

Мировой Суперорганизм: эволюционно-кибернетическая модель возникновения сетевого сообщества

[Франсис Хейлиген](#)

e-mail: ftheyligh@vub.ac.be

Перевод Марины Байковой, редакция Михаила Бурцева mr.bur@beep.ru.

Библиотека [Учкома](#) и [Виртуальной Пустыни](#)

(оригинал статьи находится по адресу
<http://pespmc1.vub.ac.be/Papers/Superorganism.pdf>)

Введение

Уже давно существует мнение, что общество обладает рядом качеств, делающих его похожим на живой организм, что это живое создание со своими клетками, обменом веществ и нервной системой. При таком сравнении различные общественные институты играют роль органов, каждый из которых выполняет свою особую функцию в поддержании жизнедеятельности организма. Например, армия работает аналогично иммунной системе, защищая организм от вторжений извне, тогда как правительство функционирует подобно мозгу, управляя всем и принимая решения. Эту метафору можно найти еще у Аристотеля. В ней черпали вдохновение Комте, Дюркхайм и Спенсер [56] отцы-основатели социологии.

Взгляд на общество как на суперорганизм не находит широкого отклика среди современных теоретиков. Да, их модели общества более хаотичны и открыты, чем у предшествующих социологов, они научились распознавать присущие обществу сложность и непредсказуемость. Статичная, централизованная, иерархическая структура с жестким разделением труда, которая лежала в основе старых социологических моделей, рассматривавших общество как единый организм, едва ли подходит для понимания нашего быстро эволюционирующего общества. Тем более, что взгляд на общество, когда индивидуумы воспринимаются как маленькие клеточки, подчиненные всеобщей системе, нашел свое место в идеологии тоталитарных государств Гитлера и Сталина и послужил мотивом мрачных антиутопий Орвела и Хаксли. И в результате, модель общества-организма сегодня отбрасывается большинством социологов.

Между тем, в своем развитии наука отошла от механистического взгляда на организмы. Изучая живые системы, биологи более не заостряют внимание на статичной структуре их внутренней анатомии, ученых привлекает многообразие процессов, с помощью которых организм адаптируется к постоянно изменяющейся внешней среде. В последнее время множество идей и методов, объединенных в области "теории сложности", привели к пониманию того, что организмы - это самоорганизующиеся, адаптивные системы. Большинство процессов в этих системах децентрализовано, неопределенно и постоянно изменяется. Сложное адаптивное поведение подобных систем возникает в процессе свободного взаимодействия между отдельными автономными компонентами. Модели же,

в которых управление подчинено отдельному планирующему блоку, были признаны непригодными для большинства реальных систем.

Подобное развитие научных взглядов вновь открывает возможность моделирования организмов и обществ в виде сложных адаптивных систем. В самом деле, типичные примеры исследований [36, 37], использующих системный подход, касаются и биологических (иммунная система, нервная система, происхождение жизни), и социальных (фондовый рынок, города, древние цивилизации) вопросов. Однако, этот подход пока еще не очень хорошо развит и предлагает лишь ряд интересных идей и методов, но не целостную теорию организма или общества.

Пробел может быть заполнен старой традицией, сходной с подходом теории сложных адаптивных систем: *кибернетикой и теорией систем*. Хотя некоторые из первоначальных кибернетических моделей были централизованы и имели жесткую структуру, большинство последних подходов делает упор на самоорганизацию, автономность, децентрализованность и взаимодействие между многочисленными составляющими. Внутри кибернетики и системной теории можно выделить несколько моделей, которые могут быть использованы при изучении как живых организмов, так и социальных систем: теория живых организмов Миллера, теория автопоэзиса Матураны, теория перцептивного контроля Пауэрса и теория Турчина о метасистемных переходах.

Перечисленные выше научные подходы наряду с более мистической теорией Т. де Шардена [59] вдохновили некоторых авторов возродить взгляд на общество как на единый суперорганизм [58, 52, 16, 17, 18, 61]. Подобный рост популярности этой идеи был вызван бурным развитием коммуникационных сетей, которые можно рассматривать как зарождающуюся нервную систему социального организма. Однако, все возникшие теории остаются на уровне метафор, указывающих на аналогии, но не анализирующих сами механизмы.

Настоящая статья ставит своей задачей развитие новой, более детализированной модели мирового сообщества, которая бы базировалась на упомянутых ранее моделях и объединила бы их. Особенно я хотел бы сфокусировать внимание читателя на эволюционных процессах, постоянно создающих и совершенствующих природу. Подобный угол зрения сможет дать нам лучшее понимание нашего сегодняшнего быстро изменяющегося общества, и направления, в котором оно движется. Положенная в основу модели кибернетическая теория поможет нам в анализе все возрастающей важности понятия информации в развивающемся взаимосвязанном обществе.

Главная идея данной модели состоит в том, что мировое общество может рассматриваться как единый суперорганизм и, что в условиях сегодняшнего быстрого развития технологий оно становится все более похожим на суперорганизм. Суперорганизм - это живая система высшего порядка, элементы которой (в нашем случае, отдельные индивидуумы) сами являются организмами. Биологи соглашаются с тем, что социальные колонии насекомых, например, муравейники или пчелиные улья, лучше всего анализировать как суперорганизмы. Если отдельные клетки являются организмами, тогда многоклеточный организм - тоже суперорганизм. Человеческое общество, вероятно, очень похоже на плесневый грибок, чьи клетки могут выживать как по одиночке, так и целыми колониями.

Вопрос не в том, является ли общество организмом, а в том, *насколько полезна* подобная точка зрения. Это то, что Гейнс [20] называл "коллективная позиция", рассматривать коллектив, как целостного индивидуума. На мой взгляд, подобная позиция помогает разобраться в том многообразии важных изменений, которые происходят в структуре общества, и эта точка зрения более действенна, чем традиционный взгляд на общество как на сложное образование взаимодействующих индивидуумов (см. Хейлиген и Кемпбел, [24]). Моя точка зрения состоит в том, что и общества, и биологические организмы можно

рассматривать с самых общих позиций как частные случаи "живых" или "автопоэзийных" систем, которые будут обрисованы ниже.

В данной статье я, в первую очередь, постараюсь определить, что означает для системы быть "организмом", и рассмотрю более детально две основные подсистемы любого организма: обмен веществ и нервную систему. Затем я постараюсь показать, что "обмен веществ" и "нервная система" общества под воздействием ускоряющегося технологического прогресса становятся все более и более взаимосвязанными. Такое развитие в особенности будет способствовать возникновению "мирового разума" суперорганизма. В заключении я постараюсь рассмотреть значение подобного развития для будущего.

Общество как автопоэзийная система

Если мы хотим охарактеризовать общество как живую систему, то для начала нам следует определить, что такое сама жизнь в самом широком смысле этого слова. Вероятно, наилучшая абстрактная характеристика живого образования дана Матураной и Варелой [43] жизнь - это *автопоэзис* (от греч. "самовоспроизведение"). Автопоэзийная система состоит из сети процессов, которые постоянно воспроизводят свои компоненты, таким образом отделяя себя от окружающей среды. Это определяет автопоэзийную систему как автономную единицу, она сама заботится о собственном поддержании и росте и воспринимает окружение лишь как возможную причину нарушения внутреннего функционирования. Разумеется, и живую клетку можно охарактеризовать как сложную сеть химических циклов, которые постоянно образуют молекулы, необходимые для нормального существования клетки.

Воспроизведение, которое часто называют основной характеристикой жизни, в нашем случае не просто аспект автопоэзиса, если ты можешь воспроизвести свои компоненты, тогда ты сможешь создать и копию самого себя. Воспроизведение *без* автопоэзиса, что точнее следует назвать *дублирование* - не требует наличия жизни, некоторые кристаллы, молекулы или, например, компьютерные вирусы могут множиться, не будучи при этом живыми. Наоборот, автопоэзис без воспроизведения *действительно* подразумевает жизнь, вы же не станете отрицать принадлежность вашей бездетной тети к живой природе лишь на том основании, что она не может иметь детей.

Принятие определяющей характеристикой живого автопоэзиса, а не воспроизведения устраняет серьезное препятствие к рассмотрению обществ как живых организмов - хотя общества не воспроизводят себя целиком, они, несомненно, создают (воспроизводят) свои отдельные компоненты. Действительно, если мы воспринимаем всех людей вместе с созданными ими артефактами (здания, машины, дороги, компьютеры, книги, и т.д.) и одомашненными животными и растениями как компоненты общества, то каждый из компонентов возник при взаимодействии компонентов этой же системы. Люди с помощью артефактов создают других людей, а артефакты вместе с людьми, в свою очередь, производят другие артефакты. Совместно они постоянно обновляют структуру общества. Эти процессы воспроизводства наглядно отображают цикличную организацию, которая характерна для автопоэзиса (рис. 1): компонент типа А используется, чтобы создать компонент В, который нужен для создания компонента С, и так далее, пока компонент Z снова не создаст компонент А.

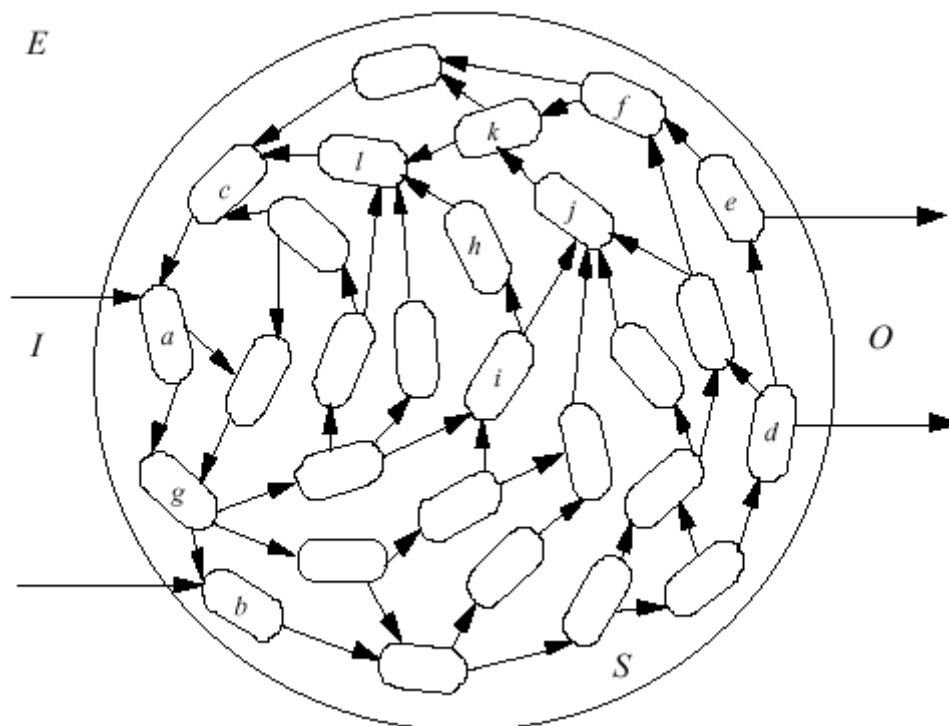


Рис. 1. Автопозийная сеть

Система S состоит из сети компонентов или подсистем $\{a, b, c, d, \dots\}$, связанных друг с другом через входы и выходы, они постоянно воспроизводят собственную организацию.

