PR**-навигации лежит классификации сетевых элементов в соответствии с их глобальной ролью, свободно-масштабный (**ScaleFree**) характер большинства реальных сетей [55,56]. Структурные свойства социальных сетей влияют на общий результат происходящих в них динамических процессов [57- 62].

Недавно динамическая настройка диффузии информации в сети была распространена и на квантовую область [19,48]. В этом контексте «случайные квантовые блуждания» уже продемонстрировали свой потенциал для практических целей, поскольку они обеспечивают большую скорость, чем классические алгоритмы поиска в несортированных базах данных [63,64]. (Квантовые алгоритмы обычно нуждаются в специально-приготовленных базах данных с квантовыми свойствами). Учитывая успехи научных работ последнего времени, многими исследователями планируется изучение возможности применения квантовых случайных блужданий для ранжирования элементов в больших сложных сетях, то есть развитие квантового алгоритма, который улучшает функционирование **PR** на основе чисто квантового подхода [65,66]. Для достижения этой цели идет работа по расширению применимости квантового протокола **PR** для нахождения надежного и уникального рейтинга элементов сети. Используются новые возможности по организации поиска информации с учетом ее когерентности.

Известны ряд сетей, систем, в которых нарушаются классические законы вероятности. Например, к ним относятся контекстуально-зависимые адаптивные системы [67,68,69,70]. В статье [71] авторы находят эквивалентность между квантовым и классическим описанием ряда сетевых топологий, которым соответствуют энтропия фон Неймана (квантовое описание) и энтропия Шеннона (классическое описание). Целый ряд работ посвящен проблеме энтропии социальных сетей [72,73,74]. В сложной сети различные группы узлов могут существовать в течение разного количества времени (иметь различный «возраст»), что имеет большое значение для выявления эволюционной истории сети и ее свойств [75,76].

Теория информации Шеннона и классическая теория вероятности игнорируют семантические аспекты информации. Такая стратегия вполне успешна в описании передачи информации, поэтому стала основой теории современной телекоммуникации и технологии передачи в сети. Внедрение **Web 2.0** существенно изменяет способы общения в сети [76]. **Facebook** стал «точкой сборки» в повседневной жизни многих людей, соединяя их в сообщества, решающие общие проблемы и выполняющие некоторые задачи. Новости и комментарии о стихийных бедствиях

(например, связанных с цунами), и политических событиях (например, антиправительственных протестах) в **Twitter** [77] передаются быстрее, чем в традиционных СМИ. В результате на первый план выходит социальный аспект передаваемой информации. Семантический и человеческий фактор становится настолько важным, что им уже нельзя пренебречь [76].

Есть существенное различие между передачей социальной информации и информации физической. Передача информации от узла к узлу в социальной сети – всегда проявление социального взаимодействия [78]. Динамические социальные сети слишком сложны, чтобы их могла описать любая классическая вероятностная модель. Последние годы масса исследований проводилась для того, чтобы обнаружить в сетях мезоскопические структуры в виде взаимодействующих сообществ, кластеров, которые образуются при передаче социально-значимой информации в социальных сетях, в тех случаях, когда мысли, чувства или действия человека разделяются множеством других людей [3,79,80].

Сети используются и для моделирования систем, в которых агенты – лица, представленные узлами, взаимодействуют друг с другом. Такое представление данных привело к пониманию междисциплинарного характера изучения сетей [81]. Сети могут быть описаны с помощью взаимодействий сетей-подструктур локального, глобального и среднего масштаба (мезо-масштабного уровня). Напрашивается аналогия – в квантовой механике также большой интерес вызывают отличающиеся по свойствам от микро- и макро- структур *мезо-структуры*. К разработке алгоритмического определения различных сетевых мезо-масштабных структур прилагаются большие усилия. В частности, проводилось алгоритмическое выявление и исследование определенного типа мезо-масштабных структур, известных как структуры сообществ [6], в которых сплоченные в группы сетевые сообщества состоят из плотно связанных друг с другом узлов. Разработаны методики обнаружения сетевых сообществ, в том числе тех, для которых обычны пересечения с другими сообществами [82 - 86]. Эти усилия исследователей привели к практическому применению в таких приложениях, как комитеты участвующих в голосовании (в политике), «сетей дружбы» в университетах и других учебных заведениях, сетей взаимного общения мобильной связи [81]. Хотя изучение структуры сообществ идет вполне успешно [3,6], в этой

сфере остается множество нерешенных вопросов. Пересекающиеся и непересекающиеся кластеры сообществ, перекрытия отдельных узлов, перекрытия иерархии общин с различной топологией – по-прежнему актуальный предмет исследования [48]. Имеет значение контекстуальное интерпретирование информации. Ценность информации может резко изменяться и может в большой степени зависеть от того, насколько люди доверяют каналам передачи информации и как их используют [87]. Постоянно отслеживается, как топология сети Интернет развивается с течением времени. В статье [88] авторы исследовали эволюцию топологии Интернета с января 2002 по январь 2010 года, изучая динамику восьми наиболее часто используемых показателей состояния топологии. Установлено, что распределение большинства показателей остается неизменным, за исключением средней длины пути и коэффициента кластеризации. Средняя длина пути с 2005 года медленно и стабильно растет, а средний коэффициент кластеризации неуклонно снижается.

По мнению профессора физического факультета Университета Майами Н. Джонсона, рост числа скрытых экстремальных колебаний, спровоцированный постоянным уменьшением времени отклика в сети автоматических трейдерских систем, способен серьезно дестабилизировать финансовые рынки. Джонсон – ведущий автора статьи [89] «Финансовые «черные лебеди» управляются экосистемой сверхбыстрых вычислительных машин», опубликованной на сайте электронных препринтов университета. Скорость, с которой совершаются автоматизированные сделки внутри таких систем, уже давно лежит в подпороговой, недоступной для человека миллисекундной зоне. Убыстряющаяся, согласованная работа компьютерных алгоритмов, автоматизирующих куплю-продажу огромных массивов акций и других финансовых инструментов стала причиной 18,5 тысяч сверхбыстрых экстремальных колебаний цен на американском фондовом рынке за период с 2006 по 2011 год. Из-за особенностей программных алгоритмов, склонных к мгновенному автоусилению какого-то одного сигнала, колебания могут синхронизироваться, а рынок – «сваливаться» в состояние фазового перехода.

В известной статье «The Quantum Internet», опубликованной в базе данных Корнельского университета Кимбл [90] описал наи-

более перспективные с его точки зрения инструменты и технологии создания *квантового Интернета* (Рис.1).

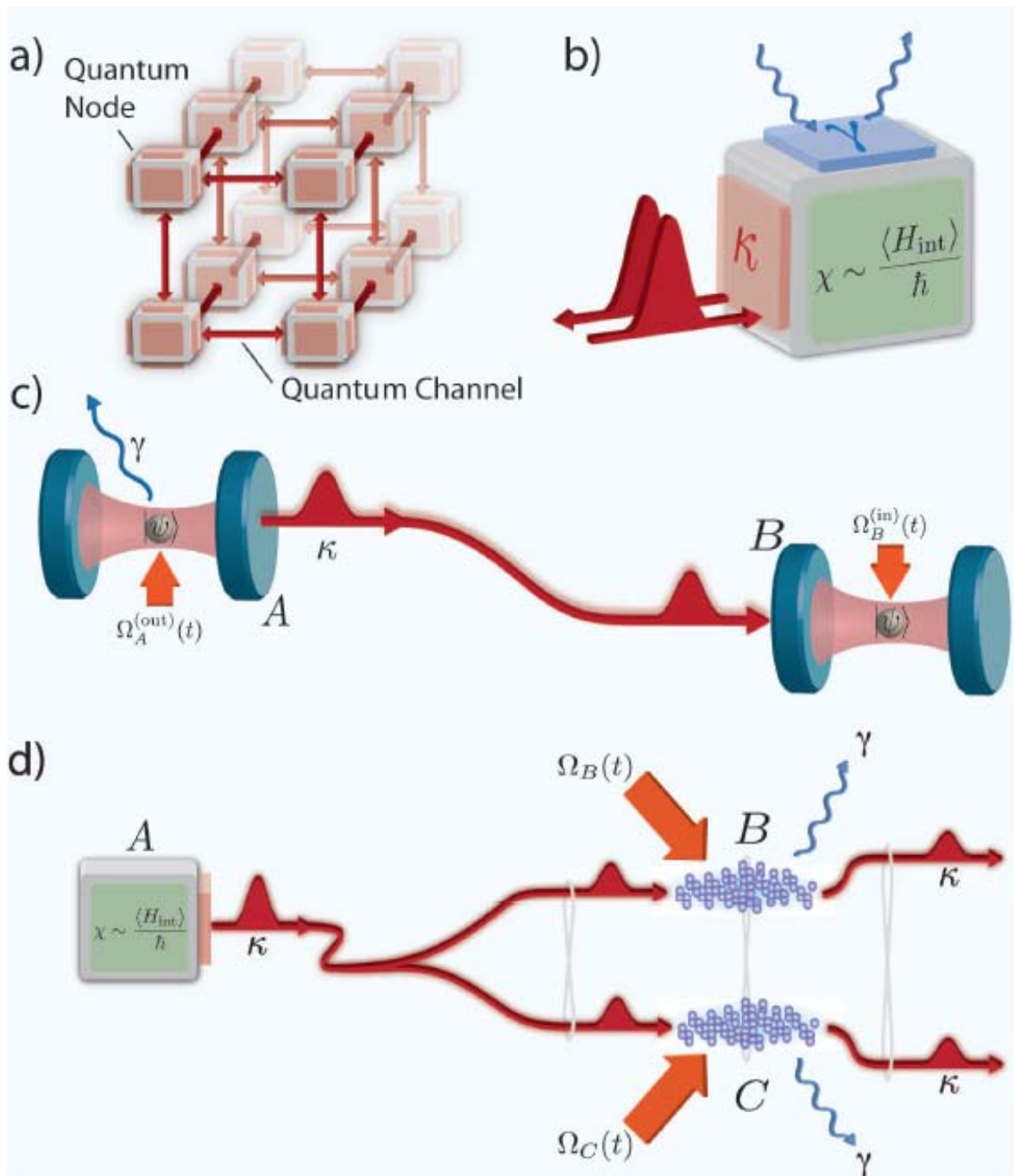


Рис.1

По его мнению, реализация сетей, состоящих из квантовых узлов и каналов, увеличивает эффективность вычислений по сравнению с классическими сетями, а также сетями, состоящими из квантовых узлов и классических каналов связи. Кроме того, этот подход может решить такие невыполнимые ранее задачи, как дистрибуция и обновление квантового программного обеспечения. Квантовые сети уже существуют в реальности. Так, автор

статьи [91] рассматривает сеть, построенную на основе технологий квантовой электродинамики в оптических резонаторах. При этом реализацией кубита является атом, имеющий дипольный момент, помещенный в оптический резонатор, что позволяет избежать такого недостатка представления кубитов в виде одиночных фотонов, как сложность обеспечения взаимодействий между фотонами без их поглощения.

С помощью квантовых процессов возможно моделирование КП процессов (в том числе – характеристик социальных сетей), которые описываются тождественными математическими закономерностями. Пока для этого используют «обычные» компьютеры, но идет работа над компьютерами квантовыми, которые предназначены и для моделирования различных квантовых и КП состояний [20]. Модели сложных квантовых систем обычно основаны на теории графов [4]. Создание квантовой сети – фундаментальная цель квантовой информатики. Квантовые сети составлены из квантовых узлов, которые могут соединяться между собой классическими или квантовыми коммуникациями [48,90,91]. Разработано несколько схем, использующих запутанность квантовых коммуникаций, таких как телепортация и квантовая криптография (которая позволяет вести безопасную коммуникацию). Хорошо изучены запутанные состояния, состоящие из двух частиц, подсистем. Для квантовой обработки информации потенциально более ценна (но менее хорошо изучена) многочастичная запутанность. Когда узлы заключены в небольшой пространственной области, построение квантовой сети становится тривиальной задачей. Однако, из-за быстрого нарастания декогеренции, коммуникационное расстояние строго ограничено, и коммуникация на больших расстояниях становится невозможной. Становятся необходимы квантовые ретрансляторы. Если узлы удалены на расстояния порядка сотен километров, то это налагает сильные ограничения на параметры квантовой сети [19].

Есть ряд предложений по технологиям квантовых сетей [92,93,94] основанных на потребности в ретрансляторах [95], необходимых для их устойчивого функционирования [19]. Чтобы построить некоторые типы квантовых сетей используют протоколы квантовой перколяции [96,97,98]. Например, квантовая версия алгоритма **Pagerank – Quantum rank (QR)** имеет нетривиальные свойства и значительно выигрывает относительно классической

версии. Алгоритм **Quantum rank** реализуем на базе «обычных» компьютеров, он не требует для своей реализации именно квантовых компьютеров. Однако в настоящее время исследования проведены только с маленькими сетями. Вычисления с квантовым **Pagerank** в больших сетях со всеми свойствами сложной реальной сети [24,25,48] пока не проводились.

