

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ
ПО ОБЩЕСТВЕННЫМ НАУКАМ

**НАУКОВЕДЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
2019**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**МОСКВА
2019**

Серия «*Методологические проблемы развития
науки и техники*»

**Центр научно-информационных исследований
по науке, образованию и технологиям**

Редакционная коллегия:

А.И. Ракитов, Ю.П. Адлер, А.Г. Аллахвердян,
Ю.В. Грановский, С.В. Егеров, Е.Г. Гребенщикова,
В.А. Маркусова, Э.М. Пройдаков

Рецензенты: канд. филос. наук *В.М. Кондратьев*,
канд. психол. наук *Т.В. Виноградова*, канд. техн. наук
В.Н. Журавлев, д-р экон. наук *А.В. Тодосийчук*,
д-р хим. наук *В.С. Арутюнов*

Ответственный редактор –
д-р филос. наук *Е.Г. Гребенщикова*
Научно-техническое и стилистическое
редактирование – *Н.Ю. Бабичева*

Н 34 **Наукovedческие исследования, 2019:** Сб. науч. тр. /
РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. по науке, обра-
зованию и технологиям; отв. ред. Гребенщикова Е.Г. –
М., 2019. – 218 с. – (Сер.: Методол. пробл. развития науки
и техники).
ISSN 2658-5405

В ежегоднике рассматриваются проблемы развития науки и об-
разования в России и за рубежом. Анализируются приоритеты госу-
дарственной научной политики и механизмы научно-технологич-
еской и образовательной деятельности, обсуждаются новые формы
проведения научных исследований. Ряд материалов посвящен про-
блемам наукометрии.

Сборник предназначен для аспирантов, научных работников,
преподавателей вузов, работников органов, реализующих научно-
образовательную политику.

Д.С. Андреюк

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ДЛЯ ИНЖЕНЕРИИ
КООПЕРАТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
В НАУЧНЫХ ПРОЕКТАХ**

DOI: 10.31249/scis/2019.00.04

Аннотация. В работе рассматривается феномен коллективного интеллекта. Группа людей, действующая сообща, выступает своего рода вычислительным контуром, принимающим решения по тем же принципам, что и математические нейросети. Такой ракурс анализа групп имеет смысл с эволюционной точки зрения, поскольку разные виды животных используют схожую с человеком тактику взаимодействия в группах / стаях и имеют схожие нейрофизиологические механизмы для установления и поддержания социальных коммуникаций. Прикладные инженерные решения на основании такого подхода предлагается оптимизировать по критерию вычислительной мощности социальной нейросети и разрабатывать в двух направлениях: 1) оптимизация связей между элементами и 2) увеличение числа элементов.

Abstract. This article is focused on the phenomenon of collective intelligence. A group of collaborating people can be viewed as a decision-making device working by the same principles as the mathematical neuronal networks do. This analogy has the evolutionary fundamentals because higher animals having features of group cooperation similar to Homo Sapience also have similar neurophysiological mechanisms providing such cooperative behavior. We suggest to develop applied engineering of scientific cooperating networks optimizing the criterion of calculation power of social neuronal network. Two main parameters we have to control within this approach: 1) settings of links between the network nodes and 2) quantity of the nodes.

Ключевые слова: социальные коммуникации; нейронные сети; нейрофизиология кооперативного поведения; социальное проектирование в науке.

Keywords: social communications; neuronal networks; neurophysiology of cooperative behavior; social engineering in scientific projects.

Люди во многом похожи на животных. Во всяком случае, с некоторыми из высших животных, т.е. теми, у которых сильно развит головной мозг, у нас есть общий шаблон поведения, а именно, работа в стае. Термин «стая» здесь применен условно. Это можно назвать коллективом, группой, бандой, командой единомышленников – и еще есть множество слов с близким значением. Главные черты такого поведения следующие.

1. Стая производит действия, по сложности и по объемам, недоступные возможностям единичной особи, если бы она действовала отдельно и независимо от других особей.

2. Члены стаи различают друг друга персонально.

3. Стая иерархична и каждый помнит социальный статус – положение в иерархии стаи – каждого, включая себя самого. Каждый стремится повысить свой социальный статус.

Кооперативное поведение как информационный процесс

Традиционно коллективное кооперативное поведение у людей рассматривают с точки зрения совместных производительных действий – совместно построить дом, плотину, космический корабль. Очевидно, что разделение труда в этих задачах существенно ускоряет процесс, особенно с учетом профессиональной специализации (если привлечь профессионального плотника, строителя, горного инженера и пр., то дело пойдет быстрее). Однако при более глубоком анализе становится понятно, что огромная работа должна быть проделана задолго ДО начала производственного процесса по созданию материального объекта. Кто-то должен принять решение, что за объект это должен быть, где он должен располагаться, должны быть определены требуемые технические характеристики, разработан план будущего объекта, определено, кто именно будет его создавать, в рамках какого бюджета, в какие сроки – и таких решений нужно принять десятки и сотни, если объект небольшой. И тысячи, десятки и сотни тысяч

решений нужно принять при создании крупных или технически сложных объектов.

Подавляющее большинство подобных решений принимаются персонально, но обсуждаются коллективно. С точки зрения информационного процесса человеческий социум при планировании своих крупных проектов действует полностью идентично человеку, который решает гораздо более простые по уровню сложности, но эквивалентные по сути задачи выбора из ограниченного набора вариантов в условиях действия большого количества внешних факторов, влияющих на выбор с разным весом.