Например, вход компонента l связан с выходами k и h (товары, услуги, информация), а выход l связан с входом c . В целом, сеть замкнута (пути, соединяющие компоненты, находятся внутри системы), но она связана с окружающей средой E через вход I и выход O .

В сети существует ряд избыточных или "параллельных" путей, которые начинаются из одного и того же компонента (например, i) и заканчиваются на одном компоненте (например, l).

В этом особом случае компонент h выполняет ту же самую функцию для l как j и k , к тому же l может предпочесть обходной путь $i \rightarrow j \rightarrow k \rightarrow$ более короткому пути $i \rightarrow h \rightarrow l$.

Хотя общества редко воспроизводятся в том смысле, что порождают другие, самостоятельные общества, в принципе их устройство дает возможность воспроизводства. Можно поспорить с тем, что британские колонии в Северной Америке или Австралии после обретения ими независимости следует рассматривать, как отпрысков британского общества. Но ведь, как и все дети, колонии унаследуют многие характеристики своих родителей, такие как язык, обычаи и технологии, при этом они развивают свою индивидуальную личность. Такая форма воспроизводства наиболее близка к типу бесполого, вегетативного размножения, наблюдающегося у многих растений, например, выющихся трав, у которых растение-родитель пускает побеги, разрастающиеся в разные стороны от центра. Укоренившись, побег отделится от материнского растения, он будет существовать обособленно, как новый росток. Таким образом, рост общества больше похож на рост растений, нежели высших животных, к которым мы близки. В подобных живых системах а priori не существует четкого разделения между родителем и отпрыском. В современном глобальном мире географическое положение не может обеспечить реальной независимости. Тем не менее, мы могли бы представить себе глобальное общество, пускающее побеги в форме колоний на других планетах.

Общество, подобно всем автопозийным системам - это открытая структура, ему требуется поставка материала и энергии (ресурсов) для создания своих компонентов, а

само оно выбрасывает в окружающую среду отходы своей жизнедеятельности в виде промышленных отходов и тепла. Несмотря на то, что оно открыто с точки зрения термодинамики, оно, как и любая автопоэзийная система, *организационно замкнуто*, его структура явно определена как внутренняя. Окружающая среда не подсказывает системе, как ей следует строить себя; среда лишь служит источником сырья. Поведение автопоэзийной системы встроено в ее собственную внутреннюю организацию. *Замкнутость* означает, что каждый компонент системы может быть создан внутри системы. Ни один компонент или подсистема компонентов не могут воспроизводиться сами по себе вне системы. Если бы подсистема могла существовать вне системы, тогда бы подсистема стала самостоятельной автопоэзийной системой вместо того, чтобы быть частью общей структуры.

Необходимость выполнения условия замкнутости, вероятно, и делает приложение автопоэзиса к социальным системам таким противоречивым. Замкнутость позволяет четко отделить то, что находится внутри системы, ее части, от того, что находится снаружи - частей окружающей среды. Первоначальное определение автопоэзиса, данное Матураной и Варелой [44], добавляет ко всему выше изложенному, что каждая автопоэзийная система должна иметь свою *границу*, иными словами пространственное или топологическое разграничение между системой и окружающей средой. В отличие от биологических организмов большинство социальных систем не обладают явной пространственной границей. Более того, для многих социальных систем требование замкнутости выполнимо лишь частично. Например, страна может произвести большую часть необходимых ей компонентов у себя, но она все равно будет импортировать отдельные компоненты (людей, артефакты) или знания из-за рубежа. Это означает, что любая граница, которую мы обрисовываем вокруг социального организма, будет пористой и расплывчатой. Единственная возможность выполнить требование организационной замкнутости - это рассматривать *всемирное общество целиком*, как автопоэзийную систему. Ни одна из его подсистем, идет ли речь о странах, корпорациях, институтах, компаниях или семьях, не является в должной мере автопоэзийной. Все они до известной степени зависимы от внешней организации.

Это наблюдение, возможно, объяснит, почему различные авторы не друг с другом в вопросе о том, могут ли социальные системы быть автопоэзийными. Хотя Матурана, создатель концепции автопоэзиса, ограничил ее применение только биологическими организмами, некоторые другие (например, Люман, [42]; Роб, [51]; Зелени, [68]; Мингерс, [47]) предполагали, что социальные системы могут быть автопоэзийными, расходясь между собой лишь в том, какие именно системы проявляют автопоэзис. Мне кажется, что данное противоречие может быть преодолено только, если рассматривать мировое сообщество как суперсистему, которая охватывает все прочие социальные системы, и, таким образом, может считаться подлинно автопоэзийной.

Проблему, связанную с обязательным наличием границы, можно решить путем ослабления требования к автопоэзийной системе, состоящего в том, что автопоэзийная система непременно должна создавать вокруг себя физическую границу (подобно мембране у живых клеток). Хотя страны, города или компании иногда и окружают себя границами, например, стенами или "железным занавесом", общество в планетарном смысле не нуждается в подобном ограничении. Земля, на которой мы живем, обладает собственной границей, состоящей из атмосферы, защищающей социальный организм от космических лучей и метеоритного дождя, и литосферы, предохраняющей его от высоких температур и магмы из внутренностей планеты. Если организм, как, например, краб-отшельник, использует для своей защиты готовый панцирь, а не прилагает усилия к созданию специальной брони, то вряд ли мы можем утверждать то, что он недостаточно автопоэзивен.

Если мы посмотрим на концепцию границы в менее буквальном, в не совсем физическом смысле, то обнаружим, что общество определенно отделяет свои внутренние компоненты от окружающей среды. Иммунная система является тем механизмом, с помощью которого организм отличает и отделяет внутренние составляющие от вторжений извне. Иммунная система запрограммирована на распознавание и удаление всех чужеродных материй, всех "захватчиков", которые не подчиняются правилам игры. Эти чужаки, например, раковые клетки, могут включать созданные внутри организма компоненты, которые по каким-то причинам перестали подчиняться регулирующим жизнь организма законам. У общества тоже имеется иммунная система, пытающаяся контролировать и внешние угрозы (например, диких животных, инфекционные заболевания, ураганы, вторжение врагов), и внутренних ренегатов (преступники, террористы, компьютерные вирусы, и т. д.). Типичные компоненты иммунной системы общества - это полиция, органы юстиции и армия.

И самая сильная, и самая слабая стороны концепции автопоэзиса состоят в том, что обе они слишком крайние, система либо организационно замкнута, либо нет; она либо одушевлена, либо безжизненна. На практике же различие между структурой, произведенной внутри и вне системы, не столь очевидно. Организмам не просто нужны материалы и энергия, эти ресурсы должны проявлять определенную форму организации. Например, животное, в отличие от растения, не может воссоздать свои компоненты на основе воздуха, воды и минералов. Ресурсы, необходимые животному, должны сначала быть преобразованы определенным образом, и только затем попасть в организм в виде сложных органических молекул - углеводов, белков и витаминов. Сходным же образом общество до некоторой степени зависимо от организации внешнего мира. Например, наше сегодняшнее общество зависит от наличия деревьев в лесах, нужных для производства мебели и дров, а также от ископаемых горючих материалов, необходимых для извлечения энергии.

Все это наводит на мысль, что можно различить *степень* автопоэзийности: система будет более автопоэзийной, если она производит большую часть своих компонентов внутри себя, и, значит, менее зависима от окружающей среды. Как мы позднее увидим подробнее, эволюция общества обыкновенно приводит к увеличению автономности и способности самостоятельно производить свои составляющие, минимально взаимодействуя с окружающей средой.

Чтобы осознать, каким образом общество достигает автопоэзиса, нам следует детальнее рассмотреть, как сеть производственных процессов позволяет достичь создания устойчивой организации вопреки зависимости от поступления ресурсов извне и вне зависимости от пертурбаций в окружающей среде. Этот механизм можно функционально разделить на несколько подзадач, выполняемых различными подсистемами. Самые важные из подсистем - это система обмена веществ, ответственная за обработку материалов и энергии, и нервная система, отвечающая за анализ информации. Цель обеих подсистем - поддержание стабильности всей системы, компенсируя или препятствуя влияниям на нее извне. Теперь мы перейдем к детальному обсуждению различных компонентов каждой из подсистем и способа их взаимодействия.

Обмен веществ: обработка материалов и энергии

Организмы - *диссипативные системы* (Николис и Пригожин, [48]), согласно второму закону термодинамики, они должны выделять энтропию или тепло для того, чтобы поддерживать динамически устойчивое состояние. Это означает, что материалы или/и энергия должны поступать в систему с низкой энтропией (вход I на рис. 1), подвергаться ряду преобразований и покидать систему уже с высокой энтропией (выход O на рис. 1).

Энтропия, которая рассеивается или "растрачивается" системой, необходима для работы цикла производственных процессов, направленных на поддержание ее организации.