Ю. Грейсманн и Р. Миккулайнен [99] (факультет компьютерных наук Университета штата Техас – США) построили искусственную нейронную сеть под названием, которая умеет запоминать и пересказывать истории. Авторы обучили ее и затем смоделировали несколько гипотетических нейродисфункций, предположительно ответственных за развитие шизофрении, сравнивая произведенные эффекты с реальными отклонениями, наблюдаемыми в группе больных шизофренией. Не исключено, что подобные дисфункции будут возникать в бурно развивающихся социальных сетях с семантическими свойствами.

**Заключение.** Для объяснения наблюдаемых временно-топологических корреляций в социальных сетях перспективны разработки адаптивных моделей сети, использование их КП свойств. Несмотря на технические трудности, ожидается введение в широкую практику квантовых сетей. Моделирование КП структуры социальных сетей – эффективный инструмент для прикладных междисциплинарных исследований, в частности – разработки квантовых поисковых алгоритмов, таких как **Quantum rank (QR)** (Рис. 2).

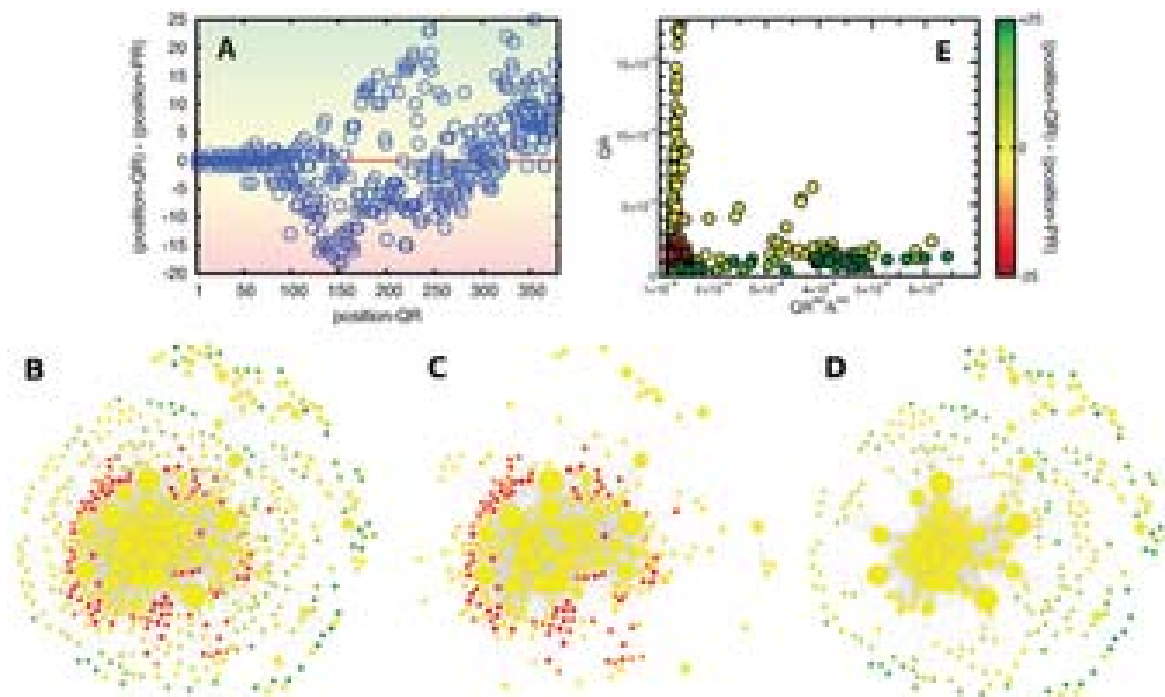
#### **Квантовые сети (схематично):**

(а) Квантовая сеть состоит из квантовых узлов для обработки и хранения квантовых состояний – и квантовых каналов для распределения квантовой информации.

(б) Квантовый интерфейс между материей и светом.

(с) Передача квантового состояния и распределение запутанности между узлом А и В.

(d) Распределение запутанности с использованием ансамблей большого количества атомов.



**Рис. 2.**

Панель (А) показывает, разницу между положением узлов сети авиаперевозок в США, полученной при помощи QR и - при помощи PR. В панели (В) (отражена транспортная сеть США), размер узлов пропорционален их рангом в QR (они окрашены в зеленый, желтый и красный цвета, если разница между позицией в QR и PR положительна, равна нулю или отрицательна соответственно). В панели (С) и (D) отражены узлы с положительными и отрицательными значениями отличий их позиций в QR и PR соответственно. В панели (Е) цвет каждой точки обозначает разницу в позициях в QR и PR.

## Литература

1. Никонов Ю. В., Гусев Н.И., Чураков В.С. Элементы теории Лефевра и фазовые переходы в онлайн-социальных сетях //Гуманитарные и социально-экономические науки. 2011.№ 6. – (С. 90- 94).
2. Holme P., Saramaki J. Temporal Networks. 2011. ArXiv: 1108.1780v1.
3. Park Y., Moore C., Bader J. Dynamic networks from hierarchical Bayesian graph clustering. PLoS One. – 2010. 5:e8118.
4. Harrison J., Keating J., Robbins J. Quantum statistics on graphs. 2011. ArXiv: 1101.1535v1.
5. Kostakos V. Temporal graphs. Physica A. 2009. 388. – Pp.1007-1023.
6. Fortunato S. Community detection in graphs. Physics Reports. 2010. 486. – Pp. 75-174.
7. Сайт NetworkX <http://networkx.lanl.gov/index.html> –20120



8. Whitfield J., Rodriguez-Rosario C., Aspuru-Guzik A. Quantum stochastic walks: A generalization of classical random walks and quantum walks. *Phys. Rev. A* 81. 2010. P. – 022323.
9. Galindo A., Mart.in-Delgado M. Information and computation: Classical and quantum aspects. *Rev. Mod. Phys.* 74. 2002. – Pp. 347- 423.
10. Korepin V., Xu Y. Entanglement in Valence-Bond-Solid States. *International Journal of Modern Physics B.* 2010. 24. – Pp. 1361- 1440.
11. Perseguers S. et al. Entanglement distribution in pure-state quantum networks. *Phys. Rev. A.* 2008. 77. – P. 022308.
12. [Shuai](#) X. et al. Does Quantum Interference exist in Twitter? 2011. ArXiv: 1107.0681v1.
13. Albert R., Barabasi A.-L. Statistical mechanics of complex networks. *Rev. Mod. Phys.* 2002. 74. – Pp. 47-97.
14. Bianconi G., Barabasi A. – L. Bose-Einstein Condensation in Complex Networks // *Phys. Rev. Lett.* – 86, 2001. – P. 5632.
15. Bianconi G. Quantum statistics in complex networks // *Phys. Rev. E* 66. 2002. – P. 056123.
16. Castellano C., Fortunato S., Loreto V. Statistical physics of social dynamics. *Rev Mod Phys.* 2009. 81. – Pp. 591- 646.
17. Szegedy M. Quantum Speed-Up of Markov Chain Based Algorithms. *Proceedings of the 45th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science.* 2004. – Pp. 32 - 41.
18. Garnerone, S., Zanardi, P., Lidar, D. Adiabatic quantum algorithm for search engine ranking. 2011. ArXiv: 1109.6546.
19. Paparo G., Martin-Delgado M. Google in a Quantum Network. 2011. ArXiv: 1112.2079v1.
20. Alicea J, Oreg Y., Refael G., von Oppen F. and Fisher M. P. A. Non-Abelian statistics and topological quantum computation in 1D wire networks. 2010. [arXiv:1006.4395v1](#).
21. Hooyberghsa H. et al. Ising model for distribution networks. 2011. ArXiv: 1105.5329v1.
22. [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](#)
23. Wright R. Statistical structures underlying quantum mechanics and social science. 2003. ArXiv: quant-ph/0307234.
24. Wei Z., W. Wang, B., Han, X. Quantum Small-world Networks. 2011. ArXiv: 1111.0407.
25. Wiersma D. Random Quantum Networks. 2010. *Science* 327. – P. 1333.
26. [Vol](#) E. Simple Quantum Model of Learning Explains the Yerkes-Dodson Law in Psychology. 2012. [arXiv:1202.1893v1](#).
27. [Khrennikov](#) A. Brain as quantum-like computer. 2002. *ArXiv:quant-ph/0205092v8*.
28. Whitehead A. *Process and Reality: An Essay in Cosmology.* Macmillan Publishing Company. – 1929. New York.

29. Whitehead A. *Adventures of Ideas*. Cambridge Univ. Press. – 1933. London.
30. Whitehead A. *Science in the modern world*. Penguin. – 1939. London.
31. Orlov Y. The wave logic of consciousness: A hypothesis. *Int J Theor Phys* 1982. 21(1). – Pp. 37– 53.
32. Hiley B. Non-commutative geometry, the Bohm interpretation and the mind-matter relationship. *Proc. CASYS*. – 2000. Liege Belgium.
33. Albert D. Loewer B. Interpreting the many worlds interpretation. *Synthese* 1988. 77. – Pp. 195-213.
34. Albert D. *Quantum mechanics and experience*. Cambridge, Mass. – 1992. Harvard Univ. Press.
35. Lockwood M. *Mind, Brain and Quantum*. Oxford. – 1989. Blackwell.
36. Penrose R. *The emperor's new mind*. Oxford Univ. Press. – 1989. New-York.
37. Penrose R. *Shadows of the mind*. Oxford Univ. Press. – 1994. Oxford.
38. Donald M J. Quantum theory and brain. *Proc. Royal Soc. A*. 1990. 427. – Pp. 43-93.
39. Jibu M, Yasue K. A physical picture of Umezawa's quantum brain dynamics. In *Cybernetics and Systems Research*. ed. R. Trappl. World Sc. – 1992. London.
40. Bohm D, Hiley B. *The undivided universe: an ontological interpretation of quantum mechanics*. Routledge and Kegan Paul. – 1993. London.
41. Stapp H. *Mind, matter and quantum mechanics*. – 1993. Springer-Verlag. Berlin-New York-Heidelberg
42. Hameroff S. Quantum coherence in microtubules. A neural basis for emergent consciousness? *J of Consciousness Studies*. 1994.1. – Pp. 91-118.
43. Hameroff S. Quantum computing in brain microtubules? The Penrose-Hameroff Orch Or model of consciousness. *Phil Tr. Royal Sc London A*. 1998. – Pp. 1- 28.
44. Loewer B. Comment on Lockwood. *British J for the Philosophy of Sc*. 1996. 47(2). – Pp. 229 -232.
45. Hiley B, Pylkkanen P. Active information and cognitive science. A reply to Kieseppa. In: *Brain, mind and physics*. Editors: Pylkkanen, P., Pylkko, P., Hautamaki, A. IOS Press. – 1997. Amsterdam.
46. Deutsch D. *The Fabric of Reality. How much can our four deepest theories of the world explain?* Publisher Allen Lane. – 1997. The Penguin Press.
47. Brin, S., Page, L. The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. *Comput. Netw. ISDN Syst*. 30. 1998. – Pp. 107-117.
48. Sanchez-Burillo E. *Navigating and Ranking Complex Networks quantum*. 2012. ArXiv:1202.3471v1.
49. Blanchard Ph., Volchenkov D. *Introduction to Random Walks and Diffusions on Graphs and Databases*. 2011. – Springer.
50. Colizza V., Pastor-Satorras R., Vespignani A. Reaction diffusion processes and metapopulation models in heterogeneous networks. *Nature Physics* 3. 2007. – Pp. 276 -282.

51. Radicchi F., Fortunato S., Markines B., Vespignani A. Diffusion of scientific credits and the ranking of scientists. *Phys. Rev. E* 80. 2009. – P 056103.
52. Borgs Ch. et al. Sublinear Time Algorithm for PageRank. *Computations and Related Applications. Towards Linear Time Overlapping Community Detection in Social Networks*. 2012. [ArXiv: 1202.2771v1](https://arxiv.org/abs/1202.2771v1).
53. Allesina, S., Pascual, M. Googling food webs: can an eigenvector measure species importance for coextinctions? *PLoS Comput. Biol.* 5. 2009. – P. e1000494.
54. Goshal, G., Barabasi, A.-L. Ranking stability and super-stable nodes in complex networks. *Nature Communications* 2. 2011. – P. 394.
55. Boccaletti, S. et al. Complex networks: Structure and dynamics. *Phys. Rep.* 424. 2006. – Pp. 175 -308.
56. Newman M. The structure and function of complex networks. *SIAM Review* 2003. – Pp. 167-256.
57. Vespignani A. Modelling dynamical processes in complex socio-technical systems. *Nature Physics* 8. 2012. – Pp. 32-39.
58. Watts D. Strogatz, S. Collective dynamics of “smallworld” networks *Nature* 393. 1998. – Pp. 440 -442.
59. Szabo G., Fath G. Evolutionary games on graphs. *Phys. Rep.* 446. 2007. – Pp. 97-216.
60. Roca C., Cuesta J. Sanchez, A. Evolutionary game theory: temporal and spatial effects beyond replicator dynamics. *Physics of Life Reviews* 6. 2009. – Pp. 208 -249.
61. Arenas A. et al. Synchronization in complex networks. *Phys. Rep.* 469. 2008. – Pp. 93-153.
62. Dorogovtsev S., Goltsev A. Mendes J. Critical phenomena in complex networks. *Rev Mod. Phys.* 80. 2008. – P. 1275.
63. Mulken O., Blumen A. Continuous-time quantum walks: Models for coherent transport on complex networks. *Phys. Rep.* 502. 2011. – Pp. 37-87.
64. Kempe, J. Quantum random walks - an introductory overview. *Contemporary Physics* 44. 2003. – Pp. 307 -327.
65. Kendon V. A random walk approach to quantum algorithms. *Phil. Trans. R. Soc. A* 364. 2006. – Pp. 3407-3422.
66. Nielsen M., Chuang, I. *Quantum Computation and Quantum Information* Cambridge University Press. – 2004.
67. Gross T., Blasius B. Adaptive coevolutionary networks: A review. *J. Roy. Soc. Interface.* 2008. 5. – Pp. 259 - 271.
68. [Marceau](#) V. et al. Adaptive networks: coevolution of disease and topology. 2010. [ArXiv: 1005.1299v1](https://arxiv.org/abs/1005.1299v1).
69. Zhao K, Bianconi G. Social interactions model and adaptability of human behavior. *Front. Physio.* 2011. 2. – P.101.
70. Prokopenko M. (Ed.) *Advances in Applied Self-organizing Systems*. 1st Edition. 2008. XII – 376 p.