В социологической литературе уже не первое столетие обсуждают феномен «коллективного разума» или «мудрость толпы» [11; 14], как частный случай коллективных решений. В современных исследованиях с позиций коллективного интеллекта рассматривают политические процессы [36], анализируют рынки [29; 39], делают прогнозы развития технологий [8; 25].

Во всех таких работах в явном либо в неявном виде предполагается рассмотрение действующих сообща людей, как единой вычислительной системы, обрабатывающей информацию и принимающей адекватное решение, соответствующее сложившимся внешним обстоятельствам.

Социум функционально аналогичен нейросети

Биологическая нейросеть состоит из большого количества индивидуальных вычислительных элементов – нейронов, соединенных между собой большим количеством связей – синапсов. «Большое количество» в случае, скажем, человеческого мозга означает миллиарды нейронов и от нескольких десятков до десятков тысяч синаптических контактов у каждого нейрона. Принцип действия нейросети основан на интеграции сигналов каждым отдельным нейроном и, как следствие, интеграции всех входных сигналов, характеризующих внешнее окружение организма, в выбор одного из немногих вариантов реагирования организма на возникшее изменение внешних обстоятельств. По мере увеличения сложности организации организма увеличивается объем мозга, точнее количество нейронов в нейросети, и увеличивается количество вариантов поведения, из которых можно выбирать. Пластичность индивидуальной нейросети, ее способность обучаться новым вариантам обусловлена связями – они могут формироваться, исчезать и перенастраиваться в течение всей жизни данной нейросети.

По такому же принципу создаются компьютерные нейросети, представляющие собой значительную часть устройств так называемого искусственного интеллекта [31; 34]. И ровно по такому же принципу организован процесс принятия коллективных решений в социуме – как человеческом, так и у всех животных, которые собираются в структурированные стаи и действуют сообща.

Важная структурная особенность нейросети состоит в том, что поле выходных сигналов имеет значительно меньший размер, чем поле входных. Другими словами, большой объем внешней информации редуцируется в процессе обработки до выбора из немногих вариантов реагирования. Но, благодаря очень тонкой настройке огромного количества внутренних межэлементных связей, выбор делается оптимальный для каждой данной ситуации. Редукция в биологических и математических нейросетях обычно достигается путем послышной обработки массива входных сигналов.

Предположим, матрица элементов в сетчатке глаза имеет порядка десятков мегапикселей – как камера в современных смартфонах. Сетчатка проецируется на слой нейронов с почти такой же размерностью – каждому рецептору сетчатки соответствует свой уникальный партнер в следующем слое. Но уже в нем, в этом втором слое изображение не идентично – за счет дополнительных связей происходит первичная обработка – «гасятся» полутона по краям элементов для контрастирования, подчеркиваются границы – есть множество оптических фокусов, которые показывают эти быстрые эффекты коррекции первичного изображения. А дальше изображение проходит через ряд последовательных слоев, где представляющих элементов меньше, а связей – больше. Там происходит выявление ассоциаций с характерными элементами, сохраненными в памяти, другими словами, идет анализ на предмет отношения «картинки» к текущим потребностям. Если какой-то элемент в изображении ассоциирован с чем-то важным для хозяина нейросети, этот элемент получает более высокий приоритет. Так человек, который увидел хвост тигра, торчащий из кустов, с большой вероятностью примет решение убраться подальше, потому что его процессор вычленил хвост как важный элемент пейзажа, достроит его до целого тигра и проведет оценку времени – сколько такому тигру нужно, чтобы допрыгнуть от куста до человека. Реакцией нейросети будет импульс в эндокринную систему и мощный выброс в кровь адреналина и других «гормонов бегства».

В социальной группе редукция информации осуществляется благодаря иерархичности. Иерархия социального статуса, с одной

стороны, обеспечивает уменьшение элементов в каждом последующем слое, а с другой стороны, задает настройку связей между элементами так, что связи от более высоких иерархических уровней имеют больший удельный вес. В «элиту» группы приходит не вся информация о внешних и внутренних событиях, но только та, которая важна для жизни группы. А к исполнению принимаются те решения, которые – с учетом предыдущего опыта – улучшат (или не ухудшат) положение группы во внешнем мире при сохранении ее внутренней структуры в неизменном виде.

Таким образом, группа – это не только множество исполнителей, способных разделить между собой работу и функции жизнеобеспечения. Прежде всего, это вычислительный контур, организованный по принципу математической нейросети и способный к обучению и принятию решений в условиях меняющихся внешних обстоятельств.

Нейрофизиология кооперативного поведения: возникновение и разрушение социальных связей

Если анализировать социальные взаимодействия в контексте описанной выше информационной нейросетевой модели, то ключевое значение приобретают связи между членами группы. Насколько легко или трудно им обменяться каждым из следующих пакетов информации, насколько мнение данного члена группы следует учитывать и предпочитать мнению других членов группы в случае, если эти мнения различаются, – ответы на эти «информационные» вопросы зависят от характеристик связи между двумя индивидуальными членами группы. Эти характеристики для группы имеют такое же значение, как характеристики синапса в математических и особенно биологических нейросетях. Среди прочего, память обученной нейросети – это как раз настройки отдельных синапсов, а обучение новым задачам – это создание новых синапсов и изменение параметров у некоторых существующих.

Как уже говорилось выше, люди – не единственные и, по видимому, далеко не первые среди животных, кто стал использовать именно такую схему вычислительного устройства, обеспечивающего дополнительные адаптивные свойства всему виду. По крайней мере, этологи прошлого века задокументировали большое количество схожих ситуаций в социальном взаимодействии стайных животных, таких как врановые или псовые, с социальным поведением у людей [23]. А в нашем веке накапливается

все больше данных о схожести нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе социального поведения у человека и у представителей близких к нему в эволюционном плане социальных животных.