Хотя теоретики автопоэзиса концентрируют свое внимание на замкнутом, внутреннем цикле процессов в организме, тот факт, что у этого цикла есть вход (I на рис. 1) и выход (O на рис. 1), позволяет нам произвести более или менее "линейную" декомпозицию преобразований, которые происходят с веществом с момента его поступления в систему, до момента выхода. Джеймс Гриер Миллер [46] предложил схему декомпозиции, которую можно использовать при анализе любых "живых систем", от клетки и до общества. Нужно подчеркнуть, что подобное разделение *функциональное*, но, в целом, не *структурное*: один и тот же структурный компонент может принимать участие в нескольких функциях, в то время как одна функция не может быть распределена между несколькими физическими или структурными компонентами.

Поскольку эта декомпозиция не принимает в расчет автопоэзис или замкнутость системы, Миллер распространяет свою модель, как на живые системы, так и на системы - такие как органы или сообщества - которые организационно открыты и которые я, тем не менее, не стал бы классифицировать как "организмы". Мне кажется, что для модели систем, полностью схожих с организмом, нам необходимо соединить и замкнутость, определяемую внутренними циклами, и термодинамическую восприимчивость, направленную на процессы обмена с окружающей средой (см. Хейлиген, [32]). В дальнейшем, я буду обсуждать основные функциональные подсистемы "организма", используя в качестве примера и живой организм и общество.

Первый компонент в модели Миллера - *прием пищи*, подсистема, ответственная за доставку материалов и энергии из окружающей среды в систему. На рис. 1, например, компоненты *a* и *b*, имеющие прямой доступ к окружающей среде, принимают участие в этой функции. У животных данную роль обычно играют рот и нос, они заглатывают пищу и вдыхают воздух. В обществе подобная функция не так четко локализована. Она выполняется различными системами, такими как шахты и каменоломни, где руда извлекается из почвы, водяными скважинами и буровыми вышками. Следующая ступень преобразований заключается в *переработке*, которая трансформирует поступающее сырье в используемые системой ресурсы. Например, на рис. 1, так как *a* и *b* уже участвуют в процессе ввода сырья из окружающей среды, мы можем расположить функцию переработки в компоненте *g*, который связан с *a* или *b*. В теле эта функция поддерживается пищеварительной системой, которая расщепляет различную пищу до простых сахаров, жировых и аминокислот, и легкими, которые гарантируют растворение в крови частиц кислорода, откуда гемоглобин доставляет их в красные кровяные тельца. В обществе функция переработки выполняется различными промышленными предприятиями, перерабатывающими воду, нефть и руду.

Дальнейшая ступень переработки - доставка до тех мест, где нуждаются в ресурсах. Эта ответственность лежит на *распределении*. У животных эта функция сосредоточена в кровеносной системе: сердце и кровеносных сосудах. В обществе этим занимается транспортная система: трубопроводы, корабли, железные дороги, самолеты, автострады. Ресурсы, доставленные до места назначения, затем обрабатываются для того, чтобы изготовить необходимые организму компоненты. У животных эта функция производства лежит на специальных клетках или железах, которые либо создают другие клетки, либо специфические молекулы как ферменты и гормоны. В обществе это выполняют различные заводы и фабрики, производящие товары. Эти произведенные товары могут снова через распределение отправить туда, где в них нуждаются.

Функция	Организм	Общество
<i>Прием пищи</i>	питание, питье, вдыхание	добыча полезных ископаемых, сбор урожая, выкачивание воды
<i>Переработка</i>	пищеварительная система, легкие	нефтеперерабатывающие предприятия, фабрики по обработке прочих ресурсов
<i>Распределение</i>	кровообращение	транспортные сети
<i>Производство</i>	рост клеток	заводы, строители
<i>Выброс отходов</i>	мочеиспускание, испражнение, выдыхание	канализация, мусорные свалки, трубы
<i>Хранение</i>	жиры, кости	склады, контейнеры
<i>Опора</i>	скелет	строения, мосты...
<i>Двигатель</i>	мускулы	моторы, люди, животные

Таблица 1 Функционирование обмена веществ (обработки материалов - энергии) в многоклеточных организмах и обществах

Та точка, где многие товары заканчивают свое путешествие, является местом *хранения*: так как поступление ресурсов из окружающей среды непостоянно, а внутреннее производство не всегда может регулироваться насущными требованиями, необходимо иметь запасы продукции, позволяющие бороться с нехватками. В теле различные органы могут выполнять функцию хранения для различных продуктов. Самый общий запас - это жиры, который используется, как легкодоступный источник энергии. В обществе продукция хранится на складах, в силосных ямах и контейнерах. Другая важная конечная цель для продуктов - это функция *опоры*, которая физически поддерживает, защищает и разделяет различные части организма. В теле эту роль выполняет скелет, в обществе -

такие структуры, как строения, мосты и стены. Еще одна важная функция - это *двигатель*, подсистема, использующая энергию для генерирования движений организма. В теле это осуществляется мускулами, в обществе - разнообразными моторами и машинами.

Одни продукты, разумеется, могут трансформироваться и перерабатываться в другие продукты. Например, когда клетка умирает, липиды, из которых состоит ее мембрана, будут снова использоваться для производства новых мембран или сохранятся в запасе жиров. В обществе, металл устаревших автомобилей будет переработан для изготовления консервных банок, металлических прутьев или новых машин. Из второго закона термодинамики, процессы идущие внутри системы необратимы, всегда есть определенные потери, которые сопровождаются диссипацией энтропии. Это означает, что процессы всегда вызывают образование отходов, которые невозможно полностью переработать. Эти отходы должны быть отделены от полезных продуктов и собраны вместе. В теле этим занимаются почки и печень, которые отфильтровывают из крови токсины. В обществе эта функция выполняется сборщиками мусора и разнообразными установками по переработке отходов. Конечная подсистема в процессе преобразования материалов - это *выброс отходов*, удаляющая мусор из системы. В сети на рис. 1 компоненты *d* и *e*, чей выход открывается непосредственно в окружающую среду, могут рассматриваться как части этой функции. В теле эту роль осуществляют мочеиспускательная система, анус и легкие, посредством которых, соответственно, организм избавляется от жидких, твердых и газообразных отходов. В обществе сходные подсистемы - это канализация, свалки и выхлопные трубы или дымоходы.

Нервная система: информация и контроль

Прежде чем продолжать рассмотрение функциональной декомпозиции поступающей в систему информации по Миллеру, мы должны обсудить общую роль информации в замкнутых системах. Как хотели подчеркнуть Матурана и Варела, автопоэзийные системы не *формируются* окружающей средой, их форма определяется исключительно внутренней организацией. Автопоэзийные системы - самоорганизующиеся. Данные из окружающей среды требуются только для того, чтобы предупредить систему о необходимости изменения ее функционирования - иначе структура может быть повреждена или даже разрушена. Путем противодействия или компенсации этих пертурбаций система может поддерживать неизменной свою организацию в непостоянной среде.

Таким образом, организмы (по определению - управляющие системы в кибернетическом смысле [3]) *регулируют* или *управляют* значениями определенных параметров так, чтобы уменьшить отклонения от оптимума. Например, чтобы поддерживать свою сложную организацию, теплокровные животные должны сохранять температуру своего тела в достаточно узком интервале (для человека - приблизительно между 35°C и 40°C при оптимальном значении около $36,5^{\circ}\text{C}$). Если температура окружающей среды изменится, внутренние процессы, например, выделение пота или дрожь будут противодействовать влиянию температуры окружающей среды на внутреннюю температуру.

Возможно, наиболее четкая модель подобной регуляции предлагается теорией живых управляющих систем Вильяма Пауэрса [49, 50]. В этой модели поведение или цепь действий организма объясняется исключительно как стремление организма достичь некоторого оптимального состояния. При достижении цели действия изменяют состояние окружающей среды, затем организм проверяет, насколько он отклонился от намеченной цели. Полученное отклонение вызывает другое действие, нацеленное на корректировку "курса". Эффект этого действия вновь переосмысливается, вероятно, побуждая к следующему действию и так далее. Эта цепь действий, если она функционирует нормально, сохраняет систему в неизменном состоянии, несмотря на непрекращающееся

противоборство изменений окружающей среды и действий, направленных на их ликвидацию.

Хотя конечное состояние может казаться достаточно устойчивым, сила, затрачиваемая на противостояние пертурбациям окружающей среды, требует постоянной поставки энергии. Как показал Пауэрс в своих математических моделях, эффективная связь управления характеризуется *усилением*, небольшие отклонения должны компенсироваться серьезными действиями. Иными словами, при взаимодействии между организмом и окружающей средой результат будет в такой же степени зависеть от изменений окружающей среды, как и от действий организма. При большем усилении результат будет меньше зависеть от внешних условий. Помимо больших энергетических затрат на выполнение действия подобное усиление требует очень тонкого, чувствительного восприятия, такого, чтобы отклонения можно было бы обнаружить на самой ранней стадии, когда противодействие им можно осуществить с маленькими затратами энергии.

Различные цели или требуемые значения входных величин, которые организм пытается оптимизировать, обычно составляют некое подобие иерархии, где комбинация текущего восприятия и цели высшего порядка определяют цель более низкого порядка. Таким образом, цели не статичны, но постоянно приспосабливаются к конкретной ситуации. Подобное ощущение - это не просто отражение состояния окружающей среды, это скорее восприятие аспектов окружения, соотнесенных с целями системы, которые сами по себе определяются требованием выживания. Поэтому эпистемология теории автопоэзиса и теория перцептивного контроля конструктивны, знание об организме не должно рассматриваться как калька внешней реальности, а только как субъективная конструкция, направленная на поддержание равновесия между основными целями поддержания организации и различными внешними изменениями, способными поставить эти цели под угрозу.

Для большинства людей, не занимающихся кибернетикой, слово "управление" непременно означает образ некоего центрального аппарата контроля, автократического органа, направляющего и надзирающего за тем, как действует система. Кибернетический анализ связей управления, например, как у Пауэрса, абсолютно функционален. "Аппарат управления" не требует воплощения в виде отдельного локализованного структурного компонента. Я уже полемизировал [34] с тем, что по схеме Пауэрса рыночный механизм можно рассматривать как управляющую систему. Цель системы - удовлетворить "спрос" путем производства подходящего "предложения", несмотря на колебания в доступности ресурсов или компонентов. Спрос на любой товар сам по себе определяется доступностью различных товаров и высшими целями или ценностями (выживание, уровень жизни,...) потребителя.