71. Anand K., Bianconi G., Severini S. The Shannon and the Von Neumann entropy of random networks with heterogeneous expected degree. 2010. ArXiv: 1011.1565v2.
72. Bianconi G, Coolen A., Perez-Vicente C. Entropies of complex networks with hierarchically constrained topologies. *Phys Rev.* 2008. E 78. – P. 016114.
73. Zhao K, Karsai M, Bianconi G. Entropy of Dynamical Social Networks. *PLoS One.* – 2011. 6(12). – e28116.
74. Zhao K., Halu A., Severini S., Biancon G. Entropy rate of nonequilibrium growing networks. *Phys. Rev.* 2011. E 84. – P. 066113.
75. Bianconi G., Pin P., Marsili M. Assessing the relevance of node features for network structure. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2009. 106. – Pp. 11433-11438.
76. Ghoshal G., Barabási A.-L. [Ranking stability and super-stable nodes in complex networks](#). // *Nature Communications.* 2011. 2. – Pp. 1-7.
76. Cabello A., Danielsen L., Lopez-Tarrida A., Portillo J. Quantum social networks. 2011. ArXiv: 1112.0617v1
77. Kwak H., Lee C., Park H., Moon S. What is Twitter, a social network or a news media? In *Proceedings of the 19<sup>th</sup> International World Wide Web Conference.* – 2010.
78. Bagrow J., Wang D., Barabasi A.-L. [Collective Response of Human Populations to Large-Scale Emergencies](#). 2011. *LoS One* 6:3. – Pp. 1-8.
79. Ahn Y., Bagrow J., Lehmann S. Link communities reveal multiscale complexity in networks. *Nature.* 2010. 466. – Pp. 761-764.
80. Zhao K. et al. Modeling Emerging Coalitions in the context of Inter-organizational Networks: A Case Study of Humanitarian Coordination, *International Journal of Intelligent Control and Systems Research.* 2009. 14. 1. – Pp. 97-103.
81. Rombach M. Core-Periphery Structure in Networks. 2012. ArXiv:1202.2684v1.
82. Psorakis, I., Roberts, S., Ebden, M., Sheldon, B.: Overlapping community detection using bayesian non-negative matrix factorization. *Phys. Rev. E* 83. 2011. – P. 066114.
83. Raghavan, U.N., Albert, R., Kumara, S. Near linear time algorithm to detect community structures in large-scale networks. *Phys. Rev. E* 76. 2007. – P. 036106.
84. Shen H., Cheng X., Cai K., Hu M. Detect overlapping and hierarchical community structure. *Physica A* 388. 2009. – P. 1706.
85. Xie J., Szymanski B. Community detection using a neighborhood trength driven label propagation algorithm. In: *IEEE NSW.* 2011. – Pp. 188 -195.
86. Zhang S., Wangb R., Zhang X. Identification of overlapping community structure in complex networks using fuzzy c-means clustering. *Physica A* 374. 2007. – Pp. 483 -490.
87. Goncalves B, Perra N., Vespignani A. Validation of Dunbar's number in Twitter conversations. 2011. ArXiv: 1105.5170v2.

88. Edwards B., Hofmeyr S., G. Stelle G., S Forrest G. Internet Topology over Time. 2012. ArXiv: 1202.3993v1.
89. Johnson N. et al. Financial black swans driven by ultrafast machine ecology. 2012. ArXiv: 1202.1448v1.
90. Kimble H. The quantum internet. *Nature (London)*. 2008. 453. – P. 1023.
91. Simon C. et al. Quantum Memories. A Review based on the European Integrated Project «Qubit Applications (QAP)». *The European Physical Journal*. 2010. D 58. – Pp. 1 - 22.
92. Lauritzen B. et al. «Telecommunication-Wavelength Solid-State Memory at the Single Photon Level»; *Phys. Rev. Lett.* 2010. 104. – P. 080502.
93. Lauritzen B. et al. Approaches for a quantum memory at telecommunication wavelengths; *Phys. Rev. A*. 2011. 83. – P. 12318.
94. Perseguers S., Lewenstein M., Acín A., Cirac J. Quantum random networks. *Nature Physics*. – 2010. DOI. [10.1038/NPHYS1665](https://doi.org/10.1038/NPHYS1665).
95. Sangouard N., Simon Ch., de Riedmatten H., Gisin N. Quantum repeaters based on atomic ensembles and linear optics; *Rev. Mod. Phys.* 2010. 83. – P. 3380.
96. Acim, A., Cirac, J., Lewenstein M. Entanglement percolation in quantum networks. *Nature Physics*. 2007. 3. – Pp. 256 -259.
97. Cuquet M., Calsamiglia J. Entanglement Percolation in Quantum Complex Networks. *Phys. Rev. Lett.* 2009. 103. – P. 240503.
98. Parshani R. et al. Dynamic networks and directed percolation. *Europhys Lett*. 2009. 90. – P. 38004.
99. Hoffman R. Using Computational Patients to Evaluate Illness Mechanisms in Schizophrenia // *Biological Psychiatry*. V. 69. I. 10. 2011. – Pp. 997-1005.

## Темпоральность в онлайн-социальных сетях

© Никонов Ю.В., 2015

В феноменологически ориентированной социологии, а также в психологии и культурологии понятие темпоральности широко используется для описания таких динамичных объектов, как личность, социальная группа, класс, общество, ценность. Идея анализа взаимодействия движущихся социальных явлений через сопоставление их темпоральности легла в основу методологии темпорального анализа [20, С. 298]. Понятие темпоральности получило широкое распространение не только в социогуманитарных и когнитивных науках, но и в науках естественных и технических. К темпоральным относят системы, способные к самообучению, саморазвитию, размножению, самосовершенствованию. В этом контексте время является критерием накопления опыта, эвристик, формирования новых правил, знаний об окружающем мире. Время является измеряемой и существенной характеристикой таких систем [13]. Рассматриваемый в этой статье предмет исследования – *темпоральность онлайн-социальных сетей*.

Онлайн (англ. online, от англ. on line — «на линии») – «находящийся в состоянии подключения». В отношении программного обеспечения означает «подключённый к интернету» или «функционирующий только при подключении к интернету». Также – «существующее в интернете», «происходящее в интернете». Часто употребляется также прилагательное онлайн-ый. Данное слово также часто используется для описания текущей посещаемости сайта (например, «50 человек онлайн» означает, что в данный момент на сайте находится 50 пользователей).

Онлайновые социальные сети – частный случай социальных сетей, которые подчиняются закономерностям, присущим всем сетям. Под социальной сетью [2] понимают наличие социальной структуры, состоящей из узлов (обычно это лица или организации), которые связаны одним или более типами взаимозависимости, такими, как ценности, взгляды, мнения, идеи, дружба, финансовые взаимоотношения, конфликты, торговля и т.д. В настоящее время широко известны соцсети Facebook, Twitter, российские – «В контакте», «Одноклассники», «Мой Круг».

Специалисты в сфере социальных сетей оперируют терминами «узлы» и «связи». Узел – это отдельный агент, актер в пределах этой сети. Связи – отношения между узлами. Информационный эффект узла, произведенный всей совокупностью контента определяется следующим: Weight, Reaction, Opinion (англ., соответственно – вес, реакция, мнение). Weight – показатель, учитывающий посещаемость площадки или количество пользователей, увидевших контент. Reaction – показатель увлеченности аудитории контентом, выраженный в совокупном количестве социальных действий. Opinion – определяется превалированием положительных или отрицательных оценок в общем объеме единиц контента, посвященных объекту [19]. Но не менее важны и временные характеристики узла – например, сколько происходит посещений, реакций (положительных и отрицательных) на информационный повод в единицу времени. Агент соцсети – человек взаимодействующий с технической системой, поведение которого в определенной степени начинает зависеть от свойств сети, того сообщества, которое он выбрал. Психофизиологические свойства, возможности человека лимитируют параметры, скорость обработки информации в сети. Так исследования показали, что даже использование сверхсовременных интернет - технологий не меняет того факта, что человек не в состоянии поддерживать неформальные отношения, в среднем, с более чем 150 (100 – 200) других людей [30].

Важное понятие социальных сетей – блог (англ. blog, от web log — интернет-журнал, интернет-дневник) – веб-сайт, основное содержимое которого – регулярно добавляемые записи. Эволюция интернет-технологий, увеличение скорости прохождения информации качественно изменило общение в сети интернет. В блогах наряду с текстовой, фото- информацией все чаще представлены аудиоклипы, видеоклипы со звуковым сопровождением (темпоральные системы), содержащие информацию о временных характеристиках субъекта – хозяина блога (темп речи, движений, мимики, более тонкие личностные особенности). Для блогов характерны короткие записи, отсортированные в обратном хронологическом порядке (последняя запись сверху), то есть блоги сохраняют собственную историю. Блоги обычно публичны и предполагают наличие сторонних читателей, которые могут вступить в публичную полемику с автором (в комментарии к блогзаписи или



своих блогах). В блогах возможны приглашения поучаствовать совместно в онлайн-игре с присущими ей темпоральными особенностями виртуальной реальности и т.д. В недалеком будущем – внедрение технологий 3-D виртуальной реальности, реализация сетей, состоящих из квантовых узлов и каналов.

Модели социальных сетей могут быть отнесены к сложным: они включают в себя самые разные уровни связей от дружеских и семейных до национальных и общечеловеческих. Теория сложных систем утверждает, что общие характеристики этих явлений (например, устойчивость, способность к адаптации и т. д.) зависят, как правило, не от конкретных объектов, составляющих сеть, а от математических свойств сети в целом: связанности, однородности, кластеризации, иерархии. Существует ряд сетей, систем, в которых нарушаются классические законы вероятности. Например, к ним относятся контекстуально-зависимые адаптивные системы. Так, авторы статьи [24] представили новую математическую формулу для вычисления вероятности в таких системах, с помощью понятия адаптивной динамики и квантовой теории информации. А в статье [23] авторы находят эквивалентность между квантовым и классическим описанием ряда сетевых топологий, которым соответствуют энтропия фон Неймана (квантовое описание) и энтропия Шеннона (классическое описание). В сложной сети, различные группы узлов могут существовать в течение разного количества времени, что имеет большое значение для выявления эволюционной истории сети. Чтобы раскрыть топологию сети в настоящее время (или в любой, представляющий интерес момент времени), используются технологии зондирования и спектрального анализа. Знание возраста различных групп узлов важно для понимания эволюционного процесса, лежащего в основе сети [29].

Основные примеры контекстуально-зависимых явлений могут быть найдены в квантовой физике, но в последнее время подобные явления, с квантовоподобными (КП) свойствами были обнаружены в [4;14;15;26] процессах, изучаемых биологами, социологами, экономистами, лингвистами, психологами, психиатрами и т.д. Моделирование КП процессов (в том числе – характеристик социальных сетей) возможно с помощью процессов квантовых, которые описываются тождественными математическими закономерностями. Пока для этого используют «обычные» компью-



теры, но идет работа над компьютерами квантовыми, которые предназначены и для моделирования иных квантовых и КП состояний [4;22].

Значительная часть теоретиков квантового компьютеринга, в том числе Дэвид Дойч [5], придерживаются многомировой интерпретации квантовой механики, в основе которой лежит идея о необходимости и возможности рассмотрения наблюдателем совокупности альтернативных образов Реальности [8].

По данным средств массовой информации руководство Google недавно (2011) заявило о планах по созданию собственной социальной сети Google Plus, которая объединит многие сервисы и приложения этой корпорации, в частности Google Maps и Google Images и, как полагают эксперты, станет конкурентом Facebook Марка Цукерберга. Отметим, что в будущем эта социальная сеть станет доступной и для офисных работников благодаря консолидации на базе площадки Google Apps – сервиса, разработанного для корпоративного общения в компаниях. Наличие большого количества «друзей» в Facebook, по мнению ряда экспертов, существенно сказывается на скорости работы сервиса, а потому особое внимание при разработке портала уделено скорости передачи информации. Друзья в соцсети будут распределяться в группы, например, «родственники», «коллеги по работе», что используется в сервисе ICQ. Новая соцсеть Google Plus дает возможность обмениваться «групповыми сообщениями», отправляя их нескольким пользователям одновременно, проводить видеоконференции при участии нескольких человек, возможность потокового обмена фотографиями и сообщениями, а доступ к ним будет зависеть от настроек приватности. Более того, она ориентирована на пользователя, предоставляя ему статьи и материалы, рекомендованные на основе интересов клиента исходя из истории запросов (то есть исходя из анализа прошлых событий). Появился голосовой поиск, который пока работает лишь с английским языком. Если в веб-браузере выбрать пиктограмму с микрофоном, то активизируется запись, при помощи которой поисковая система распознает произнесенное выражение [31].