К таким общим, а значит, достаточно древним механизмам можно отнести систему зеркальных нейронов, которые синхронно активируются в одних и тех же участках мозга у каждой из двух особей, которые только начинают вступать в контакт друг с другом [27; 38]. По-видимому, система зеркальных нейронов обеспечивает сонастройку во многих системах «контактеров», что приводит к значительной степени общности в текущих субъективных переживаниях каждого из них и, как следствие, существенно облегчает взаимопонимание в первые секунды контакта. Это один из механизмов для установления новой связи или для подкрепления старой.

После того как связь установилась и особи проконтактировали, каждый из участников успешного обмена информацией получает положительное подкрепление. В качестве примера можно привести нейропептид окситоцин, который долгое время считался «гормоном материнской любви» [7]. Именно этой молекуле приписывали состояние эйфории, которое возникает от чувства сопричастности, сопереживания эмоциям другого человека. Сейчас уже накоплено достаточно свидетельств участия этого нейромодулятора в широком спектре поведенческих реакций и у людей, и у других социальных животных: окситоцин усиливает социальную мотивацию для сближения и установления партнерства с близкими социальными партнерами, что составляет основу для формирования стабильной социальной связи и облегчает ее поддержание с течением времени, даже если это связь между человеком и собакой [28].

Очевидно, что окситоцин – это далеко не единственный участник тонкой настройки машины эмоций при установлении или разрыве социальных связей. Например, проекции серотонинергических нейронов обильно представлены в структурах, для которых было показано участие в становлении моральных суждений и социального поведения, в том числе вентромедиальной префронтальной коре, островке и миндалине [26]. Десятилетия исследований показали, что просоциальное и аффилированное поведение связано с интактной, или усиленной, функцией серотонина, тогда как антисоциальное и агрессивное поведение обусловлено нарушенной или сниженной функцией серотонина [33]. Была высказана

гипотеза, что интенсивный эмоциональный дискомфорт, который испытывает человек при разрыве стабильной и долгой социальной связи, идентичен переживаниям при наркотических зависимостях и обусловлен разбалансировкой высвобождения / откачки серотонина в определенных областях мозга [9]. Социальная изоляция и субъективное ощущение «боли» от разрыва связаны с активацией определенных зон мозга, которая хорошо видна при фМРТ-исследованиях. Прямая активация рецепторов серотонина 5-HT₂ A/1 A фармакологическим агонистом существенно уменьшала активацию этих зон [10]. В регулировании социальных реакций показано участие дофамина, вазопрессина и аргинин-вазопрессина и еще многих других сигнальных молекул (см. например, для краткого обзора [4]).

Агрессия vs эмпатия в отношении социальных связей в группе

В середине прошлого века выдающийся австрийский этолог Конрад Лоренц был удостоен Нобелевской премии за то, что обосновал важность агрессии в поведении высокоразвитых животных и человека. Лоренц пытался показать, что без агрессивности не могло бы быть и любви [23]. Это парадоксальное, на первый взгляд, утверждение полностью подтверждается в исследованиях нарушений социальности и девиантных форм поведения у человека. Агрессивность, действительно, часто оказывается ассоциирована с большой прочностью социальных связей (которых в этом случае формируется мало) и с тяжелыми субъективными страданиями при разрыве этих связей [5; 15].

В этой связи большой интерес представляют сравнительные исследования социальной организации у двух видов шимпанзе – шимпанзе обыкновенного и шимпанзе бонобо, каждый из которых с точки зрения генетических различий равноудален от человека [22; 24]. Было обнаружено, что обыкновенные шимпанзе демонстрируют более высокий уровень внутривидовой агрессии, чем бонобо. Напротив, у бонобо значительно в большей степени развита эмпатия. Оказалось, что вместе с различиями по этим двум характеристикам, имеющим отношение и к формированию социальных связей, два вида различаются еще по целому спектру параметров, включая склонность помогать друг другу (у бонобо выше) и абстрактное мышление (выше у шимпанзе).

Важно отметить, что, хотя оба вида относятся к редким, бонобо вымирает значительно быстрее, поскольку крайне неэффективно противостоит угрозам внешней конкуренции – прежде всего со стороны горилл и тех же обыкновенных шимпанзе. Уровень агрессии снижен не только по отношению к сородичам, но и ко всем вообще. Способность к пониманию и готовность принять разные точки зрения, «влезть в шкуру другого» оплачивается трудностями в планировании, слабостью абстрактного мышления, но окупается легкостью как в создании, так и в разрыве социальных связей.

Возможно, этологи на примере двух видов шимпанзе обнаружили те самые «Сциллу и Харибду», которые ограничивают размер социальных нейросетей у животных. А именно неизбежный компромисс между уровнем социальности и волей побеждать для себя и для своей стаи. При высокой агрессии связи формируются сильные, но их мало, а агрессия мешает кооперации с остальными. При высоком уровне эмпатии легко возникает кооперация, связей много, но социальная структура слишком рыхлая, а целеустремленность и лидерство недостаточно развиты, чтобы добиваться результатов кооперативной деятельности.

Структура коммуникационных групп

На протяжении почти полувека прикладной интерес к социальным сетям со стороны государственных игроков, прежде всего военных и специальных служб, был связан с колоссальным потенциалом для распространения информации в больших и очень больших социальных группах, что, в частности, было использовано для разжигания массовых протестов и революций в целом ряде стран [12; 17; 20; 22; 37]. Взрывной рост бизнесов на основе социальных сетей в цифровом пространстве придал значительный импульс исследованию социальных коммуникаций в целом. Например, анализ больших массивов данных в таких средствах связи, как микроблоги «Твиттер» [35] и мобильная телефонная связь [32], показал, что можно достаточно надежно очертить границы групп по тому, кто с кем общается. В зависимости от выбранного временного масштаба, анализ контактов позволяет выделить либо небольшие – 2–5 человек, либо более крупные – 1000 человек и больше массивы участников, все межперсональные контакты которых за рассматриваемый период происходят только между членами данного массива.