Это отрицательная обратная связь с усилением; небольшие колебания в предложении будут восприняты и трансформированы в изменение цены на товар, а это явится средством согласования между спросом и предложением. Незначительное увеличение в цене (восприятие) заставит производителей немедленно внести дополнительные средства в производство (действие), таким образом увеличивая предложение. Это, в свою очередь, снизит цену и вместе с тем уменьшит рассогласование. Сходным образом снижение цены повлечет за собой сокращение производства, и, следовательно, сокращение предложения и рост цен. Таким образом, рынок существует для регулирования доступности необходимых системе товаров. Несмотря на подобный четкий механизм управления ни один компонент или группа компонентов не находятся "под контролем". Изменчивый спрос, который управляет процессом, возникает из коллективного желания всех потребителей, в то время как переменчивое предложение является совокупным результатом всех действий и всех процессов. Функция контроля не *централизована*, а *распределена* по всей экономической системе.

С некоторыми обобщениями этот анализ может быть развит до общей модели управляющего механизма социального суперорганизма. В данном случае теория Миллера снова может прийти нам на помощь. Однако, мы должны заметить, что в то время, как подсистемы у Миллера организованы линейно в порядке обработки поступающей в систему информации, механизм в целом цикличен - информация, которая выходит из системы в виде решений, воплощается в жизнь, действия преобразуют окружающую среду, которая в свою очередь определяет информацию, поступающую внутрь через восприятие.

Функция	Организм	Общество
<i>Чувствительный элемент</i>	органы чувств	репортеры, исследователи
<i>Распознавание</i>	восприятие	эксперты, политики, общественное мнение
<i>Каналы и сеть</i>	нервы, нейроны	средства коммуникации
<i>Ассоциация</i>	синоптическое обучение	научное открытие, социальные науки
<i>Память</i>	нервная память	библиотеки, школы, всеобщее знание
<i>Принятие решений</i>	высшие функции мозга	правительство, рынок, избиратели
<i>Действие</i>	мышцы, активизированные нервами	исполнительные институты

Таблица 2. Функции нервной системы (обработка информации) в (высших) организмах и обществах

Чувствительный элемент доставляет информацию из окружающей среды в систему подобно тому, как функция приема пищи поставляет в систему материалы. Функция получаемой информации - сигнализировать об отклонениях от цели (опасности, затруднения) и/или о возможностях достигнуть своей цели (ресурсы, инструменты). Эти возможности и опасности могут появляться и внутри, и вне системы, но для простоты мы рассмотрим их вместе, как если бы они все приходили из вне.

Это можно мотивировать наблюдением, что с логической точки зрения нам следует рассматривать не реальное место нахождения проблемы или возможности, а только функциональную характеристику: находится она или нет под контролем системы. Вспомним наши рассуждения об иммунной системе как подлинной "границе" автопоэзийного организма, внутренние враги, как, например, раковые клетки, являются большей угрозой для системы, чем такие внешние захватчики, как паразиты. Сходным образом то, чем пользуется человек, например, одежда, инструменты или машины находится под таким же контролем, как и его внутренние компоненты, все эти вещи могут рассматриваться как части системы.

В теле функцию восприятия выполняют органы чувств: глаза, уши, нос, язык и различные клетки, чувствительные к прикосновениям, температуре и движению суставов. В обществе многие компоненты принимают участие в восприятии: рынок, репортеры, ученые, институты голосования, избиратели и разнообразные автоматические сенсоры, такие как сейсмографы, термометры и чувствительные приборы спутников.

Следующая функция по обработке информации - *распознавание*, преобразует поступающие сведения в информацию, необходимую при управлении системой. В рассматриваемой модели этот процесс интерпретации в основном функционирует для того, чтобы сопоставлять информацию о внешней ситуации с целями или ценностями системы, таким образом облегчая использование получаемых сведений как руководства к действиям. Это означает, что информация, непригодная для целей системы, не принимается во внимание. Распознанные сведения используются далее подсистемой *принятия решений* для того, чтобы выбрать определенное действие или последовательность действий в ответ на изученное состояние окружающей среды. В управляющих системах высшего порядка, где присутствует сложная иерархия первостепенных и вторичных целей, выбранные действия могут на самом деле иметь мало общего с конкретной ситуацией и скорее служат предвидению вероятных ситуаций в неопределенном и отдаленном будущем [32]. Исследовательское поведение - пример подобного действия, которое, скорее всего, не имеет прямого отношения к сиюминутной ситуации и цели, хотя в целом и помогает системе увеличить вероятность достижения определенных целей. Только сигнал о приближающейся опасности требует немедленного противодействия. У животных и система распознавания, и функция принятия решений связаны с мозгом. В обществе они сконцентрированы в политических, научных, юридических и коммерческих институтах, хотя основные формы интерпретации и принятия решений распределены по всей системе, как было продемонстрировано на примере "принятия решения" через рыночный спрос на то, какие виды товаров стоит производить или через решение избирателей о том, какие политические взгляды должны господствовать в стране.

Следующий шаг заключается в выполнении решения, иными словами, в трансформации сведений, созданных отвечающим за принятие решений компонентом, в конкретный план и совершение соответствующих действий. Эта роль принадлежит функции *действие*. Эта функция отсутствует в схеме Миллера, который вместо нее предлагает функцию кодирования. Причина в том, что декомпозиция по Миллеру основывается на линейной последовательности действий над попадающей в систему, обрабатываемой и снова покидающей организм информацией, а не на функции циклического контроля, где единственной задачей информации является помощь при выборе верного управляющего действия. Хотя действия могут информировать другие системы, в целом они не нацелены на передачу информации, а лишь компенсируют пертурбации.

Разумеется, определенные действия, такие как речь, обладают ролью коммуникации. Но подобный намеренный перенос информации подчинен более общей задаче - достижению организмом запланированных целей. Обычная цель лингвистического выражения - заставить другого человека выполнить что-либо (команду или просьбу), получить специальную информацию (вопрос), получить отклик о чем-либо состоянии (свободное выражение) или подготовить информацию, которая может помочь другому и, таким образом, косвенно - посредством обмена, социальных или родственных связей - помочь самому себе. В подобных случаях кодирование Миллера представлено как специализированная подфункция более общей функции действия.

У животных эта функция представлена двигательными нейронами, которые активизируют мышцы. В обществе ее выполняют "исполнители" разного рода, это министры, управляющие, инженеры, водители и автоматические системы, управляющие машинами.

Нервная система также обладает рядом аналогий с обменом веществ, функциями хранения и производства. Миллеровская функция *канала и сети* ответственна за передачу информации между разнообразными подсистемами, например, органами чувств, принятия решений и действия. В организме ее выполняют всевозможные нервы, в обществе - такие каналы связи как массмедиа, телефон и почта. Другое направление для циркуляции информации в системе - это *память*, где сохраняются сведения о предшествующем опыте для облегчения принятия будущих решений. В отличие от функции хранения память не просто накапливает поступающую информацию, подобно тому как жесткий диск компьютера записывает байты, но сохраняет выборочное соотношение между разнообразными перцепциями и действиями для того, чтобы увеличить эффективность принятия решений, если подобные ситуации возникнут в дальнейшем. Функция, отвечающая за формирование этой сети связей, у Миллера носит название *элемент ассоциации*. У животных данная функция, а также память распределены между нейронами головного мозга. В обществе память функционирует в виде письменных документов, библиотек и баз данных. Ассоциативная функция выполняется учеными и архивистами.

Эволюционное развитие суперорганизма

Развитие кооперации и разделения труда

Хотя согласно дарвинистской теории эволюция индивидуумов шла по экстенсивному пути развития, эволюция сообществ организмов очевидно не вписывается в эту схему. Главная проблема - это контраст между эгоистичным и альтруистичным поведением. Теория Дарвина предсказывает, что если необходимо выбрать между поведением, которое будет способствовать личным интересам, и поведением, направленным на пользу группе или обществу, к которым принадлежит индивидуум, личные интересы будут преобладать над всем остальным. Причина в том, что эгоистичные индивидуумы в обществе альтруистов ("вольные всадники") извлекают из альтруистического поведения других гораздо больше пользы, чем последние. Поэтому альтруистское поведение отвергается. Однако, и животные, и люди демонстрируют множество примеров альтруизма, то есть поведения, которое больше способствует выживанию других, нежели самих альтруистов.

Подобному положению вещей было дано несколько объяснений (см. Докинс, [14]; Хейлиген, [25]; Кемпбелл, [8]). Механизм группового выбора (группы альтруистов имеют больше шансов выжить, чем группы эгоистичных индивидуумов) кажется не вполне удовлетворительным из-за проблемы "вольных всадников", упомянутых ранее. Тем не менее, тема группового выбора в последнее время стала вновь популярной [65] частично из-за наблюдения, что не все типы поведения, приносящие пользу группе, имеют высокую цену для альтруиста. Наиболее популярное объяснение, лежащее в основе социобиологического подхода - это родственный выбор, принцип, что быть альтруистом по отношению к индивидуумам, в которых заложены те же самые гены ("к родственникам"), в процессе эволюции имеет больше преимуществ. Эта схема убедительно разъясняет строение сообществ насекомых, где все особи являются близкими родственниками через их общую мать ("королеву" улья). Другое популярное объяснение - это обоюдный альтруизм или принцип "услуга за услугу", но его нельзя применить к кооперации больших сообществ, где индивидуумы имеют мало возможностей отвечать друг другу взаимностью.

Для объяснения возникновения человеческого общества наибольший интерес представляет теория культурного конформизма ([8], [24], [25]). Если культурная норма, проповедующая альтруизм, сможет распространиться внутри группы, давление конформистов не позволит "вольным всадникам" уклониться от этой нормы. Так как различные группы придерживаются различных норм, будет существовать один культурный групповой

выбор, развивающий более альтруистские нормы, который принесет наибольшую пользу всей группе. На практике этот механизм, вероятно, дополнялся другими механизмами, направленными на создание кооперативных соглашений в человеческих группах.