С 2007 года развивается русскоязычный ресурс «А-я-яй. ру» [21] (компания «Наносемантика») – сайт, по утверждению авторов, с помощью которого можно создать виртуальных персонажей (инфов), которые понимают обычную речь (пока набранные

на клавиатуре тексты). Применяемые технологии позволяют учить инфов новым знаниям, придавать распознаваемые по их внешнему виду и речи нужные черты характера. Созданного инфа можно использовать на своих сайтах, в блогах и социальных сетях. Для своего инфа можно выбрать внешний вид, обучить инфа отвечать на разнообразные вопросы, вынести его на свой сайт, в блог или социальную сеть. Инф может быть вторым «я» пользователя, которое разговаривает в блоге, пока нет «хозяина», а может быть помощником: секретарём, консультантом в интернет-магазине, сотрудником службы техподдержки. Сеть инфов – своеобразная модель соцсети – инфы общаются друг с другом, выстраивают рейтинги предпочтений и т.д. Постоянно проводится работа по развитию проекта: становится больше «рас» и модификаций инфов, воплощения инфов для разных социальных сетей, работа инфов в ICQ и других мессенджерах, соревнования инфов по умению вести дискуссию, автоматическое обучение по текстам и вебстраницам, функции переводчиков, энциклопедистов.

Возможно, за этим направлением развития сетей (развитие тенденции к множественному, все более сложному представлению личности) – большое будущее. Пока проект «А-я-яй. ру» более востребован детьми и подростками в игровых целях, но и первый полет братьев Райт мало походил на перелет через океан современного авиалайнера. В трактовке известного психиатра Виктора Самохвалова [18], поддержанной доктором физико-математических наук А. Гуцем [1] – РМЛ (расстройство множественно личности) – основа для развития свойств, необходимых человеку следующей фазы развития, человеку будущего. (По В. Самохвалову, весь спектр будущих свойств человека, состояние его сознания, мышления, памяти заметны при психических патологиях уже сегодня, и именно душевные заболевания содержат символы будущего). Основной признак РМЛ, называемого так же диссоциативным расстройством личности, альтернирующей или перемежающейся личностью – видимость существования у человека двух или более разных личностей, проявляющихся не одновременно. Каждая из личностей характеризуется собственными предпочтениями, памятью. Обычно обе не имеют доступа к воспоминаниям друг друга. В период преобладания одной из психических субстанций пациент не помнит своей исходной личности и не осознаёт существования других личностей. В

большинстве случаев каждая личность имеет своё имя. Они могут относиться к разному полу, расе, национальности, осознавать свою принадлежность к другой семье, а не к той, к которой принадлежал субъект. Наиболее часто подчинённая личность бывает более инфантильной. Одна из них может быть крайне экстравертированной, сексуально расторможенной, а другая обладать противоположными качествами. Различные личности имеют разные физиологические характеристики. Например, им требуются неодинаковые рецепты на очки, а некоторые исследования с использованием позитронно-эмиссионной томографии и изучения церебрального кровотока показали метаболические различия у одного и того же человека. Возможны несовпадающие результаты психологического тестирования: коэффициента интеллектуального развития – IQ, отличные друг от друга кожно-гальванические реакции при проведении теста словесных ассоциаций и т.д. РМЛ – полное развитие тенденции к презентации одной личности в соцсети в виде двух и более представлений. Кстати, количество инфов в проекте «А-я-яй. ру» значительно больше количества пользователей. То есть многие пользователи создают не одного, а двух и более инфов – проекций собственных (обычно не вполне осознаваемых субличностей).

В работе А.Д. Панова [16] обосновывается вывод о том, что эволюция материи, которая началась с Большим Взрывом, не заканчивается на стадии образования человека разумного, а по всей вероятности продолжается дальше, что должно привести к возникновению неких «сверхразумных» форм или «сверхсоциального» уровня организации материи, причем точка сингулярности, перехода части человечества в иное состояние уже близка. В качестве одной из моделей такой формы он рассматривает галактическое культурное поле, возникающее вследствие обмена информации между космическими цивилизациями, то есть своего рода социальную сеть, скорость передачи информации в которой лимитирована скоростью света. В рамках этой модели механизмом для перехода от стадии разума к следующему этапу эволюции является контакт между космическими цивилизациями. По мнению Сергея Переслегина фазовый переход человеческого общества (преодоление постиндустриального барьера) может пройти по самому человеку, внутри его личности. Так архаическое сознание воспитанного в традиционном обществе боевика, в сочетании с

использованием интернет-технологий, социальных онлайн-сетей, спутникового телефона, системы ориентации, наведения и т.д. может таить много сюрпризов [17].

А.А. Ежовым и А.Ю. Хренниковым предложено [6;33;34;35] моделирование методами статистической физики и нахождение равновесных состояний в социальных сетях, состоящих из взаимодействующих агентов с различными профилями функциональной асимметрии головного мозга (ФА ГМ). Гипотеза о связи этических систем по В. Лефевру [10;11] с доминантностью полушарий головного мозга позволила им использовать теорию рефлексивных структур в социальных моделях вообще и в моделях социальных сетей в частности [6]. Согласно гипотезе агенты модели – это люди, которые работают, общаются, создают ценности и обмениваются ими. Причем, агенты стремятся сохранить свой физический и ментальный ресурс. При обмене они могут удерживать часть имеющегося ресурса и обладать такой, связанной со временем характеристикой, как память.

Двум базовым стратегиям агентов соответствуют две квантовые статистики (Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака) [6]. Две квантовые статистики основываются на наличии притяжения и отталкивания агентов. Конкурентная среда у левополушарных людей отражена в модели в отталкивании фермионов, а кооперация правополушарных соотносится с притяжением бозонов. Две базовые стратегии агентов определяют и два возможных прогноза будущего – персистентность и антиперсистентность. (Персистентность свидетельствует о наличии в системе процессов, поддерживающих (в целом) наметившиеся тенденции к изменению ее состояния, а антиперсистентность, наоборот, о процессах, препятствующих изменению состояния системы) [12].

Агент модели имеет две доминирующие цели – выжить (ориентация на потребление материального ресурса) и остаться человеком (ориентация на сохранение самоуважения, профессионализма).

Таким образом, историю агента можно представить в виде трехсимвольной последовательности. Исходя из допущения, что мозг работает только с бинарными кодами, трехсимвольные последовательности (из чисел 1, 2 и 3) проектируются на бинарные. Из этого следует, что: 1) В каждом случае информация о событи-

ях станет неполной; 2) Выбор бинарной кодировки станет неопределенным.

Авторами модели проведено компьютерное моделирование ситуации, в котором агенты меняют свои свойства в результате фазового перехода. Если предложение ресурсов мало отличается в разных профессиональных нишах, то обе кодировки дополнительные для ансамблей обоих типов агентов. Если же распределение материального ресурса достигнет высокой степени неравенства, то симметрия наборов памяти двух типов однородных агентов нарушится. В обществе с резко неравномерным предложением материального ресурса, у агентов возникают специфические для них кодировки памяти, то есть появляются две несовпадающие истории событий [6]. В контексте свойств социальных сетей, степень неравенства предложения материального ресурса, это и степень неравенства возможностей доступа различных слоев населения к социальным сетям интернета (что подразумевает наличие некоторого минимума доходов и образовательного уровня).

Представляется, что многоагентная модель может описывать и фазовый переход человечества в новое «постсингулярное» состояние. Причем этот переход совершит именно часть человечества, значительное количество останется на уровне прежней фазы развития.

Эволюционная теория асимметризации организма, мозга и парных органов предложена В.А. Геодакяном [3]. Теория объясняет с единых позиций многие явления, связанные с асимметрией в строении человека и животных. Эволюция мужского пола и левого полушария начинается и кончается раньше, чем соответственно женского пола и правого полушария. Новые функции в филогенезе появляются сначала в генотипе мужского пола, потом передаются женскому, а центры управления ими появляются сначала в левом полушарии, а потом перемещаются в правое. Критерий локализации функций по полушариям – их эволюционный возраст: молодые функции управляются левым полушарием, а старые – правым. Левое полушарие, мужской пол сопряжены с оперативной подсистемой обработки информации. Правое полушарие, женский пол сопряжены с консервативной подсистемой обработки информации. Теория Геодакяна позволяет установить связь функциональной асимметрии головного мозга, асимметрии рук, и других парных органов с полом, онтогенезом и филогене-

зом и успешно предсказывать новые факты. Введенное Геодакяном понятие «экологической ниши» имеет смысл не только для живых систем, но и для любых, в том числе социальных (очевидна аналогия с «профессиональной нишей» в многоагентной модели). Живая система, взаимодействуя со средой, может адаптироваться (в широком смысле этого слова) – и изменить свою экологическую нишу, что соответствует, например, фазовому переходу в многоагентной модели, в том числе и в динамике социальных сетей [6].

Согласно Владимиру Лефевру, известному и как автор монографии «Космический субъект» [10], ментальные феномены – вид существования термодинамических характеристик нейронных сетей, проводящих вычислительные процессы. Связь между каким-либо ментальным процессом и функционированием реальных нейронных сетей подобна связи между температурой некоторого объема газа и конкретным индивидуальным движением составляющих его частиц. Он пишет об успешном применении модели Изинга, созданной для теоретического представления физических процессов, протекающих в твердых телах, для описания вычислений в формальных нейронных сетях. Важно, что модель Изинга применяется и в моделях социальных сетей [7;36]. Лефевр [10] создал формальную модель субъекта, совершающего выбор одной из двух полярных альтернатив – «биполярный выбор». Анализ этой модели позволил вскрыть формальную связь между рефлексией и функционированием нейронных сетей, законами термодинамики.

Негомогенные сложные сети с различными свойствами узлов [26;27] демонстрируют смешанную квантовую статистику (статистику анионов). Дж. Бьянкони [26;27], Бьянкони и Барабази [25] показали, что статистика Бозе – Эйнштейна описывает и растущую (путем добавления и удаления новых узлов) интернет-сеть. Деррида и Лебовиц обнаружили [32] при рассмотрении асимметричных процессов, что Бозе – Эйнштейновская конденсация может возникать в классических системах, далеких от теплового равновесия. Существенным условием для появления подобного распределения является то, что в данном случае случайная миграция частиц в пространстве импульсов зависит от степени занятости состояний этого пространства. Это типично для многих нелинейных систем. Бьянкони обнаружила, что растущее дерево Кэли, имеющее качественно различные узлы и тепловой шум, описывается статистикой Ферми – Дирака [26]. При математическом моде-

лировании изменяющихся сетей, в том числе эволюционирующих популяций, имеющих и не имеющих разделение по половому признаку, ей найдены глубокие связи между математикой биологической эволюции и формализмом квантовой механики. Ей же установлено что распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака, как частные случаи эволюционирующих сетей, описывают стационарные состояния биологических популяций в простых случаях. Математические модели Дж. Бьянкони [26;27] могут быть полезными и для формализации динамики социальных сетей, возможного перехода их в «постсингулярное» состояние.

В последнее время усиленно изучаются (теоретически и практически) неабелевы анионы [22,28] (к ним относятся анионы Фибоначчи и анионы Изинга), для коллективных состояний которых возможны фазовые квантовые переходы. Анионы – квазичастицы, «топологические солитоны», «возбуждения», «вихри», в 2 – мерной (2-D) системе сильно скоррелированных электронов, находящихся в мощном магнитном поле, при температуре, близкой к абсолютному нулю [28;38]. Квазичастицы предполагается использовать для создания топологических квантовых компьютеров, которые смогут, в частности, моделировать иные квантовые и квантовоподобные состояния.

Многоагентная модель А.А. Ежова и А.Ю. Хренникова – частный случай эволюционирующей сети, применимый к динамике социальных сетей, в том числе – сетей интернета [37]. Согласно их модели, в обществе с резко неравномерным предложением материального ресурса, у агентов возникают специфические для них кодировки памяти. Неравенство доступа к интернет-ресурсам – онлайн-социальным сетям может, в соответствии с данными Ежова и Хренникова [6] вести к фазовому переходу с резким сдвигом установок, поведения масс людей. Социальные сети могут иметь КП свойства статистик Бозе – Эйнштейна, Ферми – Дирака, анионов. Предполагается с целью моделирования некоторых КП аспектов социальных сетей использовать математический аппарат топологических квантовых фазовых переходов квазичастиц в 2-D системах (что возможно при помощи «обычных», неквантовых компьютеров). Возможно, именно в этой сфере оптимально моделирование перехода к когнитивной, постсингулярной фазе развития человеческого общества.