Интересно, что в обоих упомянутых исследованиях были обнаружены люди, которые выпадают из закономерности в том, что имеют устойчивые регулярные контакты с представителями разных групп. В отличие от аутсайдеров, не имеющих контактов вовсе (и поэтому не попадающих в группу по определению), «межгрупповые коммуникаторы» имеют частоту контактов с членами данной группы близкую к средней, т.е. они принадлежат к данной группе. Но при этом они имеют близкую к средней частоту контактов и в другой, а иногда нескольких других группах, т.е. они принадлежат и к ним тоже.

В работе Грабович с соавторами [35] анализировали группы связей через микроблоги «Твиттер», предполагая, что ретвит – это акт передачи информации, а комментарий – это акт обработки информации. В среднем комментарии происходили примерно на два порядка чаще ретвитов. Оказалось, что «межгрупповые коммуникаторы» оказываются источником сообщений, которые передают дальше вдвое чаще, чем сообщения других членов группы. Авторы интерпретируют это как свидетельство схемы, по которой часть информации приходит в группу через посредников из других групп, после чего обсуждается с той же интенсивностью, что информация, полученная от типичных членов группы либо из СМИ. Если рассматривать социальные коммуникации как процесс обработки информации, а группы – как вычислительные контуры, то наличие посредников, обеспечивающих передачу данных между группами, представляет особый интерес с точки зрения возможной инженерии вычислительных социальных контуров. В частности, они могут выступать «бутылочным горлышком», лимитирующим фактором, который ограничивает скорость работы «большой» нейросети, состоящей из нескольких отдельных вычислительных групп.

Информационные брокеры

Сегодня термин «информационный брокер» включает широкий спектр разных посреднических функций (см. например [3]). Одна из наиболее важных в контексте нашей логики была предложена по результатам исследования элит в небольших городах США и ФРГ – Тауэртаун и Альтнойштадт, соответственно [18]. В этих двух модельных городках с примерно одинаковым населением (несколько десятков тысяч человек), с похожей демографической и экономической структурой были проведены опросы не-

скольких сотен уважаемых и известных человек с целью построить для каждого из городов рейтинг влияния элит. Ожидаемо более высокие позиции в рейтинге заняли те люди, в распоряжении которых находилось больше ресурсов – материальных либо административных. В целом наблюдалась довольно четкая линейная зависимость между объемом ресурсов в распоряжении человека и степенью его влияния согласно опросам.

Но были люди, которые имели ресурсов мало, а влияние несоразмерно высокую. Оказалось, что эти люди могли выступать посредниками в переговорах соперничающих групп элит. В городе всегда есть вопросы, решение по которым требует консенсуса в элитах, поскольку каждая из противоборствующих групп в состоянии заблокировать решение, если формулировка ее не устраивает. В условиях противостояния и постоянной борьбы за право распоряжаться ресурсами контакты между представителями групп ограничены, а иногда и просто исключены. Если все же договориться нужно, то возникает потребность в посреднике. Здесь и кроется секрет «аномальной» влияния людей, способных выступить такими посредниками благодаря уважению и связям в каждой из групп. Эта функция была обозначена как информационное брокерство. Очевидно, что речь идет о том же типе связующих узлов, которые обеспечивают поток информации между относительно закрытыми информационными контурами – группами, как и в случае групп в «Твиттере» или групп, очерченных по звонкам с мобильного телефона.

Возможности и ограничения для объединения групп в больших проектах

Приведенным примером хорошо проиллюстрировать еще одно важное обстоятельство. Группа, как стая, определяется по плотности межперсональных коммуникаций. Между членами группы коммуникации происходят намного чаще, чем с кем-либо, кто к группе не принадлежит. А информационная функция выполняется через выравнивание мнений – две особи вступают в диалог и обмениваются мнением относительно некоего вопроса. У каждого участника этой дискуссии было свое мнение, которое в процессе общения немного поменялось, а именно: сильнее или слабее сдвинулось в сторону мнения собеседника. Степень смещения, среди прочего, зависит от удельного веса каждого из собеседников: чем выше положение в социальной иерархии, тем выше удельный вес.

Очевидно, что диалог может возникнуть, только если существует канал коммуникаций; в частности, если индивиды принадлежат к одной группе, вероятность диалога высока. Но эти два процесса – коммуникации в группе и выравнивание мнений – не идентичны. Они имеют разную природу и разный набор ограничений.

Коммуникации в группе связаны с борьбой за повышение социального статуса либо, гораздо реже, с борьбой с внешними трудностями. Эта особенность дополнительно ранжирует темы, например добавляет важности и эмоциональной значимости тем темам, которые противопоставляют членов своей и чужой группы или привлекают внимание многих членов группы к инициатору обсуждения, повышая тем самым временно статус данного индивида. Как следствие, затруднено обсуждение тем, нейтральных для данной группы (вопросы, которые при любом решении не повлияют на социальный статус любого из членов группы), даже в том случае, если эти вопросы имеют большое значение для социума более высокого порядка. По этой причине, например, в группах молодежи зачастую не вызывают интереса темы, связанные с большой политикой.

