

Сетевые структуры: опции в мире живого и человеческом социуме.

О сетевом социализме



УДК 316.42

Сетевые децентрализованные распределенные структуры обладают существенным креативным и инновационным потенциалом при решении различных задач современного общества, включая организацию междисциплинарных творческих лабораторий, интерактивные техники в сфере образования, создание межфирменных сетевых объединений и внутрифирменных сетей. Существенное значение имеют биологические модели (парадигмы) – варианты организации сетевых структур в разнообразных биосистемах, которые могут быть творчески использованы при создании сетевых структур в различных сферах человеческого социума. В работе подчеркивается, что распространение сетевых структур в социуме способствует внедрению принципов экономики социализма.

Ключевые слова

Сетевые структуры, иерархические структуры, (квази)рыночные структуры, интерактивное образование, социализм, сетевая меритократия, биополитика.

Авторы

Олескин Александр Владимирович — директор Клуба «Биополитика» при МОИП, доктор биологических наук, профессор кафедры общей экологии биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор МГМСУ.
Курдюмов Владимир Сергеевич — заместитель генерального директора Института экономических стратегий ООИ РАН, генеральный директор АНО «Центр междисциплинарных исследований».



Сетевые структуры (или просто сети) по-разному понимаются в литературе. Многие исследователи интерпретируют сети предельно широко: сеть как любая система из узлов, соединенных связями (ребрами). На базе данной интерпретации разработан математический понятийный аппарат, в рамках которого созданы концептуальные критерии центральности узлов в сети, равномерного или неравномерного распределения связей между ними (коэффициент кластеризации) и др. [1–3].

В противовес кратко обозначенному широкому пониманию сетевых структур (сетей) авторы поддерживают более узкое истолкование сетей, также имеющее немало влиятельных сторонников в мире, особенно среди представителей социальных и гуманитарных наук [4–9]. В более узкой интерпретации сеть есть структура, где отсутствует единый центр (лидер, доминант), так что ее поведение является результатом кооперативных взаимодействий между элементами (узлами), среди которых могут быть несколько частичных лидеров с ограниченным воздействием на систему. Следует отметить, что Всемирная паутина во многом устроена именно в соответствии с данным организационным принципом. В настоящей работе термин «сетевая структура» будет употребляться в узком смысле и противопоставляться иерархическим (вертикальным, субординационным) структурам с единым центром активности и в то же время (квази)рыночным¹ (конкурентно-контрактным, индивидуалистическим) структурам, где конкуренция элементов преобладает над кооперацией между ними.

Кооперация между членами сети стимулируется наличием объединяющих сеть целей, норм и установок, которые укрепляют чувство принадлежности к сети,

формируют сетевую идентичность, а также сознательными усилиями модераторов (психологических лидеров) в сетевых структурах, которые владеют психотехниками, способствующими творческой работе и взаимопомощи в решении задач всей сети.

Сетевые структуры представляют собой «третью альтернативу вертикальному планированию», типичному для централизованной иерархии, а также «анархии рынка» [9–11]. Принципы сетевой организации могут быть реализованы коммерческими предприятиями, научно-исследовательскими лабораториями, социальными движениями и политическими организациями. Как всякая новаторская технология (будь то, скажем, ядерная энергетика или генетическая инженерия), сетевые структуры могут вызывать как положительные

ча борьбы с терроризмом может быть подразделена следующим образом:

- эволюционные аспекты терроризма (субпроблема связана с эволюционно-биологической предисторией человеческой агрессии);
- военно-политические аспекты (организованный в международном масштабе терроризм как характерная стратегия войн нового века);
- религиозные аспекты (роль религиозного фанатизма и нетерпимости и в то же время возможность найти в вероучении, скажем исламе, существенные точки опоры для борьбы с терроризмом).

Однако членение проблемы на субпроблемы не означает деления коллектива участников на части. Они параллельно работают над несколькими субпроблемами — выступают не как узкие

Как всякая новаторская технология (будь то, скажем, ядерная энергетика или генетическая инженерия), сетевые структуры могут вызывать как положительные, так и отрицательные последствия.

специалисты, а как генералисты (люди с гибкими функциями, переменной специализацией). За каждой из субпроблем закреплена только специализированный частичный творческий лидер, координирующий работу всех участников хирамы по соответствующей теме и протоколирующий их идеи. Специализированный частичный лидер взаимодействует с неспециализированными членами сетевой структуры хирамы. В хираме имеется также *психологический* лидер, призванный налаживать отношения между индивидами и группами в коллективе и направлять их в конструктивное русло, смягчать конфликты, способствовать успешной работе по всем подпроблемам. Сеть может включать также лидера *по внешним связям* (внешнего лидера), представляющего данную сете-

В качестве примера социальной сети можно привести структуру под названием *хирама* (*hirama*) [11–19]. Речь идет о креативной команде, создаваемой для решения междисциплинарной задачи, например, *исследование локальных загрязнителей окружающей среды* или *организованный терроризм и борьба с ним*. Задача дробится на несколько субпроблем. Так, зада-





вую структуру в социуме, координирующего контакты с иными организациями и озвучивающего те или иные «наказы», петиции и прочие документы, выработанные всем коллективом хирамы. Возможны другие частичные лидеры в зависимости от специализации данной хирамы.

Сетевые структуры: потенциальное применение в современных условиях

Несмотря на распространение сетей во всем мире, их потенциальная роль в научно-исследовательской, образовательной, экономической и других сферах сегодня явно недооценена.

1. В научно-исследовательской области: в Соединенных Штатах принципы децентрализованной сети фактически исполь-

а также тестировщиков, дизайнеров и менеджеров [20]. Аналогичные сетевые лаборатории были бы полезны в разнообразных междисциплинарных разработках — от решения оборонных задач до создания био- и нанотехнологий, от тестирования новых лекарственных препаратов до участия России в проектах освоения других небесных тел.