Модель Ежова-Хренникова – возможная формализация этих процессов. Изучение квантовоподобных свойств, переменной топологии психики и социальных сетей важны для более глубокого понимания природы человека, перспектив его развития. Социальные сети – могут послужить основой для организации рефлексивно-активных сред инновационного развития с соответствующими технологиями. Социальные сети – частный случай активных сред инновационного развития, ориентированных на множественные распределенные источники инноваций. Вышеуказанные положения, кроме теоретического значения могут послужить вкладом в фундамент VII социогуманитарного технологического уклада в России (в настоящее время идет подготовка к переходу к VI технологическому укладу – внедрение нано-, био-, информационных и когнитивных технологий). В том числе, это развитие тенденции к множественному представлению личности в сетях с квантовоподобными свойствами. По мнению В.А. Лепского [9], есть серьезные основания полагать, что технологиями седьмого технологического уклада будут социогуманитарные технологии и в первую очередь технологии формирования новых форм жизнедеятельности, конструирования социальной реальности. Возможно, это произойдет, наряду с иными изменениями, в результате фазового перехода ныне существующих социальных сетей, выхода на первый план малоизвестных широкому кругу интернет-технологий типа технологии «инфов».

### Литература

1. Гуц А.К. Элементы теории времени.– Омск: Издательство Наследие. Диалог-Сибирь, 2004. – 376 с.
2. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: Физматлит, 2010. – 228 с.
3. Геодакян В.А. Эволюционные теории асимметризации организмов, мозга и тела //Успехи физиологических наук. 2005. Т. 36. № 1. – (С. 24 - 53).
4. Данилов В.И. Моделирование некоммутирующих измерений // Журнал новой экономической ассоциации. 2009. № 1– 2. – (С. 10- 36).
5. Дойч Д. Структура реальности.– Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 400 с.



6. Ежов А.А., Терентьева С.С. Асимметрия мозга, неравенство и многоагентные модели //Современные направления исследований функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга. Материалы Всероссийской конференции с международным участием.– М.: Научный мир, 2010. – (С. 20 - 24).

7. Згуровский М.З., Померанцева Т.Н. Методы принятия решений в социальных системах на основе спиновых моделей Изинга //Проблемы управления и информатики. 1995. № 1. – (С. 89 - 97).

8. Ильичев Л.И. Трудности онтологической концепции квантового состояния при наличии причинных петель. Сайт МЦЭИ <http://www.everettica.org/news.php3>

9. Лепский В. Е. Рефлексивно-активные среды инновационного развития. – М.: Изд-во «Когито-Центр», 2010. – 255 с.

10. Лефевр В.А. Рефлексия. – М.: «Когито-Центр», 2003. – 496 с.

11. Лефевр В.А. Лекции по теории рефлексивных игр. – М.: «Когито-Центр», 2009. – 218с.

12. Марков А.А. Некоторые фрактальные свойства фондовых индексов//Сегодня и завтра российской экономики. 2009. №30. – (С. 103- 112).

13. Мешков В. Е., Мешкова В. Е., Чураков В. С. Время в системах искусственного интеллекта // Проблема времени в культуре, философии и науке: сб. науч. тр. / Под ред. В.С. Чуракова. (Библиотека времени. Вып. 3). – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2006. – (С. 20 - 24).

14. Никонов Ю.В. Межполушарная асимметрия головного мозга и квантовые статистики при алкогольной зависимости //Асимметрия. 2010. Т. 4. № 1. – (С. 12 - 23).

15. Никонов Ю.В. Квантовые статистики и время при алкогольной зависимости //Формы и смыслы времени (философский, теоретический и практический аспекты изучения времени): сб. научн. тр./под ред. В.С.Чуракова (серия «Библиотека времени». Вып. 7) – Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2010. – (С. 379 - 390).

16. Панов А.Д. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI)/Послесл.Л.М.Гиндлиса.– М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 208 с.

17. Переслегин С., Преслегина Е. Война на пороге. Гильбертова пустыня.– М.: Изд-во Эксмо; Яуза, 2007. – 664 с.

18. Самохвалов В.П. Психический мир будущего.– Симферополь: Изд-во КИТ, 1998 .– 400 с.
19. Смирнов А. Модель измерения социальных медиа для бизнеса. Показатели и примеры использования 22.04.2011  
[//http://rocid.ru/files/events/rif11/presentations/22apr.s53-a.smirnov.pdf](http://rocid.ru/files/events/rif11/presentations/22apr.s53-a.smirnov.pdf)
20. Современная западная философия: словарь / Составители В.С. Малахов, В.П. Филатов. – М.: Политиздат, 1991. – 414 с.
21. Сайт <http://iii.ru/about>.
22. Alicea J, Oreg Y., Refael G., von Oppen F. and Fisher M. P. A. Non-Abelian statistics and topological quantum computation in 1D wire networks. 2010. [arXiv:1006.4395v1](https://arxiv.org/abs/1006.4395v1).
23. Anand K., Bianconi G., and Severini S. The Shannon and the Von Neumann entropy of random networks with heterogeneous expected degree. 2010 [arXiv:1011.1565v2](https://arxiv.org/abs/1011.1565v2).
24. [Asano M.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1), [Basieva I.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1), [Khrennikov A.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1), [Ohya M.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1), [Yamato I.](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1) A general quantum information model for the contextual dependent systems breaking the classical probability law. 2011. [arXiv:1105.4769v1](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1)
25. Bianconi G., Barabasi A.– L. // Phys. Rev. Lett. – 86, 2001. – P. 5632.
26. Bianconi G. Quantum statistics in complex networks // Phys. Rev., E 66, 2002. – P. 056123.
27. Bianconi G., Raymede Ch. Quantum mechanical formalism for biological evolution. 2010. [arXiv:1011.1523v1](https://arxiv.org/abs/1011.1523v1).
28. 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.
29. [Guimei Zh.](https://arxiv.org/abs/1107.1938v1), [Huijie Y.](https://arxiv.org/abs/1107.1938v1), [Rui Y.](https://arxiv.org/abs/1107.1938v1), [Jie R.](https://arxiv.org/abs/1107.1938v1), [Baowen L.](https://arxiv.org/abs/1107.1938v1), [Ying-Cheng L.](https://arxiv.org/abs/1107.1938v1) Uncovering Evolutionary Ages of Nodes in Complex Networks. 2011. [arXiv:1107.1938v1](https://arxiv.org/abs/1107.1938v1)
30. Goncalves B, Perra N., Vespignani A. Validation of Dunbar's number in Twitter conversations. 2011. [arXiv:1105.5170v2](https://arxiv.org/abs/1105.5170v2).
31. Google. <http://www.google.ru/intl/ru/about.html>
32. Derrida B., Lebowitz J. L. // Phys. Rev. Lett. – 80, 1998. – P.209.

33. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. Agents with Left and Right Dominant Hemispheres and Quantum Statistics. // *Phys. Rev. E* 71, 2005. – P. 016138.

34. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. On ultrametricity and symmetry between Bose-Einstein and Fermi-Dirac systems // *AIP Conf. Proc.* – 826, issue 1, 2006. – P. 55- 64.

35. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu., Terentyeva S.S. Indications of a possible symmetry and its breaking in a many-agent model obeying quantum statistics// *Phys. Rev.*, E 77, 3, 2008. – P. 031126.

36. Hooyberghsa H., Van Lombeeka S., Giuraniuca C., Van Schaeybroeck B. and Indekeua J. O. Ising model for distribution networks. 2011. arXiv:1105.5329v1

37. Perseguers S., Lewenstein M., Acín A., Cirac J. I. Quantum random networks. *Nature Physics*, 2010; DOI: [10.1038/NPHYS1665](https://doi.org/10.1038/NPHYS1665)

38. Wung – Hong Huang. Boson-fermion transmutation and the statistics of anyon.

// *Phys. Rev.*, E 51, 1995. – P. 3729 - 3730.

## Приложение I.

В последние годы все больший интерес исследователей привлекают многослойные-мультиплексные временные сетевые структуры [2,3,4,5], которые могут описывать несколько типов взаимодействия между одним и тем-же набором узлов сетей. Многие социальные сети, в которых одни и те же люди-узлы сети могут быть связаны через разные типы сетей, таких как сети дружбы, сотрудничества, соавторства, родства хорошо описываются мультиплексными сетями. Мультиплексные сети образованы слоями, которые обычно имеют свойства сетей безмасштабных (scale-free), и состоят из узлов, количество которых нарастает во времени. (Рис.1). К многослойным сетям относят и гиперсети, который описывают обычно при помощи гиперграфов [3].

Джинестрой Бьянкони с коллегами было установлено, что линки-связи узлов сложных растущих безмасштабных сетей могут описываться при помощи квантовой статистики Бозе-Эйнштейна. При определенных условиях (когда в сети появляется «супер-узел» хаб, который «притягивает» значительную часть линков, динамика такой сети подчиняется формализму конденсации Бозе-Эйнштейна. Происходит фазовый переход сети (части-

цы-бозоны при этом массово переходят на уровень с минимальной энергией) в новое состояние. В тоже время растущие узлы социальной сети, образующие структуру дерева Кэли, могут подчиняться статистике Ферми-Дирака [3].

В июле 2014 года Бьянкони обнародовала новую статью [1] в которой показала, что в растущих мультиплексных сетях симметрии многослойных структур могут быть описаны как сочетание квантовых статистик Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Мультиплексные сети представляет собой многослойную систему, образованную из  $N$  узлов, имеющих копию в каждом из слоев  $M$  и  $M$  слои образуют различные сети взаимодействий между узлами  $N$ . Супер-мультиплексы формируются из слоев, представляющих безмасштабные сети и могут отображаться формализмом Бозе-эйнштейновской конденсацией из линков. Каждый слой супер-мультиплекса интерпретируется как чистое квантовое двухчастичное состояние, имеющее характеризующее его энтропию запутывания. Бьянкони обнаружено простое соотношение между энтропией запутанности отдельных состояний сети и уровнем энтропии всей сети. Это отношение соединяет классическую динамику растущих неравновесных супер-мультиплексных сетей с квантовыми статическими характеристиками чистых состояний сети, с квантовой информатикой. Частный случай многослойной сети – дуплексная сеть, которая состоит из двух слоев ( $M=2$ ) [1]. Важно, что узлы внутри каждого слоя такой сети (в отличие от узлов двудольных однослойных сетей) взаимодействуют между собой [1]. Открытая Джинестой Бьянкони многослойная структура по-новому объясняет наличие в сложных сетях квантовоподобных свойств, может являться основой для моделирования реальных социальных сетей.

### Литература

1. Bianconi G. Quantum multiplex networks described by coupled Bose and Fermi statistics. 29 Jul 2014. arXiv:1407.7645.
2. Bianconi G. Percolation in networks of networks with random matching of nodes in different layers. 2014. arXiv:1411.4160.
3. Boccaletti S., Bianconi G., Criado R., del Genio C. The structure and dynamics of multilayer networks. 2014. Phys. Rep. 1. 544 p.

4. [Holme P.](#), [Saramäki J.](#) Temporal Networks. 2013. Phys. Rep. 519. 352 p.