Другое принципиальное ограничение на выравнивание мнений связано с каналами входа информации. Информация в группу поступает по ограниченному количеству каналов, каждый из которых задает свое искажение относительно того, как этот же дискуссионный вопрос обсуждается в других группах (эффект «бутылочного горлышка»). В частности, по этой причине профессиональные сообщества, члены которых глубоко специализированы на какой-то одной проблеме, зачастую представляются «неадекватными чудаками» для большинства окружающих их людей просто потому, что круг тем для обсуждения в профессиональной группе и в группах общечеловеческого общения может не пересекаться ни в одном вопросе.

Это уточнение призывает помнить о том, что социальная нейросеть построена из иерархических групп, коммуникации в которых подчиняются биологическим закономерностям. Но информационная функция этого множества «стай» состоит в непрерывном обсуждении вопросов актуальной повестки всего социума, в выравнивании мнений и формировании по каждому из них консенсуса, который обеспечит эффективное выполнение каждого из коллективных решений.

С точки зрения информационных возможностей нейросети ключевое значение имеет количество элементов и количество

связей между ними. Оба этих параметра претерпели существенное изменение у человека по сравнению с животными, которые также активно используют кооперативное поведение в своих жизненных стратегиях.

Снижение порога силы связи, при котором может происходить контакт

Количество связей в первобытном обществе считается ограниченным когнитивными способностями людей и оценивается примерно в 300 контрагентов. Это то число, которое в среднем человек может удерживать в памяти. В контексте нейрофизиологии социальных связей нужно сделать важное дополнение. Это то число контрагентов, которое человек способен удерживать в памяти с достаточно яркой эмоциональной окраской. Это количество **эмоциональных** связей, т.е. связей, подкрепленных значимыми для человека сдвигами в балансе гормонов и нейромедиаторов, достаточно сильных, чтобы человек эти переживания запомнил.

Индустриальное общество существенно изменило плотность встреч среднего человека, и социологи заговорили о «слабых связях» [19]. Знакомство без заметной эмоциональной окраски. Оно не достаточно сильное, чтобы сохранить его в памяти до конца жизни, но его достаточно, чтобы произошел единичный контакт по передаче информации. По таким слабым связям из группы в группу могут распространяться конспирологические слухи [36] или мобилизационные сигналы при стихийных протестах [12; 17; 20; 22; 37] и настоящих или симитированных угрозах [30]. Электронные средства связи дали возможность изучать это явление, и на материале больших данных выстраивается непрерывный континуум зависимости силы связи от количества актов передачи информации по ней. От силы связи зависит и размер группы: если группа у шимпанзе имеет до 50 членов, группы людей в примитивных сообществах составляют до 300 человек, то группы поклонников поп-идолов в электронных социальных сетях могут достигать нескольких миллионов членов. Эффективное обсуждение широкого круга вопросов в «Твиттере» происходит в группах из десятков тысяч участников [35].

Язык – инструмент для информационного объединения групп

Принципиальное отличие человека от ближайших в эволюционном плане социальных животных состоит в наличии языка. Язык позволяет временно, по ограниченному кругу вопросов объединить вычислительные возможности групп вместе, что существенно увеличивает количество элементов в суммарной нейросети. Объединение групп становится возможным благодаря множественности вопросов, которые могут быть включены в актуальную повестку одновременно, а также благодаря наличию иерархии смыслов по вопросам, обсуждаемым в группе.

Можно доказать, что в устойчивой группе действуют центростремительные силы, подталкивающие членов группы к изоляции от других групп. При этом в актуальной повестке есть множество вопросов, как частных, так и общих. Например, два спортивных болельщика будут полностью единодушны, что их любимая команда – самая лучшая, а команда соперников – полный отстой. Эти же двое могут иметь разное мнение по вопросу о том, что полезнее пить – чай или кофе. И они могут никогда не узнать, что в детстве им читали одну и ту же книжку – просто потому что разговор об этом никогда не возникнет, этого вопроса нет в повестке этой группы.

Представим себе, что дом заселен ровно пополам болельщиками двух соперничающих команд. Каждый раз, когда они будут поднимать вопрос о том, какая команда лучше, они будут входить в состояние непримиримого противостояния. Но если некто сумеет сфокусировать дискуссию только на проблемах хозяйствования в доме и исключить какие-либо ассоциации со спортивной тематикой, есть шанс, что все включатся в конструктивное обсуждение и даже смогут прийти к некоторому консенсусу по общим хозяйственным вопросам. Этот частный пример показывает принцип, по которому возможно объединение информационных возможностей двух и более групп. Для этого необходимо средствами языка ограничить пространство дискуссии только теми темами, которые представляют общий интерес, и исключить из повестки темы, которые являются конфликтными.

При этом следует помнить, что самый эффективный предмет, тема, которая лучше всего сплачивает группу, – это агрессия по отношению к представителям других групп. Недавние исследования социальных коммуникаций в существующих сегодня при-

митивных племенах обнаружили, во-первых, что первичная военная мобилизация происходит на основе структуры повседневных социальных коммуникаций [13] и, во-вторых, что именно успехи в военных предприятиях обеспечивают значительные репродуктивные преимущества для мужчин [16]. Это еще раз напоминает о том, что совместная агрессия – это древний и эволюционно значимый повод для коммуникаций, возможно, самый главный. А значит, следует предполагать большую опасность военной реализации в любых эффективных коммуникационных проектах.

Научные проекты, как инженерная информационная задача

Описанный выше логический каркас интересен тем, что может указать пути для инженерного конструирования социальных групп, эффективность которых выше, чем при спонтанной самоорганизации.