2. В образовательной сфере есть важные пилотные разработки по «сетевизации» всего процесса школьного/вузовского обучения. Сетевые структуры могут создаваться непосредственно в классе или аудитории. В Тайване предложена технология обучения студентов, при которой занятие проводят сразу несколько преподавателей, образующих сеть (*team teaching*) в учебной аудитории; они делятся со студентами знаниями и вступают

так называемые стратегические альянсы), так и внутри одного предприятия, если его подразделения (дивизионы) приобретают частичную юридическую самостоятельность и заключают контракты между собой («внутренний рынок»). Особый класс сетевых предприятий с большими перспективами в плане высоких технологий составляют малые сетевые предприятия, конкурентоспособные на рынке лекарственных препаратов, био- и нанотехнологий, некоторых оборонных разработок, где рынки насыщаются продукцией в мизерных количествах (что сводит на нет преимущества крупных компаний). Особый интерес представляют кооперативы (ко-опы), которые находятся в собственности и под управлением самих работников или потребителей (это производственные или потребительские кооперативы). Для многих кооперативов характерна эгалитарная организационная структура. Подобные кооперативы соблюдают принципы добровольного членства, демократического контроля, личной автономии и независимости, что побуждает людей применять аналогичные принципы и в других сферах социума. В руководстве для членов потребительского кооперативного общества (*Consumer Cooperative Society*) в г. Ганновере (штат Нью-Хэмпшир, США) мы читаем: «Члены кооператива поддерживают его своим патронажем, участвуют в принятии решений, а также делят между собой доходы от деятельности всей организации». Данный ко-оп входит на правах узла в состав сетевой структуры более высокого порядка — *Cooperative Grocer Network* [22].

Сетевые структуры имеют многообразные воплощения в биосистемах, причем весьма важно то, что их организационные сценарии допускают творческое применение — с необходимыми модификациями — в человеческом социуме.

зуются командами разработчиков программного обеспечения под общим сетевым брендом *The Agile Alliance*, которые приняли в феврале 2001 г. в «Манифесте гибкой методологии разработки программного обеспечения» (штат Юта, США). Разработка программ разбивается на короткие циклы (итерации), осуществляемые сетевой командой. Исходя из принципа «личности и их взаимодействия важнее, чем процессы и инструменты», практикуется постоянное общение лицом к лицу (*face-to-face*) всех членов команды, что уподобляет ее первобытной общине охотников-собирателей, занятой групповой охотой или войной с соседями. Большинство agile-команд расположено в одном помещении (*bullpen*). Сетевая команда включает заказчика или его представителя,

в диалог между собой. Примером служат занятия, одновременно проводимые компьютерным специалистом и преподавателем английского языка или географии в одной из школ Тайваня [21]. Учителя формируют подсеть (кластер) во фрактальной сети более высокого порядка, возникающей в классе в рамках сценария интерактивного обучения. Вариант решения — при наличии достаточного количества преподавательских кадров — приглашение дополнительного преподавателя-медиатора к участию в занятии; последний примирят спорящих и находит консенсус, устраивающий и преподавателей, и обучаемых.

3. Сетевые структуры в экономической сфере могут создаваться как комплексом нескольких предприятий (например, это

Поскольку сетевые предприятия типа кооперативов опираются на принцип коллективной собственности, они фактически реализуют экономические принципы социализма в масштабах своих предприятий, не-



смотря на капиталистическую среду, в которую эти предприятия погружены. «Поворот к социализму» в коммерческих сетевых структурах диктуется структурной логикой сетей независимо от прагматических целей создателей подобных бизнес-сетей.

Создание сетевых стратегических альянсов между капиталистическими фирмами обычно ведет к тому, что хотя бы некоторые из ресурсов входящих в альянс фирм становятся доступными для некоммерческого (то есть без договоров найма или купли-продажи) применения всех членов этого альянса. Развитие отношений доверия и лояльности — социального капитала — внутри бизнес-сетей способствует формированию психологии коллективизма и чувства принадлежности к сети («общинности»); все это отличает сети как от иерархий, так и от капиталистического рынка, который опирается на собственный интерес и в ряде случаев допускает дезинформацию и фактический обман конкурентов.

Однако здесь оговорим, что советский и подобный ему «реальный социализм» характеризуется спектром специфических черт — монополия государственной собственности, централизованное планирование,

диктатура верхнего слоя партийно-государственного аппарата, применение аппарата насилия к инакомыслящим. Он представляет лишь один из возможных вариантов социализма, причем, по словам Александра Зиновьева, «убитый» в самом начале своего естественного пути исторического развития.

Качественно иную ситуацию представляют различные варианты самоуправляемого социализма. Во всех своих многообразных вариантах от югославских предприятий эпохи И. Броз Тито до израильских кибуцев он предполагает коллективную собственность на средства производства в масштабе предприятий. Возникающий в масштабах сетевого предприятия *самоуправляемый социализм* опирается на деятельность автономных, саморегулируемых экономических акторов и на децентрализованный механизм принятия экономических решений.

Биологические модели сетевой организации и их творческое применение в сетевых структурах общества (на примере нейронной парадигмы)

Сетевые структуры имеют многообразные воплощения в биосистемах, причем весьма важно то, что их организационные сценарии допускают творческое применение — с необходимыми модификациями — в человеческом социуме. Разные организационные задачи и разные сферы социума могли бы ориентироваться на различные сетевые сценарии, опробованные живой природой, и мы кратко остановимся на этом организационном плюрализме ниже. В настоящем разделе мы постараемся вычлнить ключевые характеристики биологических сетевых структур, которые могли бы быть использованы разработчиками

разнообразных децентрализованных кооперативных социальных структур.

В качестве конкретного варианта сетевых биологических структур мы рассмотрим *сети из нервных клеток (нейронные сети)* в составе мозга человека или животных. Нейронные сети в концентрированном виде проявляют социально ценные свойства, которые в принципе присущи и другим биологическим сетям (бактериальным биопленкам, колониям кишечнорастворимых, семьям общественных насекомых, стаям рыб, группам человекообразных обезьян), так что в одной из работ мы охарактеризовали всякие биологические сетевые структуры как «нейроподобные».