5. D'Agostino G., Scala A. Networks of Networks: The Last Frontier of Complexity. 2014. 340 p.

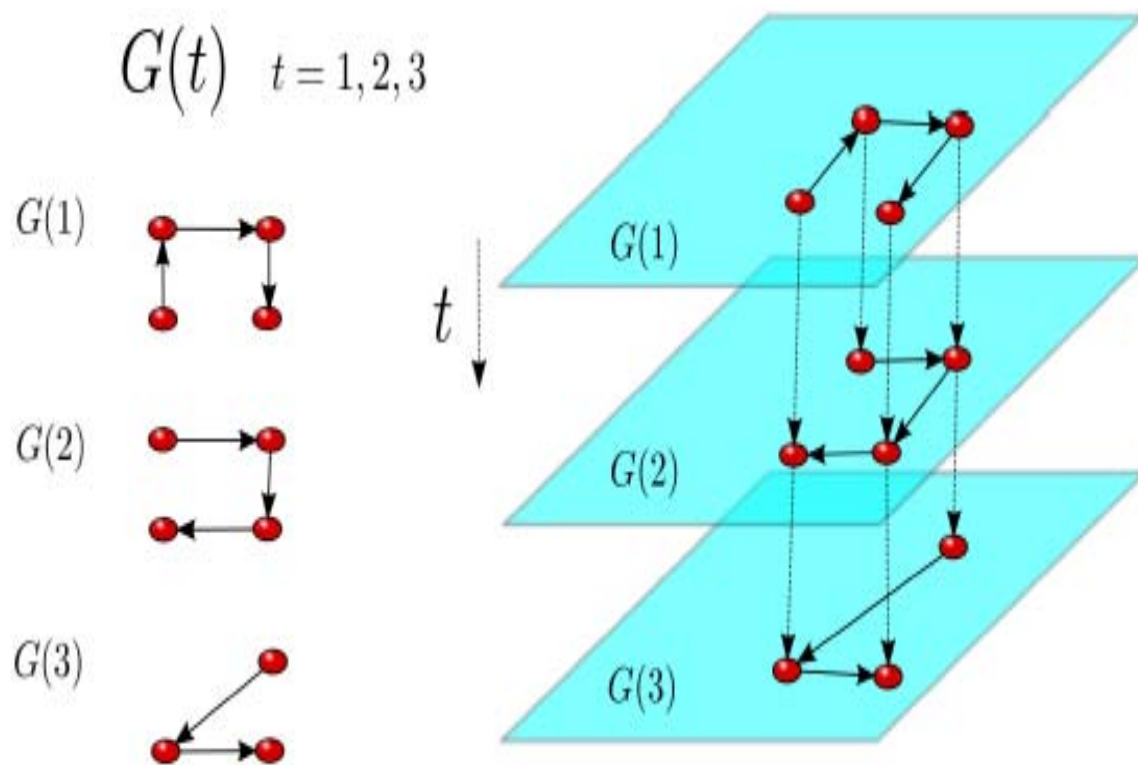


Рис 1. Схематическое отображение временной многослойной сети

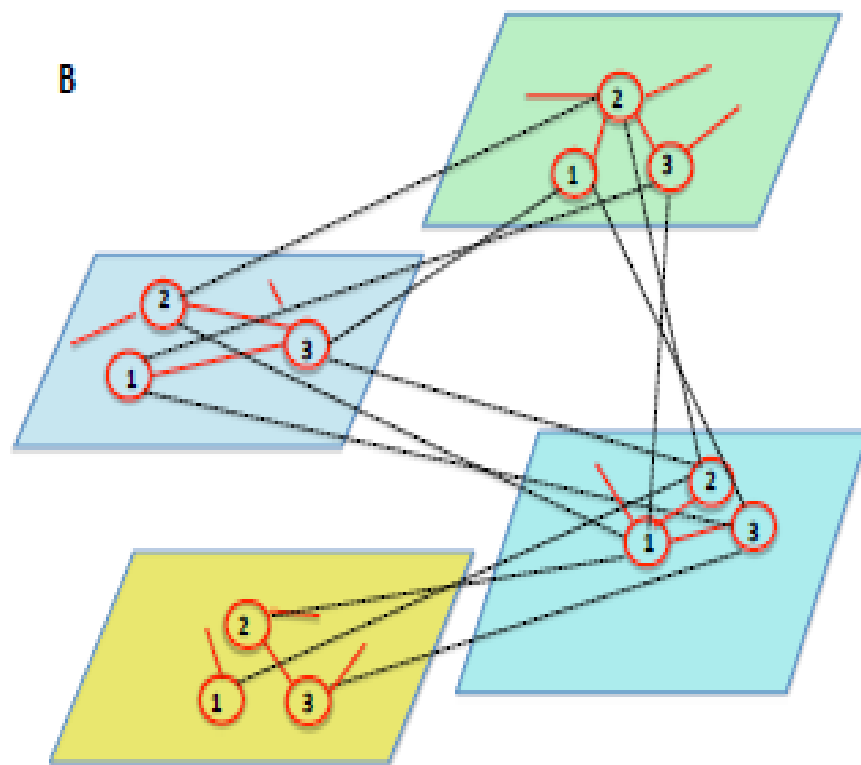
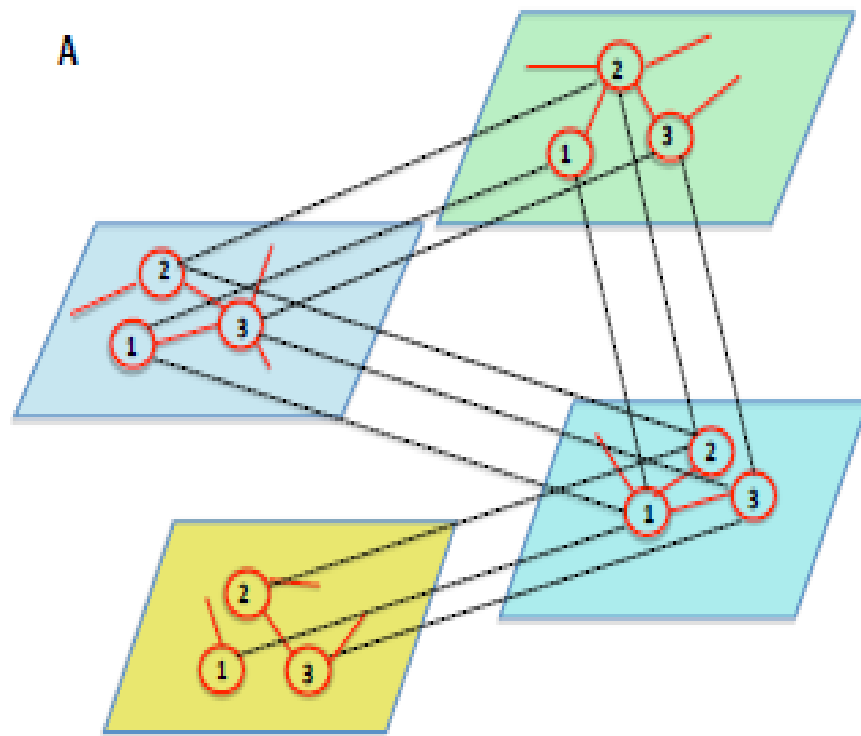


Рис. 2. Схематическое изображение многослойных сетей

## **Никонов Ю.В. Иностраннные научные публикации по соцсетям онлайн**

1. Ahn Y., Bagrow J., Lehmann S. Link communities reveal multiscale complexity in networks. *Nature*. 2010. 466. – Pp. 761–764.

2. Alicea J, Oreg Y., Refael G., von Oppen F. and Fisher M. P. A. Non-Abelian statistics and topological quantum computation in 1D wire networks. [arXiv:1006.4395v1](https://arxiv.org/abs/1006.4395v1).

3. Anand K., Bianconi G., Severini S. The Shannon and the Von Neumann entropy of random networks with heterogeneous expected degree. 2010. [ArXiv: 1011.1565v2](https://arxiv.org/abs/1011.1565v2).

4. [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](https://arxiv.org/abs/1105.4769v1)

5. Bagrow J., Wang D., Barabasi A.-L. [Collective Response of Human Populations to Large-Scale Emergencies](#). 2011. *LoS One* 6:3. – P. 1-8.

6. Barrat A., Barthelemy M., Vespignani A. *Dynamical processes on complex networks*. Cambridge University Press. Cambridge UK – 2008.

7. Barrat J., Bianconi G. Dynamical and bursty interactions in social networks. *Phys Rev*. 2010. E 8. – P. 035101.

8. Barthelemy M. Spatial networks. *Physics Reports*. – 2011. 499. - Pp. 1- 101.

9. Basu P., Bar-Noy A., Ramanathan R., Johnson M. Modeling and analysis of time-varying graphs. 2010. [ArXiv: 1012.0260](https://arxiv.org/abs/1012.0260).

10. Bianconi G., Barabasi A.– L. // *Phys. Rev. Lett.* – 86, 2001. – P. 5632.

11. Bianconi G. Quantum statistics in complex networks // *Phys. Rev.*, E 66, 2002. – P. 056123.

12. Bianconi G, Coolen A., Perez-Vicente C. Entropies of complex networks with hierarchically constrained topologies. *Phys Rev*. 2008. E 78. – P. 016114.

13. Bianconi G., Pin P., Marsili M. Assessing the relevance of node features for network structure. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009. 106. – Pp. 11433–11438.

14. Bianconi G., Raymede Ch. Quantum mechanical formalism for biological evolution. [arXiv:1011.1523v1](https://arxiv.org/abs/1011.1523v1)
15. Bianconi G. Quantum multiplex networks described by coupled Bose and Fermi statistics. 29 Jul 2014. arXiv:1407.7645.
16. Bianconi G. Percolation in networks of networks with random matching of nodes in different layers. 2014. arXiv:1411.4160.
17. Blonder B., Dornhaus A. Time-ordered networks reveal limitations to information flow in ant colonies. PLoS One. – 2011. 6:e20298.
18. Boccaletti S., Bianconi G., Criado R., del Genio C. The structure and dynamics of multilayer networks. 2014. Phys. Rep. 1. 544 p.
19. Braha D., Bar-Yam Y. Time-dependent complex networks: dynamic centrality, dynamic motifs, and cycles of social interaction. In T. Gross and H. Sayama, editors, Adaptive networks: Theory, models and applications. Springer, Dordrecht. 2008. – Pp. 39-50.
20. Cabello A., Danielsen L., Lopez-Tarrida A., Portillo J. Quantum social networks. 2011. ArXiv: 1112.0617v1.
21. Casteigts A., Flocchini P., Quattrociocchi W., Santoro N. Time-varying graphs and dynamic networks. 2010. Arxiv: 1012:0009.
22. Castellano C., Fortunato S., Loreto V. Statistical physics of social dynamics. Rev Mod Phys. 2009. 81. – Pp. 591- 646.
23. Castells M. The Information Age: Economy, Society and Culture: End of Milenium. Maiden (Ma.) Oxford: Blackwell Publ, 1998.
24. Castells M. The Information Age: Economy, Society and Culture: The Rise of the Network Society. Maiden (Ma.) Oxford: Blackwell Publ., 1996.
25. Castells M. The Information Age: Economy, Society and Culture: The Power of Identity. Maiden (Ma.) Oxford: Blackwell Publ., 1997.
26. Cattuto C. et al. Dynamics of person-to-person interactions from distributed RFID sensor networks. PLoS One. – 2010 5:e11596.
27. Cuquet M., Calsamiglia J.; Limited-path-length entanglement percolation in quantum complex networks. Phys. Rev. 2011.A 83. – P. 032319.
28. D'Agostino G., Scala A. Networks of Networks: The Last Frontier of Complexity. 2014. 340 p.



29. D-Wave Systems sells its first Quantum Computing System to Lockheed

30. Martin. May 25, 2011 // Corporation/  
<http://www.dwavesys.com/en/pressreleas.html>

31. Derrida B., Lebowitz J. L. // Phys. Rev. Lett. – 80, 1998/ – P.209.

32. Drucker P.P. Post-Capitalist Society. N.Y.: Harper-Collins Publ., 1995.

33. Eagle N., Pentland A., Lazer D. Inferring Social Network Structure Using Mobile Phone Data. Proceedings of National Academy of Sciences. 2009. 106 (36). – Pp. 15274–15278.

34. Easley D., Kleinberg J. Networks, crowds, and markets: reasoning about a highly connected world. Cambridge University Press, Cambridge UK – 2010.

35. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. Agents with Left and Right Dominant Hemispheres and Quantum Statistics. // Phys. Rev. E 71, 2005. – P. 016138.

36. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. On ultrametricity and symmetry between Bose-Einstein and Fermi-Dirac systems // AIP Conf. Proc.,– 826, issue 1, 2006. – P. 55–64.

37. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu., Terentyeva S.S. Indications of a possible symmetry and its breaking in a many-agent model obeying quantum statistics// Phys. Rev., E 77, 3, 2008. – P. 031126.

38. Fortunato S.. Community detection in graphs. Physics Reports. 2010.

486. – Pp. 75–174.

39. Gautreau A., Barrat A., Barthelemy M. Microdynamics in stationary complex networks. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2009. 106. – Pp. 8847– 8852.

40. Ghosh S. Distributed Systems: An Algorithmic Approach. Chapman & Hall. CRC, Boca Raton FL. – 2007.

41. Ghoshal G., Barabási A.-L. [Ranking stability and super-stable nodes in complex networks](#) // Nature Communications. 2011. 2. – Pp. 1–7.

42. Goncalves B, Perra N., Vespignani A. Validation of Dunbar's number in Twitter conversations. 2011. ArXiv: 1105.5170v2.

43. Grindrod P., Parsons M., Higham D., Estrada E. Communicability across evolving networks. Phys. Rev. 2011. E, 81. – Pp. 046120.

44. Gross T., Blasius B. Adaptive coevolutionary networks: A review. *J. Roy. Soc. Interface.* 2008. 5. – Pp. 259 – 271.
45. [Guimei Zh.](#) Et al. Uncovering Evolutionary Ages of Nodes in Complex Networks. 2011. [ArXiv: 1107.1938v1](#).
46. Harrison J., Keating J., Robbins J. Quantum statistics on graphs. 2011. ArXiv: 1101.1535v1.
47. Hil S., Braha D. Dynamic model of time-dependent complex networks. *Phys. Rev. E.* 2010. 82. – P. 046105.
48. Hillery, George A., Jr. *Communal Organization; A Study of Local Societies.* Chicago, 111.: The University of. Chicago Press, 1968
49. [Hoffman R.](#) Using Computational Patients to Evaluate Illness Mechanisms in Schizophrenia // *Biological Psychiatry.* [V. 69. I. 10.](#) 2011. – Pp. 997-1005.
50. [Holme P.](#), [Saramäki J.](#) Temporal Networks. 2013. *Phys. Rep.* 519. 352 p.
51. Holmes D. (eds). *Virtual Politics. Identity and Community in Cyberspace.* –L,: Sage. 1997.
52. Hooyberghsa H., Van Lombeeka S., Giuraniuca C., Van Schaeybroeck B. and Indekeua J. O. Ising model for distribution networks. 2011. arXiv:1105.5329v1
53. Hooyberghsa H. et al. Ising model for distribution networks. 2011. ArXiv: 1105.5329v1
54. Iribarren J., Moro E. Impact of human activity patterns on the dynamics of information diffusion. *Phys. Rev. Lett.* 2009. 103. – P.038702.
55. Isella L. et al. Whats in a crowd? analysis of faceto-face behavioral networks. *Journal of Theoretical Biology.* 2011. 271. – Pp. 166-180.
56. Jackson M. *Social and economic networks.* Princeton University Press, Princeton NJ. – 2008.
57. Jo H.-H., Karsai M., Kertesz J., Kaski K. Circadian pattern and burstiness in human communication activity. 2011. ArXiv: 1101.0377.
58. Kamp C. Untangling the interplay between epidemic spread and transmission network dynamics. *PLoS Comp. Biol.* – 2010. 6:e1000984.