Каким бы ни было ее происхождение, кооперация была заложена в основе человеческого общества и довольно быстро привела к разделению труда. Разделение труда базируется на том принципе, что если индивидуум выполняет одну определенную операцию, его производительность повышается. Однако, если человек исключительно занят производством одного типа товара или услуги, его возможность получать прочие необходимые ресурсы зависит от возможности обмена с другими людьми. Поэтому разделение труда может развиваться только на прочной основе кооперации. Но как только этот процесс начался, разделение труда начинает стихийно разрастаться, движимое цепным механизмом (как проиллюстрировал Гейнс [20] при помощи компьютерного моделирования), индивидуумы, успешно обеспечивающие прочих своим типом товара или услуги по причинам благоприятных возможностей, компетенции или просто случайности, начинают наблюдать увеличение спроса на свой товар и, таким образом, им становится выгодно развивать свою область производства. Например, человек, живущий поблизости от фруктовых деревьев, обнаружит, что легче получать мясо и прочие ресурсы в обмен на фрукты, чем принимать участие в коллективной охоте и бортничестве, поэтому он станет тратить больше времени, внимания и сил на развитие в себе способностей садовода.

Эволюция сети

В условиях наличия разделения труда главной движущей силой эволюции в обществе будет не групповой и не индивидуальный выбор, а то, что можно назвать *сетевым выбором*. Легче всего объяснить этот механизм экономическими терминами. Индивидуум или подгруппа, специализирующиеся на поставке определенного товара, могут рассматриваться как подсистема всего социального организма. Взамен своего "продукта" подсистема получает плату ("обмен"), которая инвестируется в ресурсы (компоненты, сырье, энергия, люди, информация, инфраструктуры, и т.д.), необходимые для дальнейшего производства. Продукт определяет выход подсистемы, ресурсы - ее вход. Задача подсистемы внутри целого - преобразовывать вход в выход. Выход одной подсистемы служит входом одной или нескольким другим подсистемам, которые в свою очередь подводят свои выходы к третьей линии систем, и так далее. Таким образом, все подсистемы связаны друг с другом через входы и выходы, совместно они образуют огромную сеть процессов, питающих один другого как было показано на рис. 1. Если всемирная система автопоэзийна, тогда эта сеть будет замкнута на себе, будет обмениваться только небольшим количеством сырья с окружающей средой и изнашиваться вместе с ней. Но прежде чем анализировать эволюцию всемирной сети, мы должны рассмотреть развитие ее отдельных звеньев.

Отношения системы с окружением определяются тем, что она получает на входе и производит на выходе. Если несколько различных систем конкурируют в выполнении одной функции, тогда наиболее приспособленные выживут, а все прочие будут устранены. Даже если только одна система способна выполнить данную функцию (например, правительственная организация или коммерческая монополия), все равно на нее будет оказываться давление со стороны ее окружения, заставляющее систему повысить свою эффективность. Это означает, что если система подвергнется изменениям, сохраняются только самые продуктивные ее варианты, тогда как менее полезные подвергаются дальнейшим изменениям. Таким образом все подсистемы или компоненты в сети производственных процессов находятся под постоянным давлением отбора с целью увеличить их "производительность".

С точки зрения целой сети все ее компоненты постоянно адаптируются друг к другу под влиянием дифференциации и отбора. Сеть в целом приспособляется к окружающей среде, но это имеет лишь косвенное влияние на ее подсистемы. Если мы проигнорируем относительно небольшое действие мировой окружающей среды, то эволюцию сети можно, в таком случае, рассматривать как самоорганизацию [20] или "сетевой выбор" [32], ее развивающиеся совместно компоненты адаптируются друг к другу, таким образом повышая общую эффективность и связность сети даже в отсутствие отбора, происходящего во внешней среде. Ни один компонент не может проигнорировать это развитие ради собственного блага, так как все компоненты из-за своей специализации зависят друг от друга, как уже обсуждалось ранее. И ни одна подсистема не может отказаться от специализации, потому что тогда она не сможет соперничать с более преуспевающими конкурентами.

Все возрастающее разделение труда ведет к *дифференциации* компонентов системы в более специализированные подвиды. Увеличивающаяся зависимость этих подвидов от остальной системы для того, чтобы возместить те способности, которые были утеряны из-за специализации, ведет к повышению *интеграции* и сплоченности. Дифференциация и интеграция вместе ведут к *усложнению* [32] мировой системы и к большей независимости ее от окружающей среды. Положительная обратная связь между интеграцией и дифференциацией ведет к ускоряющемуся развитию сложной организации из совокупности первоначально простых компонентов. Это *метасистемный переход* [24, 60], эволюционное возникновение кибернетического организма высшего порядка. Это чем-то похоже на фазовые переходы вещества, такие как кристаллизация, намагничивание или конденсация, характерные для самоорганизующихся физических систем. Эта же движущая сила лежит в основе эволюции от простых клеток до многоклеточных организмов и обществ, состоящих из отдельных индивидуумов.

Ускоряющаяся дифференциация и интеграция общественных компонентов особенно поражают в наш век глобализации. Для индивидуумов, групп или стран становится все более сложно отстраниться от участия в мировой экономической и политической системе. Если кому-то и удастся осуществить это, как, например, нескольким примитивным племенам, все еще обитающим в джунглях Амазонки, то только благодаря тому, что мировое сообщество искусственно пытается сохранить их образ жизни как своего рода реликвию прошлого. В то же самое время общество все усложняется, появляются различные компании, организации и институты, снабжающие друг друга многочисленными товарами и услугами, взаимодействующие посредством широких сетей обмена и влияния и подчиненные все более сложным системам стандартов и правил.

Возрастающая сложность - скорее всего следствие развития [32], его двигатель - увеличение эффективности или производительности, которые сами по себе вызваны процессом оптимизации управления, и, что более важно, требованием повышения приспособленности к окружающим условиям. Компонент в социальной сети будет лучше подходить окружающей его среде, если он сможет произвести больше требуемого продукта, при этом оставаясь менее зависимым от поступления необходимых ресурсов. В частности, пригодный компонент должен быть в состоянии поддерживать постоянной свою работу в условиях переменного поступления ресурса, например, резервов или смены метода производства для работы с разными ресурсами. Иными словами, каждый компонент должен хорошо управлять своей работой. Возможный получатель продукции не заботится о том, как ее создавали или какое сырье использовалось, если его удовлетворяет качество. Это означает, что если потребитель найдет эквивалентные продукты, чья себестоимость из-за других методов производства окажется ниже, он сменит поставщиков, *минуя* всю цепь производственных процессов прежнего поставщика. Например, на рис. 1 компонент *h* выполняет ту же самую функцию для компонента *l*, как *j*

и k, и поэтому l может "предпочесть" длинному процессу $i \rightarrow j \rightarrow k \rightarrow l$ более короткий $i \rightarrow h \rightarrow l$.

Рассмотрим более конкретный пример. Компания, которой требуется быстрое и постоянное снабжение информацией, в целом не интересуется, поступают ли эти сведения через письменные сообщения, компакт-диски или коммуникационные сети. Если она может получить нужную информацию через электронную почту, она прервет свои контакты с организацией, которая может предоставлять сведения только на бумаге и, таким образом, минует целую цепочку операций, которые преобразуют новости в печатную продукцию, перевозят эту продукцию через континенты и доставляют к дверям компании. Вместо требуемой цепочки, состоящей из трех организаций, одна - по сбору новостей, вторая - по распечатке документов и третья - по доставке информации, компания теперь будет иметь дело только с одной из них, в которую поступают новости и которая распространяет их по сети.

Такой подход значительно упрощает структуру из-за отсутствия в ней излишних стадий обработки информации. Наиболее распространенным путем развития станет усложнение путем создания новых продуктов и услуг. Каждое не полностью удовлетворенное требование или каждый не до конца использованный ресурс определяет *нишу*, внутри которой мог бы развиваться новый вид подсистемы. Например, большое количество виноградных косточек, оставшихся после производства вина, является ценным сырьем, из которого могут быть получены вещества, используемые для лечения расстройств кровообращения. Помимо виноградных косточек это ценное лекарство можно производить из более редкого сырья с большими финансовыми затратами. Эта новая подсистема сама создаст спрос на определенную продукцию или услуги (растворители и устройства для извлечения необходимых веществ из виноградной косточки) и обеспечит поставку необходимых на рынке продуктов (многие люди все еще не уверены в полезных свойствах экстрактов из виноградных зерен, и эти свойства должны быть еще подтверждены исследованиями). Поэтому занятие ниши само по себе создаст ряд новых ниш, предоставляя возможности для развития новых подсистем [32, 65].

Описанная нами динамика применима ко всем сложным системам, которые можно анализировать как сеть взаимодействующих подсистем: рынки, экосистемы, организмы, цепочки химических реакций, нервные системы и т.д. Некоторые авторы, рассматривающие сложные адаптивные системы, предлагали компьютерное моделирование различных аспектов эволюции сети. Следует особо отметить модели автокаталитических химических реакций Кауфманна [40] и "алгоритм пожарной команды" для эволюции правил в когнитивной системе Холланда [38]. Особенно интересны сетевые системы, которые достигают организационной замкнутости. По утверждению Кауфманна именно возникновение замкнутости характеризует происхождение "живых систем" или организмов. Однако, поскольку все вышеизложенное предполагает, что общество уже достигло основной формы замкнутости, теперь мы уделим внимание реальному воплощению сетевой динамики в современном обществе.

Увеличение производительности в социальном обмене веществ

Теперь, когда мы имеем общее качественное понимание эволюции общественной системы, мы можем более детально рассмотреть количественное развитие некоторых ее компонентов. Как было отмечено на подсистеме оказывается давление с целью повышения их производительности, то есть создания большего количества продукции с улучшенным качеством при меньшем потреблении ресурсов. Эту тенденцию легко обнаружить и в обществе: рабочие, инструменты, технологии и организации с течением времени становятся более производительными. Повышенная продуктивность означает, что для производства того же количества товаров требуется меньше усилий и сырья. Б.