В рамках так называемого нейроэволюционного подхода, т.е. когда социальные системы рассматривают функционально аналогичными биологическим нейросетям [1], уже предпринимались попытки методологического обоснования инженерных социальных задач, таких как социальное проектирование [2], а также решались прикладные задачи оптимизации социальных взаимодействий в рамках некоммерческих образовательных проектов в области биомедицины [6].

Нейроэволюционная (= нейросоциальная) парадигма предоставляет ценный методологический фундамент для инженерии социальных взаимодействий в кооперативных проектах. Научный поиск и добыча научного знания представляется достойной мишенью для такой инженерии. Приведем для примера два направления, в которых можно ожидать заметных технологических достижений в ближайшем будущем и успех в которых может существенно изменить жизнь многих представителей человечества как вида.

1. Распределенное решение прорывных задач силами больших и очень больших коллективов. С помощью коммуникационных подходов иногда удастся вовлечь в производительную деятельность такие социальные группы, которые традиционно не рассматриваются в качестве трудовых ресурсов. Например, подростки, участие которых в качестве ИТ-специалистов уже мало кто рискнет оспорить, как решение, доказавшее свою эффективность.

При этом по-прежнему не подлежит сомнению факт, что под-ростки, особенно глубоко погруженные в цифровую тематику, крайне сложны в общении.

Этот пример иллюстрирует общий подход, который состоит в том, чтобы а) вычлениить социальную группу, обладающую ценными ресурсами (в случае хакеров-подростков это компетенции и большое количество свободного времени), б) найти коммуникационные подходы для вовлечения представителей этой группы в сотрудничество и в) изменить существующие бизнес-процессы так, чтобы органично встроить в них новые ресурсы и новые инструменты для их привлечения.

В частности, если говорить об инструментах коммуникации с молодежными аудиториями, в том числе достаточно продвину-тыми, скажем, в алгоритмических навыках, отлично себя зареко-мендовали два формата – распределенные конкурсы и хакатоны.

Первый формат предполагает одну задачу, которую в тече-ние значительного времени может попытаться решить любой же-лающий. Результаты после рейтингуются и победители получают значительный по субъективным меркам приз. Для понимания масштаба, число участников в подобных конкурсах, например, по линии разработки и обучения новых алгоритмов искусственного интеллекта, может достигать десятков тысяч с географическим охватом более 80 стран. Призами в таких случаях выступают де-нежные суммы порядка десятков тысяч долларов. Кроме этого, большую ценность для аудитории могут представлять «натураль-ные», нефинансовые призы – образцы новейшей техники для бета-тестирования, право на стажировку в известных мировых центрах разработки технологий, трудовой контракт на работу по тематике конкурса.

Формат хакатона¹ подразумевает решение задачи командой участников в условиях жестких временных ограничений. Напри-мер, надо написать программный код с заданными характери-стиками в течение двух дней выходных. Обычно такие мероприятия проводятся очно, когда участники физически собираются в некоем пространстве для решения конкурсной задачи. Одним из наиболее значимых мотивов для участия является сам процесс «тусовки» – общения с единомышленниками. В РФ опыт использования фор-

¹ Хакатон – от английских слов *hack* и *marathon*, дословно «хакерский марафон».

мата хакатона успешно распространен за пределы ИТ-сферы в рамках школьных олимпиад НТИ¹.

2. Коммуникационные подходы к получению образования. Системы, связанные с обучением, приобретением навыков и квалификаций, в настоящее время подвергаются серьезным испытаниям и, с большой вероятностью, многие части системы образования должны будут измениться. Это связано с несколькими фундаментальными процессами, в частности с постоянно растущей потребностью в образовании со стороны взрослых людей, которым необходимо сменить специальность. Особенность взрослой аудитории в том, что она, как правило, платежеспособна, т.е. здесь тоже кроется значительный экономический потенциал. Поскольку обучение, с точки зрения нейрофизиологии, тесно связано с мотивацией, а коммуникации как раз могут выступать мощным мотивационным стимулом, представляется перспективной разработка высокоэффективных образовательных методик, основанных на межперсональном и командном взаимодействии.

Заключение

Сопоставление социальных групп с вычислительными контурами, которые обрабатывают информацию и принимают решения по принципу математических нейросетей, открывает ряд новых возможностей для инженерии социальных взаимодействий. Вычислительная мощность нейросети определяет сложность задач, которые социальная группа способна решать в условиях неопределенности и при действии большого многообразия внешних факторов. В свою очередь, вычислительная мощность определяется в основном двумя факторами – количеством вычислительных элементов и количеством связей между элементами. Организация элементов в сети и правила распределения удельных весов для связей тоже важны, однако они в значительной степени предопределены биологическими настройками человека как вида. А вот количество элементов и количество связей – два параметра, которые вполне поддаются инженерным воздействиям. Соответственно, можно обозначить ключевые направления, поисковые исследования и прикладные эксперименты в которых с большой вероят-

¹ НТИ – Национальная технологическая инициатива, сайт олимпиадного движения НТИ. – Режим доступа: <http://nti-contest.ru>

ностью могут привести к разработке социальных технологий с большой и очень большой эффективностью.

В направлении инженерии связей представляется наиболее интересным исследование зависимостей между эмоциональной силой связей и работой конкретных вычислительных контуров. Можно предсказать существование социальных технологий, которые принципиально повысят эффективность групповой работы за счет оптимизации баланса между сильными и слабыми связями, точнее за счет управления количественным балансом связей с разной силой в группе. Такие технологии должны быть особенно полезны для больших и распределенных в пространстве групп, а также при решении таких задач, которые сегодня кажутся запрети-тельно сложными.