59. Karsai M. et al. Small but slow world: How network topology and burstiness slow down spreading. *Phys. Rev.* 2011. E. 83. – P. 025102.
60. Kimble H. The quantum internet; *Nature (London)*. 2008. 453. – P. 1023.
61. Kolar M., Song L., Ahmed A., Xing E. Estimating time-varying networks. *Annals of Applied Statistics*. 2010. 4. Pp. 94 - 123.
62. Korepin V., Xu Y. Entanglement in Valence-Bond-Solid States. *International Journal of Modern Physics B*. 2010. 24. – Pp. 1361- 1440.
63. Kossinets G., Kleinberg J., Watts D. The structure of information pathways in a social communication network. In *Proc. 14th ACM SIGKDD Intl. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining*. 2008. – Pp. 435-443.
64. Kostakos V. Temporal graphs. *Physica A*. 2009. 388. – Pp.1007-1023.
65. Kovanen L. et al. Temporal motifs in time-dependent networks. 2011. ArXiv: 1107.5646.
66. Kuhn F., Oshman R. Dynamic networks: Models and algorithms. *ACM SIGACT News*. 2011. 42. – Pp.82 - 96.
67. Kuwata Y. Decomposition algorithm for global reachability analysis on a time-varying graph with an application to planetary exploration. In *International Conference on Intelligent Robots and Systems*. – 2009.
68. Kwak H., Lee C., Park H., Moon S. What is Twitter, a social network or a news media? In *Proceedings of the 19<sup>th</sup> International World Wide Web Conference*. – 2010.
69. Lahiri M., Berger-Wolf T. Mining periodic behavior in dynamic social networks. In *Eighth IEEE International Conference on Data Mining*. – 2008.
70. Lamouline C/, PouUet Y. From Information Superhighways to «Electronic Democracy». *The Impact of New Information and Communication Technologies on the Fundamental Freedoms*. -Strasbourg: Council of Europe. 1995. P. 5.
71. Lauritzen B. et al. «Telecommunication-Wavelength Solid-State Memory at the Single Photon Level»; *Phys. Rev. Lett.* 2010. 104. – P. 080502.
72. Lauritzen B. et al. Approaches for a quantum memory at telecommunication wavelengths; *Phys. Rev. A*. 2011. 83. – P. 12318.

73. Lee S., Rocha L., Liljeros F., Holme P. Exploiting temporal network structures of human interaction to effectively immunize populations. 2010. [ArXiv:1011.3928](#).
74. Liben-Nowell D., Kleinberg J. Tracing information flow on a global scale using Internet chain-letter data. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2008. 105. – Pp.4633-4638.
75. Liljeros F. Et al. The web of human sexual contacts. *Nature*. 2001. 411. – Pp. 907- 908.
76. Malmgren R., Stouffer D., Campanharo A., Amaral L. On universality in human correspondence activity. In *Science*. 2009. – Pp. 1696-1700.
77. [Marceau V.](#) et al. Adaptive networks: coevolution of disease and topology. 2010. [ArXiv: 1005.1299v1](#).
78. Masuda Y. *The Information Society as Post-Industrial Society*. Wash., 1981.
79. Min B., Goh K.-I., Vazquez A. Spreading dynamics following bursty human activity patterns. 2010. [ArXiv: 1006.2643](#).
80. Miritello G., Moro E., Lara R. The dynamical strength of social ties in information spreading. *Phys. Rev. E*. 2011. 83. – P. 045102.
81. Mucha P. et al. Community structure in time-dependent, multiscale, and multiplex networks. *Science*. 2010. 328. – Pp.876-878.
82. Newman M. *Networks: An introduction*. Oxford University Press, Oxford UK. – 2010.
83. Onnela J.-P. et al. Structure and ties strengths in mobile communication networks. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2007. 104. – P. 7332.
84. Pan R., Saramaki J. Path lengths, correlations, and centrality in temporal networks. 2011. [ArXiv: 1101.5913](#).
85. A. Panisson et al. On the dynamics of human proximity for data diffusion in ad-hoc networks to appear in *Ad Hoc Networks*. 2011. [arXiv: 1106.5992v1](#)
86. Paparo G., Martin-Delgado M. Google in a Quantum Network. 2011. [ArXiv: 1112.2079v1](#)
87. Park Y., Moore C., Bader J. Dynamic networks from hierarchical Bayesian graph clustering. *PLoS One*. – 2010. 5:e8118.
88. Parshani R. et al. Dynamic networks and directed percolation. *Europhys Lett*. 2009. 90. – P. 38004.

89. Perseguers S. et al. Entanglement distribution in pure-state quantum networks. *Phys. Rev. A*. 2008. 77. – P. 022308.
90. Perseguers S., Lewenstein M., Acín A., Cirac J. Quantum random networks. *Nature Physics*. – 2010. DOI. [10.1038/NPHYS1665](https://doi.org/10.1038/NPHYS1665).
91. Poster M. *The Second Media Age*. – Cambridge: Polity Press. 1995.
92. Przytycka T., Slonim M. Toward the dynamic interactome: It's about time. *Briefings in Bioinformatics*. 2010. 11. – Pp. 15-29.
93. Prokopenko M. (Ed.) *Advances in Applied Self-organizing Systems*. 1st Edition. 2008. XII – 376 p.
94. Rybski D. et al. Scaling laws of human interaction activity. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2009. 106. – Pp. 12640 - 12645.
95. Rocha L., Liljeros F., Holme P. Information dynamics shape the sexual networks of internet-mediated prostitution. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2010. 107. – Pp. 5706 - 5711.
96. Rocha L., Liljeros F., Holme P. Simulated epidemics in an empirical spatiotemporal network of sexual contacts. *PloS Comp. Biol.* – 2011. 7:e1001109.
97. Rosvall M., Bergstrom C. Mapping change in large networks. *PLoS One*. – 2010. 5:e8694.
98. Sangouard N., Simon Ch., de Riedmatten H., Gisin N. Quantum repeaters based on atomic ensembles and linear optics; *Rev. Mod. Phys.* 2010. 83. – P. 3380.
99. Santoro N. et al. Time-varying graphs and social network analysis: temporal indicators and metrics. 2011. ArXiv: 1102.0629.
100. Simon C. et al. Quantum Memories. A Review based on the European Integrated Project «Qubit Applications (QAP)». *The European Physical Journal*. 2010. D 58. – Pp. 1-22.
101. [Shuai](#) X. et al. Does Quantum Interference exist in Twitter? 2011. ArXiv: 1107.0681v1.
102. Snijders T., Koskinen J., Schweinberger M. Maximum likelihood estimation for social network dynamics. *The Annals of Applied Statistics*. 2010. 4. – Pp. 567–588.
103. Snijders T., van de Bunt G., Steglich C. Introduction to stochastic actor-based models for network dynamics. *Social Networks*. 2010, 32. – Pp. 44-60.

104. Song C., Qu Z., Blumm N., Barabási A.-L. [Limits of Predictability in Human Mobility](#). 2010. Science 327. – Pp. 1018-1021.
105. Song C., Koren T., Wang P., Barabási A.-L. [Modelling the scaling properties of human mobility](#). Nature Physics (Advanced Online Publications). 2010. 7. – P. 713.
- 106.. Stehle J., Barrat A., Bianconi G. Dynamical and bursty interactions in social networks. Phys. Rev. E. 2010. 81. – P. 035101.
107. Stehle J. Vanhems. Simulation of an SEIR infectious disease model on the dynamic contact network of conference attendees. BMC Medicine. 2011. 9. – P.87.
108. Takaguchi T. Predictability of conversation patterns. 2011. Arxiv: 1104.5344.
109. Tang J., Musolesi M., Mascolo C., Latora V. Temporal distance metrics for social network analysis. In Proceedings of the 2nd ACM SIGCOMM Workshop on Online Social Networks. – 2009.
110. Tang J. Small-world in time-varying graphs. Phys. Rev. E. 2010. 81.– P. 055101.
111. Tantipathananandh C., Berger-Wolf T., Kempe D. A framework for community identification in dynamical social networks. In Proceedings of the 13th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2007. – Pp. 717–726.
112. Trebst S., Ardonne E., Feiguin A., Huse D.A., Ludwig A.W.W., Troyer M. Collective States of Interacting Fibonacci Anyons // Phys. Rev. Lett. 101, 2008. – P. 050401– 050401-4.
113. Turova T. Dynamical random graphs with memory. Phys. Rev. 2002. E.65. – P. 066102.
114. Ueno T., Masuda N. Controlling nosocomial infection based on structure of hospital social networks. J. Theor. Biol. 2008. 254. – Pp. 655- 666.
115. Valencia M., Martinerie J., Dupont S., Chavez M. Dynamic small-world behavior in functional brain networks unveiled by an event-related networks approach. Phys. Rev. E. 2008. 77. – P. 050905.
116. [Wang Y.](#), [Xiao G.](#), [Liu J.](#) Dynamics of competing ideas in complex social systems. 2011. [ArXiv: 1112.5534v1](#).
117. Wiersma D. Random Quantum Networks. 2010. Science 327. – P. 1333.



118. Wright R. Statistical structures underlying quantum mechanics and social science. 2003. ArXiv: quant-ph/0307234.
119. Wu Y. Evidence for a bimodal distribution in human communication. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2010. 107. – Pp. 18803-18808.
120. Wung – Hong Huang. Boson-fermion transmutation and the statistics of anyon. // Phys. Rev., E 51, 1995. – P. 3729 - 3730.
121. Yukie S. et al. Empirical analysis of collective human behavior for extraordinary events in Blogosphere. 2011. ArXiv: 1107.4730v1
122. **Zhao K.** et al. Modeling Emerging Coalitions in the context of Inter-organizational Networks: A Case Study of Humanitarian Coordination, International Journal of Intelligent Control and Systems Research. 2009. 14. 1. – Pp. 97-103.
123. Zhao K, Stehlé J., Bianconi G., Barrat A. Social network dynamics of face-to-face interactions. Phys Rev. 2010. E 83. – P. 056109.
124. Zhao K, Karsai M, Bianconi G. Entropy of Dynamical Social Networks. PLoS One. – 2011. 6(12). – e28116.
125. Zhao K, Bianconi G. Social interactions model and adaptability of human behavior. Front. Physio. 2011. 2. – P.101.
126. Zhao K., Halu A., Severini S., Biancon G. Entropy rate of nonequilibrium growing networks. [Phys. Rev. 2011. E 84. – P. 066113.](#)
127. Zhao, K., Kumar, A., Harrison, T., Yen. J. Analyzing the Resilience of Complex Supply Network Topologies against Random and Targeted Disruptions. IEEE Systems Journal. 2011. 5. 1. – Pp. 28-39.

## **Никонов Ю.В., Чураков В.С. Фильмы о социальных сетях**

**Социальная сеть** (В фильме рассказывается история создания одной из самых популярных сетей социальных сетей в Интернете – *Facebook*. Оглушительный успех этой сети среди пользователей по всему миру навсегда изменил жизнь студентов – однокурсников гарвардского университета, которые основали её в 2004 году и за несколько лет стали самыми молодыми мультимиллионерами в USA.

**Режиссер:** Дэвид Финчер. **Сценарий:** Аарон Соркин, Бен Мезрич.

**Композиторы:** Трент Резнор, Аттикус Росс. **Продюсеры:** Дэна Брунетти, Чен Чаффин, Майкл Де Лука. **Оператор:** Джеф Кроненвет. **В ролях:** Джесси Айзенберг, Эндрю Гарфилд, Джастин Тимберлейк, Эрми Хаммер, Макс Миногелл, Руни Мара. **Жанр:** драма. **Производство:** USA, COLUMBIA PICTURES. **Продолжительность:** 120 минут, 2010 год.).

**ЧАТ. Социальная сеть** (Режиссер: Хидео Наката («Звонок», «Хаос»). Сценарист: Энда Уолш («Голод»). Композитор: Кэндзи Кавай. **В ролях:** Аарон Джонсон («Иллюзионист», «Пипец»), Иможен Путс («Сексоголик»), Мэттью Бирд («Воспитание чувств»), Ханна Мюррей, Дэниел Калужа. **Жанр:** психологический триллер.

Подростки Джим, Ева, Эмили и Мо познакомились и дружились в чате. Они все в восторге от их нового сетевого знакомого – Уильяма, который вызывается отучить джима от пристрастия к антидепрессантам. Но вскоре друзья понимают, что Уильям просто манипулирует ими, а Джим должен стать очередной жертвой его смертоносной игры. Чтобы избежать ловушек и спасти своего друга, ребята должны выйти из безопасного мира онлайн-болтовни, познакомиться друг с другом и противостоять Уильяму в оффлайне, где реальны и опасность, и смерть.

**Производство:** Великобритания. **Продолжительность:** 95 минут, 2010 год).

**Как я дружил в социальной сети** (Режиссер: Генри Джуст, Эриель Шульман. **Продюсер:** Эндрю Джареки, Генри



Джуст, Эриель Шульман. **Композитор:** Марк Мазерсбо. **Монтаж:** Захари Стюарт-Понье. **Жанр:** документальный, драма. Мировая премьера: 22 января 2010 года. Премьера в России: 14 апреля 2010 года. Страна: USA. Продолжительность: 94 минуты.