Нервные клетки — функциональные узлы нейронных структур — соединены связями двух типов: 1) аксонами, длинными тонкими отростками, которые переносят нервные импульсы от тела нейрона (сомы) к синапсу — узкой щели между данным нейроном и его соседом; 2) разветвленными дендритами, переносящими импульс от синапса к телу нейрона. Импульс пересекает синапс с помощью транспортирующих его молекул нейротрансмиттеров; далее они связываются с нейроном по другую сторону синапса (постсинаптическим нейроном). Связывание нейротрансмиттера приводит к возбуждению или, наоборот, торможению постсинаптического нейрона. Он суммирует все возбуждающие и тормозящие влияния и сам генерирует импульс только в случае, если суммированное возбуждение превышает некоторый порог. После генерации импульса нейрон на некоторое время становится рефрактерным — не способным проводить новые импульсы. Принципы организации нейронных сетей имитируются в технических системах — искусственных нейрон-





ных сетях (перцептронах, когнитронах и др.).

Далее в тексте данного раздела обозначим ключевые характеристики нейронных сетей, иллюстрируя примерами их приложимость к сетям в социуме.

1. *Коллективная переработка информации и принятия решений.* Нейронные сети, а также многие другие биологические сетевые структуры (стаи рыб, семьи общественных насекомых) часто характеризуются сравнительно простым поведением своих узлов (нейронов или их аналогов). Типичный нейрон есть бинарная система, которая может находиться в состоянии 0 (неактивном) или 1 (активном); переход $0 \rightarrow 1$, как уже отмечено, происходит при превышении порога суммой возбуждающих стимулов от входа. Коллективное срабатывание сразу многих нейронов обуславливает сложное эмерджентное поведение всей сети, которая распознает предъявленные образы и принимает коллективные решения.

Сети в социуме можно сравнить с «мыслящим мозгом». Как и эта сложнейшая нейронная сеть, сеть формулирует решение задачи на уровне всего коллектива участников (каждый из них уподобляется нейрону). Возникает в некоторой степени парадоксальная ситуация: никто из членов сетевой организации не хранит у себя полную информацию, которой располагает вся сеть.

В экономике, мире бизнеса нельзя не упомянуть недавно введенные в обиход *инновативные сети*. Это сети для коллективного решения сложных, нетривиальных, нечетких задач. Они состоят из структурных единиц (подсетей), которые обмениваются задачами и решениями. В качестве примера можно привести виртуальную сеть под названием Procter and Gamble (P&G)'s Connect + Develop Network, орга-

низованную компанией Procter & Gamble. Компания оформляет особо трудные для решения задачи в виде «проблемных историй» и распространяет их в пределах всей сети. Инновативные решения создают совместными усилиями технологических предпринимателей, поставщиков Procter & Gamble, открытыми сетями помощников (*NineSigma, YourEncore, Yet2.com* и др.). «Проблемные истории» предъявляются всем подсетям, и всякий знающий ответ может отозваться [23]. Такие сети активно используют то, что обозначается как сетевой распределенный интеллект. Активная работа в рамках «коллективной нейронной сети» стимулируется коллективистской ментальностью и чувством принадлежности.

2. *Комбинирование последовательного и параллельного режимов функционирования.* Нейронные сети сочетают последовательный путь: *входной слой — скрытые слои — выходной слой нейронов* или их *искусственных аналогов* и параллельный процессинг данных, который обусловлен сосуществованием нескольких узлов в том же слое. В коре мозга есть не менее двух параллельно действующих систем анализа зрительной информации. Одна система распознает объекты (вентральный путь — «что?»-система), другая ведет их расположением в пространстве и перемещениями (дорзальный путь — «где?»-система). Язык анализируется тремя разными, хотя и взаимосвязанными сетями в мозгу; память также опирается на несколько систем анализа информации [24]. Комбинирование последовательного и параллельного функционирования обуславливает существенные преимущества также для искусственных нейронных сетей, позволяя им быстро находить верные решения.

Что касается сетевых структур, состоящих не из нейронов или



их аналогов, а из людей или их групп, то их нейроподобное поведение — с сочетанием последовательного и параллельного процессинга данных — можно продемонстрировать на примере *бизнес-сетей, создаваемых для хеджирования рисков (risk-hedging networks)*. Они объединяют ресурсы своих членов (фирм) для страхования рисков [23]. В сети объединяются не только фирмы, отвечающие за разные стадии производства и сбыта продукции, но несколько фирм, ведающих одной и той же стадией процесса. Наподобие нейронной сети здесь параллельно функционируют несколько узлов с совпадающими функциями (ведающие одной и той же стадией производства), что повышает надежность и помехоустойчивость всей сетевой структуры (ср. п. 7 ниже).

3. *Сочетание нескольких функций в рамках одной сети.* В качестве биологического примера можно привести структуру с характерным названием «сетевая (ретикулярная) формация мозга». Это совокупность клеток, клеточных скоплений и нервных волокон, образующих сеть, располагающуюся в стволе мозга (продолговатый мозг, мост и средний мозг). Ретикулярная формация связана со всеми органами чувств, двигательными и чувствительными областями коры большого мозга, таламуса и гипоталамуса, спинного мозга. Она регулирует уровень возбудимости и тонус различных от-



делов нервной системы, включая кору полушарий большого мозга, участвует в регуляции сна и бодрствования, вегетативных функций, движений [25, с. 56–57].

В экономической сфере применение сетевых структур нередко приводит к аналогичной ситуации. Речь идет о так называемых стабильных сетях в бизнесе — объединениях географически рассредоточенных фирм типа японских кейретцу (стабильные союзы фирм разных размеров, например, специализированных по этапам изготовления хлопковых изделий) или скандинавских межорганизационных союзов, состоящих из индустриальных гигантов типа *Volvo*, *Ericsson*, *Saab-Scandis*, *Fairchild*. Стабильные союзы формируются по неиерархическим принципам и среди малых и средних предприятий, например, по производству трикотажа в области Эмилия-Романья в Италии (классический случай, рассмотренный в работе [9]).