Фуллер [7] называл эту тенденцию производством большего при меньшей "эфемерализации" (см. также [34]). Пожалуй, наиболее наглядной иллюстрацией технологического прогресса служит закон Мура, утверждающий, что скорость микропроцессов удваивается каждые восемнадцать месяцев, а цена в два раза падает за то же время. Это улучшение происходит из-за уменьшения размеров компонентов, так что лучший результат достигается при использовании меньшего количества сырья. Эфемерализация объясняет твердые или резко падающие цены (в условиях высокой инфляции) на физические ресурсы и энергию, несмотря на редкие поставки. Падение цен очевидно, если стоимость сырья выражается как процент от среднего уровня доходов [54]. Чем более развито общество, тем меньше тратят его члены на основные ресурсы, такие как еда, энергия и материалы.

Эффективность возрастает не только при добыче, переработке и производстве, транспортировка людей, товаров и услуг становится все быстрее и экономичнее. Несколько десятилетий назад межконтинентальные перелеты были роскошью, которой пользовались лишь немногие избранные. Сегодня, люди из развитых стран регулярно летают в другие страны на отдых или по делам. Более того, глобализация торговли означает, что все большее число товаров перевозится по земному шару на кораблях, самолетах или через трубопроводы, низкая себестоимость товаров делает не выгодным производство их на местах.

Основная характеристика эфемерализации заключается в том, что все большее количество функций автоматизируется, то есть человеческая работа заменяется более эффективными технологическими системами. Поначалу только физическая работа заменялась работой машин, но в последнее время автоматы выполняют все больше и больше операций, требующих умственного напряжения. В этой области еще очень многое может быть сделано. Например, перевозки пока еще широко контролируются людьми: водителями, штурманами или пилотами. Несмотря на высокую производительность современных магазинов, необходимость ехать в плотном потоке машин, искать место для парковки, заходить в магазин, выбирать товары, оплачивать их в кассе, относить их в машину и отвозить все назад домой делает малоэффективным путь от распространителя до потребителя. В настоящее время совершается большой прорыв в области электронных магазинов, позволяющих заказать и оплатить товар автоматически, через компьютерную сеть. Однако, даже для этого требуется загрузить грузовик товарами, привезти их к вам и разгрузить машину.

В городских районах с высокой плотностью населения было бы очень разумно построить автоматическую распределительную сеть, которая связывала бы дома и склады через туннели. Контейнеры, которые роботы нагружали бы товарами, затем перевозились бы по "транспортным поясам" и автоматически останавливались бы перед домом, откуда был сделан заказ. Это бы значительно уменьшило затраты человеческих ресурсов, перегруженность дорог, расход энергии и загрязнение окружающей среды. Разумеется, строительство подобной сети туннелей под поверхностью улиц и зданий потребует огромных инвестиций, и, тем не менее, это не будет сложнее или дороже, чем развитие скоростных автомагистралей, железных дорог, канализационных систем и коммуникационных сетей. Прототипы подобных распределительных систем уже проверяются в Нидерландах, стране с высокой плотностью населения. Такие автоматические сети туннелей стали бы реальным эквивалентом кровеносной системы человека.

Уменьшение трения

Эффект движения сети в направлении увеличения производительности проявляется в том, что материалы, энергия и информация обрабатываются и переносятся по социальному

организму гораздо быстрее. Это можно объяснить устранением трения. Любое передвижение компонентов сопровождается трением. Трение вызывает силу противодействия, которая рассеивает энергию и поэтому замедляет движение, вплоть до его остановки. Шум играет схожую роль в передаче информации, в процессе прохождения по шумным линиям часть информации теряется.

Устранение шума или трения должно благотворно сказаться на процессах протекающих в системе. Однако это может вызвать нежелательные последствия. Так обледенелая поверхность создает меньше трения, чем земля или асфальт. Именно поэтому лыжник развивает большую скорость и сохраняет ее в течение более длительного промежутка времени, нежели бегун. Тем не менее, ходить по льду труднее и опаснее, чем по асфальту - если вы начали скользить, у вас остается очень мало шансов остановить вышедшее из-под контроля движение.

Сходным же образом, техника сглаживает или смазывает все механизмы общества. Передвижение информации и материалов осуществляется свободно, с маленькими потерями или сопротивлением. Но это применимо и к нежелательным процессам. В последнее время стало очень легко перевозить оружие, наркотики или отравляющие вещества, например, плутоний или пестициды. Если такое движение началось, оно протекает очень быстро, сводя на нет практически все попытки своевременно противостоять ему. Например, эпидемия может распространиться гораздо быстрее в мире, где люди перемещаются очень быстро. В античности любому заболеванию понадобились бы десятилетия, чтобы достигнуть соседней страны, не говоря уже о другом материке. Сейчас, СПИДу потребовалось лишь несколько лет, чтобы распространиться по всему земному шару. Компьютерные вирусы - более современный вариант той же самой проблемы, чем быстрее и легче передается информация с одной машины на другую, тем скорее распространяются вирусы.

Снижение трения в особенности опасно для самоусиливающихся (с положительной обратной связью) процессов. Типичным примером такого повторяющегося процесса может служить игра на бирже, где покупающие брокеры приобретают больше (вызывая "взрыв"), а брокеры-продавцы увеличивают продажи (становясь причиной "обвала"). По этой причине процессы в современном обществе с низким уровнем трения стали менее устойчивыми, возросла вероятность катастроф.

С другой стороны, уменьшение трения также повышает эффективность отрицательной обратной связи, которая свойственна процессам регуляции. Сигналы о небольших отклонениях быстрее и легче приводят к соответствующим реакциям, исправляя отклонение прежде, чем оно возрастет. Еще один пример из области рыночных отношений: отрицательная обратная связь между предложением и спросом на нормальном рынке повысит эффективность при уменьшении трения, цены быстро упадут, когда увеличится предложение или сократится спрос, а рост цен быстро повлечет за собой увеличение производства для того, чтобы удовлетворить спрос. Этот феномен, вероятно, лежит в основе низкого уровня инфляции и удивительной стабильности, присущей возникающей "новой экономике", которая, зарождается вместе с глобальными коммуникационными сетями.

В ближайшее время стоит ожидать появления нового механизма регуляции, направленного на снижение нестабильности из-за низкого уровня трения и положительной связи. Таким образом, если мы сможем избежать катастроф в ближайшие несколько лет, уменьшение трения повысит надежность общественного автопозиса.

Глобализация и организационная перестройка

Между тем, уменьшенное трение будет сильно влиять на непрекращающуюся самоорганизацию социо-экономического организма. В начале, это приведет к повышению "*ликвидности*" на рынках, капитал будет способен легко и довольно быстро перетекать из одной инвестиции в другую. Это облегчит создание новых предприятий, обеспечивающих дополнительными товарами и услугами. При этом ускорится всеобщее стремление к дифференциации и нововведениям, появление значительного числа специализированных поставщиков.

Во-вторых, увеличится *конкуренция*, ранее, она была значительно стеснена географической близостью. Производитель или поставщик услуг, проживающий в отдаленном регионе, не мог соперничать с местными торговцами из-за высокой стоимости товаров или услуг. Сущность экономической глобализации заключается в том, что на сегодняшний день расстояния ничего не добавляют к цене, и поэтому конкуренция становится мировой. Это означает, что не многие из ближних поставщиков требуемых товаров способны выжить в условиях подобной конкуренции. Для тех областей бизнеса, где размер предоставляет преимущество, это приводит к слиянию компаний, производящих одну и ту же продукцию. В некоторых секторах производства (например, операционных систем для компьютеров) это может даже привести к созданию мировых монополий.

Объединение будет компенсироваться другой тенденцией, *outsourcing*. Для того, чтобы объяснить это понятие, мы должны рассмотреть, почему люди при производстве объединяются в организации. Организацию можно определить, как систему индивидуумов с различными навыками и специализацией, которые сотрудничают во имя общей цели, в тоже время, конкурируя в целом с другими организациями. С точки зрения чистой рыночной логики, может показаться странным, что эти индивидуумы объединяются в жестко организованную структуру вместо того, чтобы оказывать свои услуги отдельным потребителям. Высказывалось мнение, что организации возникают для того, чтобы свести до минимума *расходы на производство*. Когда два компонента в социальной сети занимаются обменом товаров или услуг, это требует от них определенных усилий в дополнение к средствам, затраченным на производство товаров. Им необходимо провести исследования рынка, сравнить различных поставщиков, обменяться сведениями о товарах и услугах, которые они предоставляют или требуют, построить надежные отношения, подписать контракт, создать канал для обмена и так далее. Все эти затраты можно снизить, зафиксировав отношения для того, чтобы процесс целиком не приходилось начинать заново всякий раз, когда должен состояться очередной обмен. Таким образом, организациям удастся снизить расходы на производство.

Одно из преимуществ уменьшенного трения (улучшенная коммуникация, более эффективные обмен, и т.д.) - снижение расходов на производство. Это значит, что отпадает надобность в объединении различных услуг в одну организацию. Разнообразные подсистемы более крупной структуры могут обрести большую автономность, обмениваясь товарами и услугами через различные гибкие каналы, а не посредством жестких структур. У подобного развития имеется много преимуществ. Рассмотрим это на примере типичной сложной организации - больницы [19].

Основная функция больницы - лечить пациентов. Однако для достижения этой цели поликлиника должна выполнять и ряд других действий, таких как поддержание инфраструктуры, обеспечение пациентов, сотрудников и просто посетителей питанием, уборка помещений и т.д. Поскольку все эти функции имеют мало общего с первостепенной целью лечить больных, руководство больницы будет уделять гораздо меньше внимания надзору, улучшению и развитию методов решения этих задач. Но тот факт, что эта работа все-таки необходима для выполнения основной задачи, означает, что выполнять ее будут подсистемы той же самой организации. Повара, техники и уборщики являются такими же работниками больницы, как врачи и медсестры.