Большие эффекты можно ожидать от развития технологий мотивации за счет использования эмоционального «трамплина», который природа заложила в нас в виде каскадов сигнальных и физиологических перестроек, сопровождающих социальные коммуникации. Очевидно, наши знания физиологии социальности есть смысл пересмотреть в новом свете, в частности, тайминг, или временной рисунок, кажется одним из ключей, который необходимо использовать для повышения эффективности в социально-когнитивных задачах.

Кроме этого, управление структурой связей внутри крупного вычислительного контура может оказывать решающее воздействие при работе с рядом коллективных задач. В частности, эффективная интеграция специальных вспомогательных контуров в общую нейросеть, т.е. подключение к решению общей задачи отдельных социальных групп, обладающих специальными знаниями, навыками, например коммуникативными, или ресурсами, например временными или финансовыми. С позиций управления связями для нейросети планировать большие интеграционные проекты было бы намного проще.

Второе большое направление для развития – это управление размером группы. Если даже просто исходить из правила «чем больше, тем лучше», то становится гораздо прозрачнее и понятнее логика для работы со смыслами. Очевидно, что для усиления интеграции необходимо выстраивать последовательность и уровни семантических смыслов так, чтобы в повестку любой группы было включено как можно больше «объединительных» тем и как можно меньше «конфликтных». Однако при анализе смыслов в группах становится понятно, почему во все времена возникает так много

сложностей с единой общей идеологией или религией – потому что это противоречит природе обработки информации в группе. Технологии целесообразно строить в виде стратегических сценариев, по которым сперва близкие по семантике группы объединяются важными и общими для них темами, потом сливаются с другими объединенными группами с помощью новых тем, общих уже для всей новой структуры, и так далее, вверх по дереву смыслов. При этом понятно, что объединение в любом случае возможно только на очень короткое время. Объединить всех навсегда не получится.

Долговременные структуры для групп ограниченного размера можно конструировать с помощью институтов, которые будут создавать преимущества для определенного круга семантических смыслов и затруднять или блокировать обсуждение «неправильных» тем. Кроме этого, большой потенциал кроется в формулировке самой задачи, ради которой происходит объединение. Если до сих пор преимущественно военные мобилизационные цели эффективно использовались для объединения больших групп, то понимание закономерностей и тайминга дает возможность ставить конструктивные производительные цели и добиваться их достижения.

Наконец, в рамках второго направления, т.е. технологий для управления размером нейросети, представляется перспективным целенаправленный поиск, отбор и обучение специалистов, которые могут выступать каналами коммуникации между разными социальными группами, и институционализация таких специалистов. Очевидно, что даже просто увеличение концентрации межгрупповых посредников в социуме способно существенно повысить вычислительные возможности большой группы, а профессионально спланированное выстраивание связей между заданными целевыми группами может позволить формулировать, ставить и решать неразрешимые и невозможные сейчас виды коллективных задач.

Список литературы

1. Андреюк Д.С. Программы поведения и потоки информации: нейроэволюционный подход к оптимизации управления экономическими системами // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2011. – № 3. – С. 17–23.
2. Андреюк Д.С. Проектирование социальных систем: методологические заимствования из современной теории эволюции // Философские науки. – 2016. – № 8. – С. 136–146.

3. Андреев Д.С., Махиянова Е.Б. На пути к Homo socialis: информационное брокерство и социальная инженерия // *Человек*. – 2018. – № 6. – С. 22–32.
4. Андреев Д.С., Махиянова Е.Б. Эмпатия: нейрофизиологические механизмы и эволюционный смысл // *Человек*. – 2018. – № 5. – С. 29–39.
5. Бисалиев Р.В., Вешнева С.А. Суицидальное поведение у аддиктов и их родственников. – Астрахань: ФГБОУ ВПО АГТУ, 2013. – 273 с.
6. Герасименко В.В., Андреев Д.С. Использование элементов социальной инженерии в маркетинге публичных научно-популярных образовательных продуктов в области биомедицины // *Население и экономика*. – 2018. – Т. 2, № 3. – С. 141–155.
7. Barraz J.A., Zak P.J. Empathy toward strangers triggers oxytocin release and subsequent generosity // *Values, empathy, and fairness across social barriers: Annals of the New York Academy of sciences*. – 2009. – Vol. 1167, N 1. – P. 182–189.
8. Boudreau K.J., Lacetera N., Lakhani K.R. Incentives and problem uncertainty in innovation contests: An empirical analysis // *Management science*. – 2011. – Vol. 57, N 5. – P. 843–863.
9. Canli T, Lesch K.P. Long story short: The serotonin transporter in emotion regulation and social cognition // *Nature Neuroscience*. – 2007. – Vol. 10, N 9. – P. 1103–1109.
10. Effects of serotonin 2 A/1 A receptor stimulation on social exclusion processing / Prellera K.H., Pokorny T., Hock A., Kraehenmann R., Stämpfli P., Seifritz E., Scheidegger M., Vollenweider F.X. // *PNAS*. – 2016. – Vol. 113, N 18. – P. 5119–5124.
11. Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups / Woolley A.W., Chabris C.F., Pentland A., Hashmi N., Malone T.W. // *Science*. – 2010. – Vol. 330, N 6004. – P. 686–688.
12. Faris D. Dissent and revolution in a digital age: Social media, blogging, and activism in Egypt. – L.; N.Y.: I.B. Tauris, 2013. – xi, 267 p.
13. Formation of raiding parties for intergroup violence is mediated by social network structure / Glowacki L., Isakov A., Wrangham R.W., McDermott R., Fowler J.H., Christakis N.A. // *PNAS*. – 2016. – Vol. 113, N 43. – P. 12114–12119.
14. Galton F. Vox populi (the wisdom of crowds) // *Nature*. – 1907. – Vol. 75, N 1949. – P. 450–451.
15. Glenn A.L., Raine A. The neurobiology of psychopathy // *Psychiatric Clinics of North America*. – 2008. – Vol. 31. – P. 463–475.
16. Glowacki L., Wrangham R. Warfare and reproductive success in a tribal population // *PNAS*. – 2015. – Vol. 112, N 2. – P. 348–353.
17. González-Bailón S., Wang N. Networked discontent: The anatomy of protest campaigns in social media // *Social networks*. – 2016. – Vol. 44. – P. 95–104.
18. Gould R.V., Fernandez R.M. Structures of mediation: A formal approach to brokerage in transaction networks // *Sociological methodology*. – 1989. – Vol. 19. – P. 89–126.