Разные звенья сети могут быть функционально специализированы и тогда напоминают имеющих разные функции полипов и медуз в составе сетевых колоний кишечнорастворимых животных (см. ниже). Однако нередко такой функциональной дифференциации нет, и тогда разные звенья представляют собой униформные многофункциональные модули в составе целой стабильной сети. Модули, выполняющие много функций, могут конкурировать, но целая сетевая структура стремится смягчить эту конкуренцию и, подобно мозгу, имеет средства для обеспечения слаженной кооперации всех узлов сети.

4. Ассоциативный режим работы («порядок из хаоса»). Данная тема рассматривалась в классических работах С.П. Курдюмова, в частности размещенных на сайте *spkurdyumov.ru*. Основная идея — нейронные сети и их

аналоги (в том числе работающие по сходным принципам сетевые структуры в человеческом социуме) создают целостный образ, дающий решение задачи, из фрагментов. «Порядок из хаоса», целостная картина из фрагментов возникает лишь вторично в результате сложной кооперации между полуавтономными структурными элементами мозга, и этот принцип используется и в искусственных нейронных сетях для воссоздания целой картины распознаваемого объекта, первоначально анализируемого по фрагментам параллельными процессорами информации. Как пишет на сайте *spkurdyumov.ru* Г.Г. Малинецкий [26], «в традиционных подходах, связанных с теорией нейронных сетей, феномен сознания рассматривается как результат самоорганизации в ансамблях нейронов». Информация в мозгу оказывается децентрализованной — она может одновременно содержаться во многих мозговых структурах. Прочное запечатление информации в мозгу (долговременная память) связано «с множественными изменениями свойств синапсов в нейронных сетях коры, которые при этом не имеют стандартной локализации» [25, с. 240].

В целом мозг представляет собой многопорядковую «сеть сетей», то есть вся гигантская сеть (включающая многие миллиарды нейронов) состоит из более мелких, частично автономных, сетевых структур. Каждая такая малая сеть выполняет в мозгу специфические функции и часто в свою очередь распадается на еще более мелкие функциональные единицы — малочисленные «коллективы» нейронов.

Далеко не всегда такие функциональные единицы соответствуют компактным участкам мозгового вещества; в мозгу существуют также делекали-

зованные нервные сети. Их звенья разбросаны по разным частям мозга, хотя и сохраняют между собой связи.

Социальным аналогом деятельности нейронных сетей является общение по Интернету представителей сетевой социальной структуры современности: сравнительно малые сети вступают в коалицию между собой, формируя более глобальную структуру. Примерами служат сетевые организации типа *Make Poverty History*, посвятившие себя борьбе с долговой кабалой развивающихся стран и международной гуманитарной помощи.

«Порядок из хаоса», целостная картина из фрагментов возникает лишь вторично в результате сложной кооперации между полуавтономными структурными элементами мозга.



5. Способность к адаптивным структурным перестройкам («структурному самообучению») с целью оптимального решения задачи. Если в традиционном, во многом иерархически организованном обществе любая структурная перестройка означает по крайней мере революцию, то сетевые структуры на нейронных принципах постоянно перестраиваются, адаптируясь к новым задачам по мере их возникновения. Один из важнейших путей перестройки — настройка *удельного веса ребер (связей)* между узлами (нейронами), что означает изменение в желаемую сторону влияния этих связей на состояние нейрона (возбужденное или нет), объема передаваемой информации и других характеристик. В дополнение к этому сами межнейронные связи могут обрываться или вновь устанавливаться. Удельный вес связей и их



конфигурация могут модифицироваться «учителем» — внешним контролером работы нейронной сети. Однако сеть может «обучаться» и сама по себе в результате процесса, напоминающего естественный отбор в ходе биологической эволюции. При этом устраняются те характеристики, которые не способствуют решению стоящей перед сетью задачи.

Из числа сетевых структур, создающихся в человеческом социуме, можно выделить так называемые *динамические сети*. Кроме реализации нейроподобного принципа адаптивной самоперестройки такие сети напоминают соединяющиеся-распадающиеся группы (*fission-fusion groups*), создаваемые шимпанзе, капуцинами и некоторыми другими приматами, а также в из-

работы, проводимой внешним «учителем». Рекуррентные сети типа сетей Хопфилда спонтанно эволюционируют в сторону правильного образа решения задачи в том случае, если были заданы адекватные начальные характеристики. Этот момент важен для любых сетевых структур. Их кажущееся сугубо спонтанное поведение может в реальности зависеть от вклада *внешних контролирующих агентов*. На молекулярном уровне биосистем речь идет о так называемых шаперонах — молекулах, которые регулируют сборку и укладку других биомолекул. В некоторых биомолекулах имеется структурная часть, которая выполняет функцию обеспечения правильной сборки других частей той же молекулы. В человеческом обществе аналогичную роль играют организационные медиаторы (адапторы), которые влияют на функционирование сетевых структур и в особенности опосредуют взаимодействие между сетевыми структурами и структурами иных типов, в частности иерархиями.

дено из строя при нарушении режима поставки ресурсов, но если есть более чем один источник ресурсов или альтернативные ресурсы, то риски нарушения снижаются.

Таким образом, различные аспекты нейронных сетей оказываются творчески применимыми и к сетевым структурам, состоящим из людей и их групп в человеческом социуме.

Добавим, что вся нейронная сетевая парадигма оказывается востребованной, например, при применении сетевых сценариев в сфере образования.

Сетевые сценарии предполагают создание непосредственно в учебной аудитории творческих децентрализованных команд учащихся, объединенных поставленной преподавателем задачей и включающих частичных лидеров, которые координируют и протоколируют работу единого пула участников по разным подзадачам этой общей задачи.

Биосистемы характеризуются плюрализмом своей организации — многообразием сетевых парадигм.