Снижение расходов на производство свидетельствует о том, что теперь ряд функций могут выполнять независимые организации, обладающие эффективным и надежным каналом обмена с больницей, и поэтому способных незамедлительно и адекватно реагировать на каждое требование, но при этом им не нужно находиться в прямом подчинении больнице. Например, уборка больничных помещений может быть поручена специальной фирме, занимающейся уборкой. Такая фирма способна выполнять эту работу для множества больниц и прочих учреждений. Она может располагать большим штатом уборщиков, специальных продуктов и машин для того, чтобы своевременно реагировать на спрос, не нанимая дополнительный персонал и не заказывая новое оборудование. Из-за того, что компания занимается только уборкой зданий, она также наверняка будет тратить часть своих ресурсов на исследование и развитие более эффективных способов уборки, нежели больница. Наконец, ее сотрудники имеют лучший стимул к выполнению работ по уборке, так как это основная задача их организации в отличие от больницы, где это вспомогательная деятельность.

Такая передача определенной функции внешней организации называется "outsourcing". По похожему сценарию развиваются и другие вспомогательные функции. Например, многие организации для управления и ведения бухгалтерии теперь используют специальные фирмы. Этому способствуют современные технологии связи. В принципе, фирме, продающей какой-то товар, нужно только ввести в компьютерную сеть количество проданных единиц и полученные деньги, а специальная фирма, используя эти данные, вне зависимости от того, где она располагается, сможет выполнить все операции по ведению счетов.

Причина, почему outsourcing увеличивает эффективность, заключается в кибернетическом принципе *функциональной автономии*. В сложной управляющей системе, состоящей из множества взаимосвязанных подсистем, выполняющих разнообразные задачи, система высшего порядка не может следить за деятельностью всех своих подсистем, так как, согласно *закону необходимого разнообразия* Эшби [3], для этого ее собственному разнообразию (сложности) нужно быть, по крайней мере, сопоставимым с разнообразием всех объединенных подсистем. Для того, чтобы уменьшить сложность принятия решений, управляющей системе следует в как можно большем объеме *передавать* эту функцию подсистемам, то есть сделать их самих ответственными за выполнение их задач. Единственное, что необходимо контролировать - это выполняют ли подсистемы свои функции, и *насколько* то, что они выполняют, соответствует им. Это и определяет функциональную автономность.

Тот же самый принцип лежит в основе эффективной организации, руководство больницы не должно беспокоить конкретный способ уборки помещений, оно должно следить только за чистотой больницы. Поэтому больнице не обязательно жестко контролировать работу уборщиков, это только осложнило бы их деятельность. Руководство должно только сообщать работникам, какие помещения надо убирать и согласно каким требованиям. Следовательно, больница может поручить выполнение уборочных работ внешней организации.

Только в случае неспособности подсистемам принять правильное решение, система высшего порядка должна вмешаться и сказать им, что следует делать. Это значит, что чем автономней подсистемы, то есть обладают большим контролем над способом выполнения своих функций, тем меньший надзор им нужен. В этом и заключена сущность *закона необходимой иерархии* Олина [4] - требуемое число иерархических уровней уменьшается при возрастании автономности подсистем или компонентов. Поскольку трение уменьшается, а эффективность и контроль возрастают, это означает, что современные организации и общество могут целиком функционировать со значительно сокращенным числом иерархических уровней, таким образом, делая восприятие и действие общей системы гораздо более эффективным [24]. Все это объясняет сегодняшнюю тенденцию к

сглаживанию иерархии. Внушительная пирамида иерархических уровней в традиционном бюрократическом обществе, таким образом, порождает слабые возможности управления и тенденцию к установлению сложного, запутанного порядка.

Совершенствование средств коммуникации, производства и контроля за всеми компонентами мирового сообщества оказывает огромное влияние на его структуру - количество организаций, выполняющих одну и ту же функцию, стремительно уменьшается по причине слияния и поражения в конкурентной борьбе, тогда как число компаний, отвечающих за различные задачи, возрастает из-за outsourcing, нововведений, специализации и образования новых ниш. В то же самое время иерархия нивелируется, а организации и индивидуумы становятся все более автономны в выполнении своих функций, но все более зависимы от социальной среды в определении, какие функции доступны. Организации становятся менее зависимы от индивидуумов или географического положения, и определяются скорее своей деятельностью или функциями. Таким образом, общество все больше напоминает сложный организм, со своими особыми клетками, органами и тканями, которые функционально автономны, но тесно интегрированы в мировую, самоорганизующуюся сеть взаимодействующих друг с другом процессов. Это явно противоречит традиционному взгляду на общество, как на группу по существу схожих людей, структур или подструктур, разделяемых географическим пространством или исторической случайностью, стремящихся к власти и для этого создающих временные союзы.

Развитие мирового мозга

В то время как в предыдущем разделе мы, в основном, обсуждали развитие компонентов, и функции обмена веществ социального суперорганизма, в данной части мы уделим внимание эволюции его нервной системы, иными словами, особой подсистемы, ответственной за передачу информации. Подобно прочим подсистемам, ее эффективность зависит от автономности, то есть, использования таких структур, как архивы, кабели и компьютеры. Ее развитие направлено на расширение таких функций человеческой нервной системы, как хранение, передача и обработка информации. Аналогично тому, как повышающаяся эффективность функций обмена продукцией и распределения ведет к глобализации экономики, так автоматизация процесса передачи информации приводит к глобализации познавательных механизмов и механизмов принятия решений человеком. Наиболее значимы в зарождающейся мировой нервной системе глобальные коммуникационные сети. На данный момент подобная сеть - Интернет, соединяющий большинство компьютеров на планете. Дальнейшее обсуждение коснется современного и будущего развития этой сети, в предположении, что она образует зачаток "мирового мозга" социального суперорганизма.

Предмет нашего обсуждения - не отдельные функции, реализуемые посредством Интернет, большая их часть может выполняться прочими средствами массовой коммуникации - факсами, сотовыми телефонами, цифровым телевидением или конкурирующими видами компьютерных сетей. Очевидно что, все эти конкурирующие методы обмена информацией постепенно интегрируются в Интернет, по причине его общей гибкости и возможности создания единого интерфейса. Это значит, что исторические случайности, создавшие определенные стандарты для различных типов связи, со всеми своими выгодами и недостатками, будут все менее и менее важными в определении строения нервной системы общества.

В обществе телекоммуникационные каналы играют роль нервов, передающих сигналы от органов чувств к органам действия (Турчин [60]). У большинства животных нервы образуют сложную сеть переплетений - мозг, где обрабатывается поступающая в организм информация. После изобретения в XIX столетии телеграфа и телефона, а в первой половине XX радио и телевизора, в последние десятилетия особенно стремительно наблюдается развитие сложных коммуникационных сетей. В то время как традиционные средства коммуникации напрямую связывают посылающее устройство и приемник, сетевые средства имеют сложное перекрестное соединение между информационными каналами, позволяющее объединять информацию из различных источников, прежде чем она попадет в приемное устройство. Более того, тот факт, что отдельные узлы цифровой сети контролируются отдельными компьютерами, как мозг состоит из отдельных нейронов, позволяет усилить аналогии между сетью и мозгом. Это и привело к уподоблению мировой компьютерной сети "всемирному мозгу" (Рассел [52]; Майер-Кресс и Баркзис, [45]; Хейлиген и Болен, [23]).

В организмах эволюция нервной системы характеризуется серией *метасистемных переходов*, порождающих высшие уровни иерархии управления (Турчин, [60]; Хейлиген, [33]). Уровень, где органы чувств напрямую соединены с исполнителями нервными волокнами, называют уровнем *простых рефлексов*. Только на следующем уровне *сложных рефлексов*, где нервные волокна переплетаются согласно некой схеме, мы начинаем распознавать признаки элементарной мозговой деятельности. Теперь я попробую доказать, что современная мировая компьютерная сеть находится на грани перехода к следующим уровням развития, *обучению*, для которого характерна автоматическая адаптация соединений, *мышления* и возможно даже *метарациональности*. Эти переходы резко увеличат силу, интеллект и незаменимость сети.

Современная мировая компьютерная сеть уже задействовала миллеровские функции канала и сети (распределение информации), памяти (хранение данных), органа чувств (сбор информации, например, ввод с клавиатуры, автоматические датчики), действия (использование сети для активации процессов на расстоянии, например, с помощью сообщений электронной почты, требующих выполнения определенных заданий, управляемого на расстоянии оружия, электронных заказов товара, и т.д.), и даже расшифровки (обработка информации с целью облегчения ее интерпретации, например, "datamining" - поиск необходимых клиенту сведений в большом пласте информации) (см. Хейлиген, [31]; Хейлиген и Болен, [23]). Помимо памяти, канала и сети, на сегодняшний день большая часть этих функций только минимально присутствует в сети, по крайней мере, по сравнению с их присутствием вне электронной среды. Однако должно быть ясно, что переход большей части этих функций в Интернет - это только вопрос времени, так как нет никаких видимых технических препятствий для этого.

Обучение и мышление

Менее очевидна автоматизация функций ассоциации и принятия решений, соответствующих высшим познавательным функциям, которые мы обычно ассоциируем с разумом. Последние мои разработки и работы моих коллег (например, Хейлиген, [31]; Болен и Хейлиген, [6, 23]) приводят доказательства того, что подобные формы творческого мышления могут напрямую поддерживаться сетью, без человеческого надзора. Это даже не требует сложных программ по созданию искусственного интеллекта, достаточно поддержать самоорганизацию информационных потоков в сети, таким образом, повышая коллективный разум, интеллектуальные возможности которого должны быть больше простой суммы сознаний пользователей сети [31]. В настоящей статье я не ставлю своей целью обсуждение технических деталей возможного воплощения подобных технологий. Я хотел бы рассмотреть основные принципы, и показать возможность повышения эффективности познавательных процессов в сети.

Основная роль функции ассоциации - установление новых связей между понятиями. Документы в интернет соединяются [23] посредством специального языка разметки гипертекста (HTML). До сего момента создание связей происходило вручную, это делали создатели документов, выбирая, на какие материалы следует ссылаться. Но число релевантных документов в сети очень велико, и человеку очень сложно создать достаточно полный набор ссылок. Это осложняет пользователю поиск в сети при движении по ссылкам. Поисковые машины, которые находят материалы, содержащие определенные ключевые слова, только частично решают эту проблему, поскольку наличие ключевых слов в документе не гарантирует его соответствие запросу пользователя.