Однажды нью-йоркский редактор Нев, познакомившись с юной художницей и ее мамой, случайно зафрендил в социальной сети ее старшую сестру Меган Фаччио. Так началась онлайн-дружба Нева и Меган, развитие которой решили задокументировать на видео два молодых режиссера.

Приятный флирт превращается в горячее желание Нева перейти «из онлайн в реал» в отношениях с красоткой. Но растет и подозрение, что Меган – не та, за кого себя выдает. Чтобы узнать правду, трое друзей решаются на путешествие, которое изменит их жизнь навсегда.)

**\Download: The True Story of the Internet (США, 2008)**  
**(Подлинная история Интернета) (4 серии).**

**Режиссер:** Джон Хайлеман

В ролях: Джон Хайлеман и другие известные личности в сфере интернета

Уникальный научно-популярный сериал о том, как Интернет изменил нашу жизнь. Четыре серии с Джоном Хейлманом: невероятные истории о том, как 20-летние студенты зарабатывали и тратили целые состояния за ночь, рассказывают сами герои.

**Pro Рунет: Социальные Сети (Россия, 2011)**

Полный «откровений» фильм о том, как социальные сети влияют на нашу жизнь, и как государство контролирует нас с помощью Facebook и Twitter.

**Life in a Day (США и Великобритания, 2011)**

«Исторический киноэксперимент», состоящий из десятков роликов пользователей YouTube.

**Startup.com (США, 2001)**

Фильм о двух друзьях, Калейле Исазе Тузмани и Томе Германе, и их стартапе, знаменитом сайте GovWorks.com. Миллионы долларов, разрушенная дружба и крах американской мечты в комплекте.

### **We Live in Public (США, 2009)**

История Джоша Харриса, одного из пионеров Интернета, автора беспрецедентного эксперимента. По его замыслу, около 100 художников в подземном бункере в самом центре Нью-Йорка должны снимать live-видео круглосуточно. Проект провалился, но Джош решил не останавливаться. И подверг испытанию свою жизнь.

### **Пираты Силиконовой долины (США, 1999)**

История о двух «акулах бизнеса», Джобсе и Гейтсе, рассказанная их друзьями, Возняком и Балмером.

### **Chatroom (Великобритания, 2010)**

Неплохой триллер о том, что не стоит заговаривать с незнакомцами. Даже в чате. Фильм, повлиявший на авторов законодательной инициативы верификации с помощью паспорта в Интернете.

### **Antitrust (США, 2001)**

Хороший парень, гений-программист бросает вызов огромной корпорации, бесчеловечная машина которой переламинает мужские сердца. История о победе молодого человека над мировым злом.

### **Сеть (США, 1995)**

Непонятно, что предпочитает Нортэм – красоток или фантастику. Но фильмы с ним от этого хуже не становятся. Картина о том, что не стоит забывать о реальной жизни. Иначе можно и потерять себя в Сети. Навсегда.

### **Хакеры (США, 1995)**

«Хакеры» ([англ. Hackers](#)) — триллер про [хакеров](#). В фильме снялась ещё юная [Анджелина Джоли](#). В России фильм распространялся на подпольных видеокассетах в авторских одnogолосых переводах [Петра Карцева](#) и [Сергея Визгунова](#), а с 1996 года — на лицензионных VHS с дубляжем [Varus Video](#).

**Страна:** США

**Слоган:** «Their only crime was curiosity».

**Режиссер:** Айэйн Софтли

**Сценарий:** Rafael Moreu

**Продюсер:** Джанет Грэхэм, Майкл Пейсер, Селвин Робертс

**Оператор:** Андржей Секула

**Композитор:** Саймон Босвелл, Карл Кокс, Лайам Хоулетт

**Жанр:** боевик, триллер, криминал

**Сборы в США:** \$7 563 728

**Мировая премьера:** 15 сентября 1995

**Время:** 107 мин

**В ролях:**

Джонни Ли Миллер, Анджелина Джоли, Джесси Брэдфорд, Мэттью Лиллард, Лоуренс Мэйсон, Реноли Сантьяго, Фишер Стивенс, Альберта Уотсон, Даррен Ли, Питер Й. Ким

**сюжет:**

Развлекаясь манипуляциями в коммерческих сетях, начинающий хакер делает почти невозможное: взламывает защиту секретного компьютера Гибсон в корпорации Эллингсон. При этом он случайно подключается к схеме хищения средств, искусно замаскированной кем-то под компьютерный вирус, действие которого может привести к глобальной экологической катастрофе. Молодой хакер и его приятели в доли секунды превращаются в подозреваемых. Охоту за ними начинает ФБР и главный компьютерщик корпорации Эллингтон по кличке Чума (Фишер Стивенс). Однако молодые хакеры раскрывают губительность истинных планов Чумы и объединяют свои технические знания, чтобы запустить массированную киберпространственную атаку, которая должна очистить их от подозрений и предотвратить экологическую катастрофу.

**Кодер (США, 2002)**

Стильный фильм про красоток, шпионаж и хакеров. Нортэм невероятно хорош, а Лью просто неотразима. Если вы думаете, что за 7.5 млн долларов невозможно снять грамотную и хорошую фантастику – вы ошибаетесь.

**Черное зеркало (Великобритания, 2011)**

Британский мини-сериал о том, как современные интернет-технологии изменили нашу жизнь. И отнюдь не в лучшую сторону. Увлекательная трилогия состоит из несвязанных между

собой эпизодов, которые переполнены сатирой на зависимых от современных технологий людей, т. е. на нас с вами.

### **Пульс (США, 2006)**

Мобильная связь, Интернет, wi-fi – все это делает ближе не только родных, друзей и любимых. Все это приближает мир мертвых к миру живых.

Жуткий фильм с няшкой Сомерхолдером о том, что призраки обитают не только в старых замках, но и в сети.

## **Авторефераты статей, опубликованных в сборнике**

УДК 004.77:316.35

**Никонов Ю. В., Гусев Н.И., Чураков В.С. Элементы теории Лефевра и фазовые переходы в онлайн-социальных сетях// Социальные сети: моделирование временных и квантовоподобных свойств: Сб. научн. трудов / Под ред. В.С. Чуракова (Спецвыпуск серии «Библиотека времени»).– Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2015. – С. 5-17**

Во всем мире растет интерес к изучению свойств онлайн-социальных сетей в контексте информационного управления и противоборства. Многоагентная модель А.А. Ежова и А.Ю. Хренникова – пример моделирования эволюционирующей сети, применимый к динамике социальных сетей, в том числе – сетей интернета. Согласно модели, в обществе с резко неравномерным предложением материального ресурса, у агентов возникают специфические для них кодировки памяти. Неравенство доступа к интернет-ресурсам – онлайн-социальным сетям может, в соответствии с данными Ежова и Хренникова вести к фазовому переходу с резким сдвигом установок, поведения масс людей.

Библ.: 42 наим.

УДК [004.77:316.35]:303.09

**Никонов Ю. В., Чураков В.С. Когнитивное моделирование на основе рефлексивных игр Лефевра в онлайн-социальных сетях// Социальные сети: моделирование временных и квантовоподобных свойств: Сб. научн. трудов / Под ред. В.С. Чуракова (Спецвыпуск серии «Библиотека времени»).– Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2015. – С. 18-28**

В работе описывается моделирование эволюции онлайн-социальных сетей с применением концепции рефлексивных игр В.А. Лефевра, многоагентной модели А.А. Ежова и А.Ю. Хренникова. Социальные сети могут иметь КП свойства статистик Бозе – Эйнштейна, Ферми – Дирака, анионов. Предполагается с целью моделирования некоторых КП аспектов социальных сетей использовать математический аппарат топологических квантовых фазовых переходов квазичастиц в 2-D системах (что возможно при помощи «обычных», неквантовых компьютеров). Возможно, именно

в этой сфере оптимально моделирование перехода к когнитивной, постсингулярной фазе развития человеческого общества.

Библ. 21 наим.

УДК 519.17

**Никонов Ю.В., Чураков В.С. Моделирование временных социальных сетей (Аналитический обзор литературы)// Социальные сети: моделирование временных и квантовоподобных свойств: Сб. научн. трудов / Под ред. В.С. Чуракова (Спецвыпуск серии «Библиотека времени»).– Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2015. – С. 29-45**

Исследование временных моделей социальных сетей, их характерных особенностей значимо и с теоретических, и с чисто практических позиций (не случайно появился новый термин – «сетевые революции»). Для объяснения наблюдаемых временно-топологических корреляций перспективны разработки адаптивных моделей сети, использование их квантовоподобных (КП) свойств. Несмотря на технические трудности, ожидается введение в широкую практику квантовых сетей. Моделирование временной структуры социальных сетей – эффективный инструмент для прикладных междисциплинарных исследований.

Библ.: 102 наим.

УДК 519.17:[004.77:316.35]

**Никонов Ю.В., Гусев Н.И., Чураков В.С. Современные технологии социальных сетей онлайн (обзор иностранных исследований)// Социальные сети: моделирование временных и квантовоподобных свойств: Сб. научн. трудов / Под ред. В.С. Чуракова (Спецвыпуск серии «Библиотека времени»).– Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2015. – С. 46-60**

Представляемая работа – аналитический обзор современной англоязычной литературы по теме квантовых и квантовоподобных (КП) свойствах социальных сетей. Для объяснения наблюдаемых временно-топологических корреляций в социальных сетях перспективны разработки адаптивных моделей сети, использование их КП свойств. Несмотря на технические трудности, ожидается введение в широкую практику квантовых сетей. Моделирование КП структуры социальных сетей – эффективный инструмент для прикладных междисциплинарных исследований, в

частности – разработки квантовых поисковых алгоритмов, таких как Quantum rank (QR).

Библ.: 99 наим.

УДК 316.35

**Никонов Ю.В. Темпоральность в онлайн-социальных сетях// Социальные сети: моделирование временных и квантовоподобных свойств: Сб. научн. трудов / Под ред. В.С. Чуракова (Спецвыпуск серии «Библиотека времени»).– Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2015. – С. 61-86**

Предполагается с целью моделирования квантовоподобных аспектов социальных сетей использовать математический аппарат топологических квантовых фазовых переходов квазичастиц в 2-D системах (что возможно при помощи «обычных», неквантовых компьютеров). Возможно, именно в этой сфере оптимально моделирование перехода к когнитивной, постсингулярной фазе развития человеческого общества. Социальные сети – могут послужить основой для организации рефлексивно-активных сред инновационного развития с соответствующими технологиями. Социальные сети – частный случай активных сред инновационного развития, ориентированных на множественные распределенные источники инноваций. Вышеуказанные положения, кроме теоретического значения могут послужить вкладом в фундамент VII социогуманитарного технологического уклада в России.

Библ. 3 наим.

## **Сведения об авторах**

**Гусев Николай Иванович**, кандидат социологических наук, профессор кафедры «Индустрия туризма и гостеприимства»

ФГБОУ ВПО «Донской государственный университет» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) в г. Шахты.

**Никонов Юрий Викторович**, врач-психиатр высшей квалификационной категории ФГБУЗ МСЧ №59 ФМБА России, г. Заречный Пензенской области.

**Чураков Вадим Сергеевич**, базовое образование: горный инженер-электрик, Шахтинский филиал НПИ в 1987 году, кандидат философских наук, доцент. Область научных интересов: изучение феномена времени, многозначные и многомерные булевы и небулевы алгебры логики А.В.Короткова в информатике и искусственном интеллекте, философский анализ онлайн-социальных сетей. Научный редактор серий «Библиотека времени» и «Семимерная парадигма А.В. Короткова в информатике, искусственном интеллекте и когнитологии».



# Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Элементы теории Лефевра и фазовые переходы в онлайн-социальных сетях.....	5
©Никонов Ю. В., Гусев Н.И., Чураков В.С., 2015.....	5
Когнитивное моделирование на основе рефлексивных игр Лефевра в онлайн-социальных сетях.....	18
©Никонов Ю. В., Чураков В.С., 2015 .....	18
Моделирование временных социальных сетей (аналитический обзор литературы).....	29
©Никонов Ю.В., Чураков В.С., 2015 .....	29
Современные технологии социальных сетей онлайн (обзор иностранных исследований).....	47
©Никонов Ю.В., Гусев Н.И., Чураков В.С., 2015.....	47
Темпоральность в онлайн-социальных сетях.....	62
© Никонов Ю.В., 2015.....	62
Приложение I .....	75
Никонов Ю.В. Иностранные научные публикации по соцсетям онлайн.....	79
Никонов Ю.В., Чураков В.С. Фильмы о социальных сетях.....	88
Авторефераты статей, опубликованных в сборнике.....	93
Сведения об авторах.....	96
Содержание.....	97

Научное издание

---

**СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ:  
*моделирование временных  
и квантовоподобных свойств*  
Сборник научных трудов  
(Спецвыпуск серии «Библиотека времени»)  
Под науч. ред. В.С. Чуракова**

Работы печатаются в авторской редакции

Техн. ред.: Г.А. Еримеев

Издательство «**НаукаОбразованиеКультура**»  
346430 Новочеркасск, ул. Дворцовая, 1.  
Подписано в печать 12.01.2015 г.  
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Печ. л. 6. Тир. 100 экз.  
Отпечатано ООО НПП «НОК»  
346428 Новочеркасск, ул. Просвещения, 155А.