вестной мере ризомные («грибные») сети (см. ниже). В мире бизнеса динамические сети представлены временными альянсами фирм, создаваемыми для реализации конкретного проекта. По завершении проекта фирмы прекращают свое сетевое сотрудничество, чтобы сформировать иные временные объединения [27]. Динамические сети распространены, например, в индустрии моды [28].

б. Участие внешних контролирующих агентов («шаперонов», медиаторов). Выше уже отмечалось, что удельный вес и конфигурация связей между узлами нейронной сети или ее социального аналога могут изначально задаваться внешним по отношению к сети контролером. Даже в случае самообучения сетевой структуры ее успешное функционирование во многом зависит от подготовительной

7. *Повышение надежности и помехоустойчивости сетевой структуры благодаря дублированию ее функциональных звеньев.* Отмеченные выше черты нейронных сетей и их аналогов — параллельная работа многих узлов и способность сети менять свою конфигурацию — способствуют высокой надежности такой сетевой структуры. Понятно, что при выходе из строя части узлов и связей (ребер) вся сеть может реструктурироваться так, что работающие узлы и связи по крайней мере частично восполняют дефект.

Так, один из авторов проводил по сетевому сценарию дискуссию на тему «Генетическая инженерия: аргументы „за“ и „против“» — в 2005 г. на факультете государственного управления, а в 2008–2010 гг. на факультете глобальных процессов МГУ в рамках учебных предметов «Принципы организации биосистем и их социальные приложения» и «Биополитика». Студенты создали сетевую команду с тремя частичными творческими лидерами, имевшими следующие задачи: 1) лидеры № 1 и № 2 собирали от всех членов команды доводы, соответственно, «за» и «против» прогресса генетических технологий и обобщали их; 2) лидер № 3 имел задачу балансировки аргументов «за» и «против» с целью создания непротиворечивого, целостного итогового документа. Студенты могли ситуационно взаимодействовать

Что касается сетей в социуме, то для иллюстрации данного свойства аналогов нейронных сетей мы возвращаемся к уже кратко рассмотренным сетям для хеджирования рисков в экономической сфере. Одно звено в цепи поставщиков может быть выведе-



с любым лидером в зависимости от того, предлагали ли они в данный момент доводы «за», «против» или имели компромиссные установки.

В рамках подобных сетевых интерактивных сценариев преподавания достаточно выигрышной представляется организационная модель, аналогичная нейронной сети. Сеть в целом в этом случае ассоциативно строит образ целого решения поставленной задачи на базе фрагментов, предложенных каждой из творческих подгрупп. Доминантой в ходе самостоятельных работ школьников/студентов по «нейронному» сетевому сценарию должно быть самообучение как каждого индивида, так и на групповом уровне — уровне сети как коллективного «мозга». Как нейронная сеть учащиеся могут организовываться в несколько «слоев» (то есть подгрупп). Одна из подгрупп может специализироваться на сборе информации, необходимой для решения творческого задания (подобно «входному слою» — *input layer* — нейронной сети). Другая подгруппа может процессировать информацию, переданную *input layer*, то есть коллективно функционировать подобно «скрытому слою» (*hidden layer*) перцептрона. Наконец, третья подгруппа учащихся — «выходной слой» (*output layer*) будет обобщать и оформлять в виде презентации результаты усилий *hidden layer*. Сценарий будет интереснее, если «выходной слой» сможет напрямую общаться с «входным слоем» и «скрытым слоем», корректируя их деятельность в соответствии с уже полученными результатами. Такая сеть с обратными связями будет организационно аналогичной рекуррентным нейронным сетям Хопфилда.

Многообразие моделей сетевой организации в биосистемах

Рассмотренные выше нейронные и аналогичные им сетевые

структуры не являются единственным вариантом сетей в биосистемах. Биосистемы характеризуются плюрализмом своей организации — многообразием сетевых парадигм, которые также могут содержать ценные организационные рецепты для создателей сетевых структур в различных сферах современного человеческого социума. Например, сетевые структуры, создаваемые в педагогических целях в учебной аудитории, могут «брать на вооружение» многие черты не только нейронных сетей, но и эгалитарных сетевых структур, формируемых некоторыми приматами.

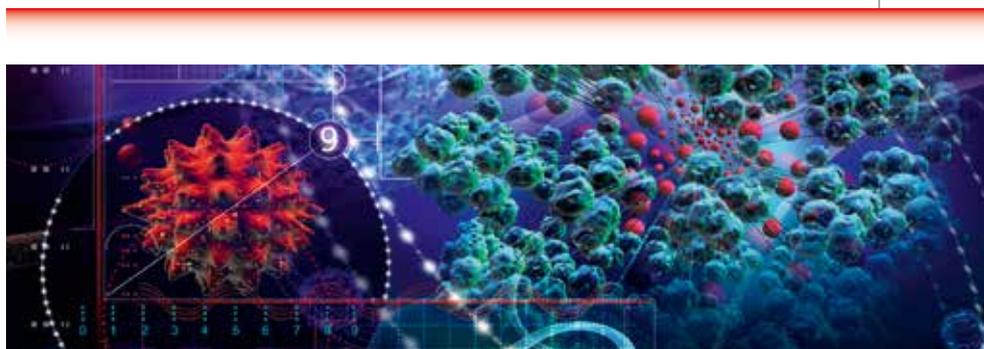
Этот плюрализм сетевых парадигм не прошел мимо внимания некоторых идеологов сетевого движения в политической сфере. Так, сторонники антиглобализма и «альтернативного глобализма», организовавшие на рубеже XXI в. эффективные акции протеста против Международного валютного фонда и Всемирного банка, и связанные с ними сапатисты на юге Мексики сравнивают политические сетевые структуры с нейронными сетями, но еще в большей степени со структурами насекомых, особенно муравьев.

«Муравьи учат нас, что, работая локально и постоянно делясь нашими локальными результатами в глобальном масштабе, связывая все в мире между собой и создавая множество обратных связей, мы не нуждаемся в том, чтобы „организовывать“

глобальную сеть — да мы этого и не можем делать — сеть будет регулировать себя сама, как рой, как сама жизнь, в ней разовьются необходимые структуры и условия» [29].