19. Granovetter M. The strength of weak ties // *The American Journal of Sociology*. – 1973. – Vol. 78, N 6. – P. 1360–1380.
20. Kim H., Bearman P.S. The Structure and Dynamics of Movement Participation // *American Sociological Review*. – 1997. – Vol. 62, N 1. – P. 70–93.
21. Krupenyu K., MacLean E.L., Hare B. Does the bonobo have (a chimpanzee-like) theory of mind? // *Bonobos: Unique in mind, brain, and behavior* / Editors Hare B., Yamamoto Sh. – Oxford: Oxford University Press, 2016. – P. 81–94.
22. Lohmann S. Dynamics of informational cascades: the Monday demonstrations in Leipzig, East Germany, 1989–1991 // *World Politics*. – 1994. – Vol. 47, N 1. – P. 42–101.
23. Lorenz K. Das sogenannte Böse zur Naturgeschichte der Aggression. – Vienna: Verlag Dr. G Borothea-Schoeler, 1963. – 371 p.
24. MacLean E.L. Unravelling the Evolution of Uniquely Human Cognition // *PNAS*. – 2016. – Vol. 113, N 23. – P. 6348–6354.
25. Malone T.W., Laubacher R., Dellarocas C. The collective intelligence genome // *MIT Sloan Management Review*. – 2010. – Vol. 51, N 3. – P. 21–31.
26. Meneses A. Serotonin, neural markers, and memory // *Front Pharmacol*. – 2015. – Vol. 6. – P. 1–7.
27. Neural mechanisms of communicative innovation / Stolk A., Verhagen L., Schoffelen J.-M., Oostenveld R., Blokpoel M., Hagoort P., van Rooij I., Toni I. // *PNAS*. – 2013. – Vol. 110, N 36. – P. 14574–14579.
28. Oxytocin promotes social bonding in dogs / Romero T., Nagasawa M., Mogi K., Hasegawa T., Kikusui T. // *PNAS*. – 2014. – Vol. 111, N 25. – P. 9085–9090.
29. Pan W., Altshuler Y., Pentland A. Decoding social influence and the wisdom of the crowd in financial trading network // *Proceedings of the 2012 ASE/IEEE International Conference on Social Computing and 2012 ASE/IEEE International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust*. – Piscataway: IEEE, 2012. – P. 203–209.
30. Reflecting on the DARPA Red Balloon Challenge / Tang J.C., Cebrian M., Giacobe N.A., Kim H.-W., Kim T., «Beaker» Wickert D. // *Communications of the ACM*. – 2011. – Vol. 54, N 4. – P. 78–85.
31. Sandberg A., Bostrom N. Whole Brain Emulation: A Roadmap, Technical Report #2008-3. Future of Humanity Institute. – Oxford University, 2008. – Mode of access: <https://www.fhi.ox.ac.uk/reports/2008-3.pdf>
32. Sekara V., Stopczynski A., Lehmann S. Fundamental structures of dynamic social networks // *PNAS*. – 2016. – Vol. 113, N 36. – P. 9977–9982.
33. Serotonin selectively influences moral judgment and behavior through effects on harm aversion / Crockett M.J., Clark L., Hauser M.D., Robbins T.W. // *PNAS*. – 2010. – Vol. 107, N 40. – P. 17433–17438.
34. Smolensky P. Symbolic functions from neural computation // *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. – 2012. – Vol. 370. – P. 3543–3569.

35. Social Features of Online Networks: The Strength of Intermediary Ties in Online Social Media / Grabowicz P.A., Ramasco J.J., Moro E., Pujol J.M., Eguiluz V.M. // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7, N 1. – P. E29358–E29372.
36. Sunstein C.R., Vermeule A. Conspiracy Theories: Causes and Cures // The Journal of Political Philosophy. – 2009. – Vol. 17, N 2. – P. 202–227.
37. The Dynamics of Protest Recruitment through an Online Network / González-Bailón S., Borge-Holthoefer J., Rivero A., Moreno Y. // Scientific Reports. – 2011. – Vol. 1. – 197 p.
38. The human dynamic clamp as a paradigm for social interaction / Dumas G., de Guzman G.C., Tognoli E., Kelso J.A.S. // PNAS. – 2014. – Vol. 111, N 35. – P. E3726–E3734.
39. The promise of prediction markets / Arrow K.J., Forsythe R., Gorham M., Hahn R., Hanson J.O., Ledyard R., Levmore S., Litan R., Milgrom P., Nelson F.D., Neumann G.R., Ottaviani M., Schelling T.C., Shiller R.J., Smith V.L., Snowberg E., Sunstein C.R., Tetlock P.C., Tetlock Ph.E., Varian H.R., Wolfers J., Zitzewitz E // Science. – 2008. – N 320. – P. 877–878.