Кратко охарактеризуем некоторые важные варианты сетевой организации биосистем; их более конкретное и детальное описание было темой ряда авторских публикаций [11–19].

1. *Клеточная парадигма* характерна, например, для колоний и биопленок микроорганизмов. Клеточные сети близки к идеальному сценарию плоской сетевой структуры — иерархизация наблюдается в них как исключение, индивидуальность отдельных клеток и их функциональная специализация выражены слабо, хотя эти феномены и существуют в подобных сетях. Наиболее важную роль в координации поведения клеточных сетей играет дистантная химическая коммуникация; важным частным примером химической коммуникации являются кворумзависимые (*quorum-sensing*, QS) системы, которые ставят коллективное поведение клеток в зависимости от плотности их популяций. Координации поведения клеток и их групп способствуют межклеточные биополимерные вещества (матрикс), которые формируют структуру всей колонии/биопленки, защищают клетки в ней от неблагоприятных факторов и способствуют передаче коммуникативных





сигналов в масштабе всей колонии или биопленки.

2. *Эквипотенциальная парадигма* реализуется, например, безлидерными стаями многих рыб, которые характеризуются слабо выраженной индивидуальностью особей. Слаба и их функциональная дифференциация, а высокая степень координации поведения обеспечивается эстафетной передачей сигналов от особи к особи посредством зрительных стимулов и механорецепции с помощью особого органа чувств рыб — боковой линии, с известным вкладом химических факторов и, возможно, электрического поля. Крупные стаи склонны сегментироваться, образуя относительно самостоятельные малые «стаяки», более слабо связанные между собой. Для эквипотенциальных стай характерна тенденция к нивелированию индивидуальных различий, группированию сходных особей. Система координирующих воздействий целой стаи на особей в ней часто достигает уровня развития, при котором вся стая в некоторых отношениях напоминает единый организм (и хищник сбивается с толку, принимая стаю рыб за одну большую рыбку). Рыбы соблюдают единую геометрию стаи.

3. *Модульная парадигма* рассмотрена в работах авторов вслед за публикациями Н.Н. Марфенина [30, 31] в основном на примере колониальных кишечнополостных, состоящих из многих связанных единым стволом (ценосарком) полипов и медуз, низведенных до роли органов целой децентрализованной сетевой структуры (зооидов). Эта сетевая парадигма характеризуется слабо выраженной индивидуальностью каждого элемента (модуля) и существенной ролью контактных взаимодействий зооидов, которое носит отчасти конкурентный (квазирыночный) характер. Кооперативное взаи-

действие элементов в составе сетевого модульного организма обусловлено наличием двух факторов: 1) структурной связи индивидов в масштабе целой структуры, которая обеспечивается единым «стволом» — ценосарком — в кормусе кишечнополостных, и 2) поведения каждого индивида, зависящего от локальных факторов.

4. *Ризомная парадигма*, характерная для мицелиальных грибов, названа «в честь» выдвинутой Ж. Делезом и Ф. Гваттари [32] постмодернистской философской концепции ризомы как системы, которая не имеет ни начала, ни конца, ни центра, ни центрирующего принципа. В отличие от модульной парадигмы здесь нет разграничения собственно модулей (полипов или медуз у кишечнополостных) и стволов, которые их связывают в целую колонию. В мицелии гриба есть только эти «стволы» — нити (гифы) как однотипные элементы всей грибницы (мицелия), на которых могут развиваться органы целой системы (ризоиды, плодовые тела и др.). «Путем ветвления и слияния между собой гифы образуют сетевидную структуру, которая обозначается как мицелий» [33]. Достаточно многие виды грибов имеют взаимопереходы между мицелием и дрожжеподобным ростом, когда вместо нитей есть отдельные клетки типа клеток пекарских дрожжей. Если грибок образует мицелий, клетки в со-

ставе гиф могут сохранять известную самостоятельность (быть отделенными перегородками друг от друга) или сливаться в единую массу гифы.

5. *Нейронная парадигма* отличается рядом характерных черт (самообучаемость, коллективный процессинг информации, когнитивная деятельность и др.), которые мы уже кратко рассмотрели. Нейронные сети в значительной мере подвержены иерархизации, хотя иерархия уступает сетевой структуре как преобладающему организационному сценарию. В отличие от многих иных клеточных сетей нейронные сети в основном координируются не дистантными, а контактными (синаптическими) взаимодействиями между элементами. Нейронная парадигма наиболее полно воплощает в себе способность системы к коллективной переработке информации и принятию решений, к обучению и когнитивной деятельности — к «мышлению». С системной точки зрения важно, что нейронные сети (на примере мозга) сложным образом комбинируют сетевой и иерархический сценарии организации, параллельный и последовательный процессинг информации.

6. *Эусоциальную сетевую парадигму* можно рассмотреть на примере социумов муравьев, отличающихся высокой степенью специализации элемен-





тов (особей) с формированием каст (рабочие, солдаты, репродуктивные особи), а также наличием во многих муравейниках временных рабочих групп и более постоянных группировок по специальности, между которыми складываются иерархические отношения. Определенная иерархизация сетевых структур позволяет характеризовать их как объемные в принятой в работах авторов терминологии. Однако иерархии в этих системах погружены в общий контекст сетевой организации. В частности, функциональные группы рабочих особей входят в состав децентрализованной сетевой структуры. Обращает на себя внимание также наличие в составе социума насекомых неспециализированных, не задействованных рабочими командами особей. Такой пул неспециализированных и часто малоактивных особей представляет резерв колонии и может быть мобилизован для решения особо важных задач. Эусоциальные структуры многоуровневые, причем имеет место чередование иерархических и сетевых структур по мере подъема по уровням, по принципу «сеть из иерархий, построенных из сетей, в свою очередь состоящих из иерархий» [11].

7. Эгалитарная парадигма присуща группам некоторых приматов (шимпанзе, бонобо, капуцинов) и предполагает сочетание в той или иной мере выраженной иерархии с наличием социальных норм, ограничивающих права высокоранговых особей и обуславливающих их толерантное поведение по отношению к индивидам низшего ранга, которым обеспечиваются их «права» (например, «право собственности»). Сетевой компонент социальной организации обеспечивается сложной изменчивой структурой межиндивидуального поведения. Оно включает в себя элементы соперничества (эмпатии), лояльно-

сти, кооперации, взаимопомощи, проявляемых независимо от социальных рангов взаимодействующих индивидов. Во многих случаях социальные связи отличаются рыхлостью, особенно у шимпанзе, для которого характерен «дисперсный тип» социальных структур — *fission-fusion groups* (соединяющиеся-распадающиеся группы).

Учитывая рамки настоящей работы, приведем лишь несколько кратких примеров применения указанных парадигм в сетевых структурах человеческого социума.

Процветание стран в разных регионах мира, включая Россию и страны Восточной Европы, может быть обеспечено гармонизацией взаимоотношений разных типов структур — иерархических, (квази)рыночных, сетевых.

Эгалитарная («шимпанзиная») парадигма оказывается приложимой к организации сетевых творческих лабораторий ученых-энтузиастов, кратко рассмотренных выше на примере разработчиков программного обеспечения (*The Agile Alliance*) [20]. Не приравнивая организацию биосоциальных систем животных к организации структур в человеческом обществе, мы все же должны отметить известное сходство сетей научных энтузиастов с эгалитарными структурами человекообразных обезьян в следующих отношениях.

Уважение индивидуальности и свободы индивида. Каждый ученый (или каждая группа ученых в случае коллективного членства в сетевой структуре) волен заниматься своей индивидуальной тематикой и разрабатывать собственные концепции; эту свободу сетевая структура ограничивает лишь временными, частными обязательствами, обусловленными совместными проектами, публикациями, конференциями.

Известная степень иерархичности, связанная с признанием заслуг и научных степеней/званий отдельных членов сетевой структуры (наподобие высокоранговых «сереброспанных самцов» в группах горилл); однако все это не дает никому из членов сети право на централизованное лидерство, доминирование.

Рыхлые связи между узлами сети, право индивидов или групп свободно вступать в сеть или покинуть ее (по аналогии с *fission-fusion groups*, например, у шимпанзе).

Аналогичные «шимпанзиные» принципы можно реализовать в «штучных» сетевых структурах, состоящих (как и группа шимпанзе) из немногих индивидов — крупных бизнесменов, академиков, политиков, призванных решать важнейшие экономические, научные или политические проблемы.

Эусоциальная парадигма, проиллюстрированная выше на примере структур муравьев, также имеет ряд особенностей, дающих «пищу для ума» разработчикам сетевых структур в социуме. В частности, в муравейнике есть большое число малоактивных индивидов, которые обычно не несут специализированных функций (в отличие от «профессиональных» фуражиров, разведчиков, нянек и др.), но могут быть мобилизованы для участия в выполнении любого срочного задания [34]. В специальных экспериментах уменьшали доступное для муравьев количество колоний тлей, чьими выделениями муравьи питаются. В этой ситуации муравьи мобилизовали часть ранее неактив-



ных индивидов, которые становились членами малых «рабочих команд», охранявших колонии тлей [35]. В пчелиной семье «присутствие немногих мотивированных на оборону семьи особей в улье может побудить менее мотивированных особей к участию в атакующем поведении» [36].

Сетевая структура в социуме, построенная по подобному сценарию, — это клуб по интересам, где есть активные участники — частичные творческие лидеры проектов — и «группы поддержки». Эусоциальная парадигма может быть творчески использована в рамках гражданского общества для создания сетевых клубов идеологической, экологической, гуманитарной, благотворительной направленности; в этом случае создается малая подсеть из частичных лидеров (хабов) наряду с большим пулом помощников-генералистов; кроме того, можно комбинировать (на разных организационных уровнях) сетевой и иерархический организационные сценарии.

Ризомная парадигма, кроме воплощения у мицелиальных грибов, может вдохновлять создателей динамичных, меняющих конфигурацию, сетевых альянсов коммерческих предприятий. Взаимопереход *дрожжеподобный рост (отдельные клетки) — мицелий (клетки связаны в нити)* соответствует в мире бизнеса взаимопереходу между группой самостоятельных фирм с чисто контрактным взаимодействием и *спаянной единым проектом сетевой структурой*, где контракты уступают место работе всех сотрудников в режиме проектной команды, невзирая на бюрократические барьеры между фирмами.

В заключение подчеркнем, что процветание стран в разных регионах мира, включая Россию и страны Восточной Евро-

пы, может быть обеспечено гармонизацией взаимоотношений разных типов структур — иерархических, (квази)рыночных, сетевых (а в рамках последних — разных организационных сценариев, в том числе почерпнутых из наших знаний по биологии). В настоящей работе особо подчеркивается, что распространение подобных структур в социуме способствует внедрению принципов экономики *сетевой социализма*.

В продолжение данной тематики целесообразно рассмотреть социально-политические приложения сетевых структур как компоненты новой развивающейся ныне во всем мире общественно-экономической формации. ■

ПЭС 15073/01.06.2015

Примечание

1. Приставка *квази-* возникает, когда мы применяем эту классификацию к биосистемам или тем фазам в развитии человеческого общества, когда рынка как такового нет, но аналогичные конкурентные отношения реализуются.

Источники

1. Croft D. P., James R., Krause J. Exploring animal social networks. Princeton University Press. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2008. 192 p.
2. Newman M.E.J. The structure and function of complex networks // SIAM Review. 2003. Vol. 45. P. 167–256.
3. Newman M.E.J. Networks: an introduction. Oxford, New York,

Auckland: Oxford University Press, 2012. 772 p.

4. Бард А., Зодерквист Я. Нетократия. Новая правящая элита и жизнь после капитализма. СПб.: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2004.

5. Borgatti S. P. & Foster P. C. The network paradigm in organizational research: a review and typology // Journal of Management. 2003. Vol. 29. № 6. P. 991–1013.

6. Börzel T. Organizing Babylon — on the different conceptions of policy networks // Public Administration. 1998. Vol. 76. P. 253–273.

7. Castells M. The Rise of the Network Society. The Information Age: Economy, Society and Culture. Vol. I. Cambridge, MA; Oxford, UK: Blackwell. 1996.

8. Castells M. Informationalism, networks, and the network society: a theoretical blueprint // The Network Society: a Cross-Cultural Perspective /M. Castells, ed. Northampton, MA: Edward Elgar. 2004. P. 3–45.

9. Powell W. M. Neither market nor hierarchy: network forms of organization // Research in Organizational Behavior. 1990. Vol. 12. P. 295–336.

10. Meulemann L. Public management and the metagovernance of hierarchies, networks and markets. Heidelberg: Physica-Verlag. 2008. 399 p.

11. Oleskin A.V. Network Structures in Biological Systems and in Human Society. Hauppauge (New York): Nova Science Publishers, 2014. 299 p.

12. Олескин А.В. Биополитика. Политический потенциал со-





временной биологии. М.: Научный мир, 2007.

13. Олескин А.В. Сетевые структуры как биополитический проект // Вестник РАН. 2007. № 12. С. 1084–1088.

14. Олескин А.В. Биосоциальность одноклеточных (на материале исследований прокариот) // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70. № 3. С. 225–238.

15. Олескин А.В. Сетевые структуры в биосистемах и человеческом социуме. М.: URSS, 2012. 301 с.

16. Олескин А.В. Сетевые структуры в биосистемах // Журнал общ. биологии. 2013. Т. 74. № 2. С. 47–70.

17. Олескин А.В. Сети как неиерархические и нерыночные структуры: реализация в биологических и социальных системах // Экономические стратегии. 2013. № 5. С. 2–7.

18. Олескин А.В. Децентрализованные сетевые структуры в экономической и политической сферах. Сетевой социализм и сетевая меритократия // Экономические стратегии. 2014. № 9. С. 98–107.

19. Олескин А.В., Кировская Т.А. Сетевая структура в микробиологии // Вестник РАН. 2007. № 2. С. 139–148.

20. Cohn M. Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum. Upper Saddle River (NJ), Boston etc.: Addison-Wesley. 2010.

21. Chang L.-C., Lee G.C. A team-teaching model for practicing project-based learning in high school: Collaboration between computer and subject teachers. *Computers & Education*. 2010. Vol. 55. P. 961–969.

22. Cooperative Grocer Network [Электронный ресурс]. 2014. URL: <http://www.cooperativegrocer.coop>.

23. Trkman P., Desouza K.C. Knowledge risks in organizational networks: an exploratory framework // *Journal of Strategic Information Systems*. 2012. Vol. 21. P. 1–17.

24. Kosslyn S.M., Koenig O. *Wet Mind: The New Cognitive Science*. New York: Free Press, 1992.

25. Дубынин В.А., Каменский А.А., Сапин М.П., Сивоглазов В.Н. Регуляторные системы организма человека. М.: Дрофа, 2003.

26. Малинецкий Г.Г. Синергетика, междисциплинарность и постнеклассическая наука XXI века [Электронный ресурс] // Сайт С.П. Курдюмова. URL: www.spkurdyumov.ru.

27. Мильнер Б.З. Теория организации: Учеб. М.: Инфа-М, 2006.

28. Alstyn M., van. The state of network organizations: a survey in three frameworks [Электронный ресурс]. 1997. URL: <http://ccs.mit.edu/papers/CCSWP192/CCSWP192.html>.

29. Networks // *We Are Everywhere. The Irresistible Rise of Global Anticapitalism* / Eds. K. Arier, G. Chesters, T. Credland, J. Jordan,

A. Stern, J. Whity. 2003. URL: <http://artactivism.gn.apc.org>.

30. Марфенин Н.Н. Нецентрализованная саморегуляция целостности колониальных полипов // Журнал общ. биологии. 2002. Т. 63. № 1. С. 26–39.

31. Марфенин Н.Н. Принципы организации и функционирования сетевой структуры в пределах колонии гидроидов // Презентация на заседании Клуба «Биополитика». 2011.

32. Делез Ж., Гваттари Ф. Ризома // *Философия эпохи постмодерна*: Сб. переводов и рефератов. Минск: ООО «Красико-принт», 1996. С. 7–31.

33. Kück U., Nowrousian M., Hoff B., Engh I. *Schimmelpilze. Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung*. Springer-Verlag: Berlin u. Heidelberg. 2009.

34. Schmidt-Hempel P. Reproductive competition and the evolution of workload in social insects // *American Naturalist*. 1990. Vol. 135(4). P. 501–526.

35. Новгородова Т.А. Внутривидовое разнообразие моделей поведения муравьев *Formica cunicularia glauca* при трофобиозе // Усп. соврем. биол. 2003. Т. 123. № 3. С. 229–233.

36. Wray M.K., Mattila H.R., Seeley T.D. Collective personalities in honeybee colonies are linked to colony fitness // *Animal Behaviour*. 2011. Vol. 8. P. 559–568.

Network Structures: Options in Living Nature and Human Society. Network Socialism

Alexander Oleskin, Vladimir Kurdyumov

Decentralized, distributed network structures possess significant creative and innovative potential in solving various problems of modern society, including organization of interdisciplinary creative laboratories, interactive techniques in education and the establishment of inter- and intrafirm networks. Of special interest are biological models (paradigms), i.e., organizational options for network structures in diverse biological systems. These models can be used creatively to establish networks in various spheres of human society. It is emphasized that the dissemination of network structures in society promotes the implementation of the principles of socialist economy.

Keywords: network structures, hierarchical structures, (quasi)market structures, interactive education, socialism, network meritocracy, biopolitics.