В мозге человека процесс обучения основывается на правиле Хеба [13] для нейронных сетей: синаптическая связь (проводимость синапсов) между нейронами усиливается, если они одновременно активируются в течение определенного промежутка времени. В гипертекстовой сети эквивалент нейронов - это документы или страницы, а эквивалент активации - использование или чтение материалов одним и тем же человеком за короткий период. Чем больше людей внимательно прочтут документ В вскоре после того, как они просматривали документ А, тем сильнее должна стать связь между А и В. У документов имеющих ссылку друг на друга, но которые редко используются вместе, связь должна ослабнуть и возможно даже исчезнуть. Чем больше люди пользуются сетью, переходя от одной страницы к другой с помощью ссылок или поиска, тем быстрее сеть сможет создать крепкие связи между документами, которые пользователи считают наиболее сходными. Поскольку каждая страница косвенно соединена с любой другой страницей в сети, это значит, что очень похожие страницы рано или поздно создадут сильную связь. Применение подобной концепции в интернет позволят перестроить гипертекстовую сеть из громоздкого объединения слабо связанных документов в связную ассоциативную структуру, схожую с нервной сетью, образующей наш мозг (Хейлиген и Боллен, [23, 31]).

Получив, таким образом, ассоциативную сеть документов, следующей задачей будет использование этой сети для того, чтобы решать проблемы или отвечать на запросы. Этот процесс может быть назван "мышлением". Можно предложить реализовать его в сети по аналогии с другим нейронным механизмом - *распространения активации*. Если в мозге определенные понятия (или соответствующие группы нейронов) активированы - из-за перцепции или предшествующего осознания ситуации - тогда эта активация распространится на соседние понятия, следуя по каналам связи пропорционально степени их ассоциативной связи. Это задействует новые понятия, которые в свою очередь могут активизировать другие похожие понятия и так далее, поддерживая постоянную работу мысли. Распространение активации в сети может осуществляться с помощью программных агентов - программ, которые, получив понятия, определяющие проблему, находят наиболее подходящий к данному запросу материал и затем исследуют связи от него, активизируя соседние страницы в соответствии с первоначальной активацией и силой связи.

Преимущество данного подхода заключено в том, что проблему не обязательно определять конкретными ключевыми словами, так как активация автоматически распространится на ту страницу, которая содержит другие ключевые слова, но все еще близка к первоначальной формулировке. Например, в прототипе нашей обучающейся сети (Боллен и Хейлиген, [6]) активация понятий "здание", "работа" и "бумага" сразу же выдаст слово "офис" как наиболее близкое. Это больше похоже на то, как наш мозг решает сложные задачи с помощью интуиции и ассоциации, чем на работу традиционных программ искусственного интеллекта, решающих проблемы при помощи логической дедукции.

Функция принятия решений

Другая функция, требующая автоматизации - это функция принятия решений. Имея информацию о ситуации, полученную посредством органов чувств и восприятия, а также цели или систему ценностей, организм, задействовав процесс мышления, ответственный за принятие решений должен выбрать наиболее адекватные действия, которые приведут из имеющейся ситуации к желаемой. Мы уже показали, что для социального суперорганизма "цель" или ценность возникает из коллективного требования обществу.

Очевидно, что сетевые технологии можно использовать для поддержания рыночного механизма определения оптимальной цены на товар. Разработаны программы для того, чтобы автоматически сравнивать цены на любое наименование в различных электронных магазинах, и таким образом находить наилучший вариант для потребителя. Это заставляет поставщиков незамедлительно снижать цены на представленные в избытке товары. С другой стороны, появились и онлайн аукционы, где потребители со всего мира могут торговаться за необходимые товары. Таким образом, цены на редкие товары, если предложение не удовлетворяет спрос, повышаются. Два механизма, один исследующий спрос, а другой - предложение, могут ускорить процесс уравнивания цен, чтобы оптимально отразить баланс между спросом и предложением. Доступность цен в сети на всевозможные товары и услуги будет подталкивать поставщиков к вложениям в те товары, где разница между спросом и предложением наиболее высокая.

Не ко всему применим критерий цены, как показатель качества и востребованности, многие важные понятия (дружба, идеи, красота...) свободны от него. Но и здесь можно использовать сеть. Легче всего проиллюстрировать это на примере документов содержащих определенную информацию, и размещенных в сети. Предположим, вы нашли ряд страниц, где излагаются разные способы лечения простуды. Какую из них вы выберете? В обществе эта проблема решается обращением к *авторитету*, некоторые источники информации (например, ваш доктор или медицинская энциклопедия) считаются более надежными, чем другие (например, ваш сосед или семейный журнал). В сети, где выбор информации огромен, крайне разнообразен по происхождению и постоянно меняется, традиционные способы определения авторитетности (академические степени, репутация и т.д.) не работают. В сети помощь в определении авторитетности источника, может оказать анализ топологии ссылок между документами.

Главная идея заключена в том, что документ или сайт считаются авторитетными, если на них ссылаются другие страницы, точно признанные авторитетными. Хотя это определение и может показаться замкнутым циклом, оно воплощается с помощью рекурсивного алгоритма, позволяющего определить "авторитетность" источника после нескольких последовательных итераций. Были разработаны две вариации этого метода: PageRank (Брин и Пейдж, [12]) подсчитывает общий авторитет документа, в то время как HITS (Клейнберг, [11]) определяет авторитет для конкретной темы (например, для документов, касающихся простуды и респираторных заболеваний). Оба удивительно хорошо работают на практике, и будут функционировать еще лучше, если ссылки между документами в сети будут постоянно оптимизироваться с учетом предпочтений пользователей, как это было описано нами выше.

В принципе, подобные алгоритмы могут определять "авторитет" не только страниц или сайтов, но и идей, людей, услуг или организаций, на которых ссылается сеть. Вообще, они предлагают пользователям автоматические средства определения ценности чего-либо, не требуя от людей желания платить за это деньги. Однако недостаток заключается в том, что средняя ценность, установленная для одной группы, может существенно отличаться от специфической ценности конкретного пользователя. Например, ваш вкус в музыке может значительно расходиться со вкусами средне статического слушателя, и поэтому вы сочтете не очень ценными наиболее популярные записи. Но вам будет интересно

услышать рекомендации от людей, чьи вкусы близки к вашим. Подобные личные рекомендации тоже можно автоматизировать, используя набор технических приемов, известных как "групповая фильтрация" (collaborative filtering) (Шардананд и Маес, [15]; Хейлиген, [31]). Основной принцип, используемый в подобных технологиях, базируется на том, что система записывает личные предпочтения множества людей, а затем советует пользователю совершить выбор (например, музыкальные записи, сайты, кинофильмы), наиболее востребованный людьми со схожим с ним вкусом. Эта система может помочь даже при создании личных отношений, исходя из простого предположения, что люди, имеющие взгляды и друзей сходных с вашими, смогут и с вами хорошо ладить.

Четкое определение, какие продукты или услуги требуются в данный момент, вполне тривиальный аспект функции принятия решений. Основа этой функции в использовании сведений об осознанной ситуации, целях и ценностях для того, чтобы выбрать адекватные действия. Это сложнее всего воплотить в сети, хотя уже имеется ряд примеров. Так, в программу поиска на подобии Google (<http://www.google.com/>) можно вводить ряд ключевых слов, описывающих характерные черты проблемы. Она найдет документы, которые не только обсуждают эти симптомы, но обладают и высокой ценностью согласно алгоритму PageRank. Поэтому, найденные материалы, вполне вероятно, смогут предложить реальное решение, если подобное решение известно, и если проблема верно описана подходящими ключевыми словами. Требование четкого описания отпадает, если в систему будет включен алгоритм, основанный на распространении активации, описанный выше. Система решения проблем станет еще более смысловой, если интернет будет организован в форме семантической сети, где страницы и части страниц будут классифицированы и связаны друг с другом в соответствии с онтологией видов понятий и связей, как задумано для сети в новом стандарте XML. Это позволит системе производить логические заключения, выводя те аспекты проблемы, которые не были введены пользователем (Хейлиген и Боллен, [23]; Хейлиген, [31]). Например, если пользователь опишет симптомы заболевания своего пуделя, система автоматически сделает заключение, что, поскольку пудель - это собака, нужно поискать подобные симптомы в документах, описывающих собачьи болезни, даже если в них не упомянуты пудели.

В идеале, функция принятия решений в сети напрямую будет связана с функцией выполнения, так чтобы действия не только автоматически выбирались, но и выполнялись. Например, программа может не только собрать сведения о доступных товарах и разумных ценах для того, чтобы выбрать "наилучшую покупку", но также способна и заказать выбранный товар.

Объединение индивидуумов в мировой мозг

С точки зрения обмена веществ мирового суперорганизма большинство индивидуумов уже включены в него, они полностью зависимы от общества в плане жилья, энергии, пищи, воды, здоровья и удаления отходов. Даже рождение нового человеческого создания сегодня трудно представить без сложной социально-технической инфраструктуры - больниц, врачей, медсестер и оборудования. В интеллектуальном отношении люди также получают большую часть информации, знаний и ценностей от окружающей их социальной системы. Однако, обмен информацией между индивидуумом и суперорганизмом происходит достаточно медленно и малоэффективно, в отличие от того, как это происходит в человеческой нервной системе. С другой стороны время, затрачиваемое человеком на получение питания от суперорганизма (например, при посещении ресторана быстрого обслуживания) не больше, чем время, необходимое для того, чтобы пища была усвоена организмом в результате обмена веществ.

Относительная неэффективность передачи информации в скором будущем будет ликвидирована. Для того, чтобы эффективно использовать познавательные способности

мирового мозга, границы между внутренним и внешним сознанием должны быть максимально размыты. Молниеносное распространение беспроводных коммуникаций, портативных устройств, и вскоре "ubiquitous computing" (Вейзер, [10]) предвещает возможность постоянного сетевого соединения в любой точке мира. Зарождаются технологии "переносных компьютеров" (Старнер, [57]) - маленьких, но с высокими вычислительными мощностями. Подобные компьютеры будут всегда под рукой, например, прикрепленные к одежде. Пользователи могут носить специальные очки, предоставляющие доступ к информации с компьютера, проецируя визуальное отображение данных на картину реального мира. Таким образом, компьютер может постоянно снабжать человека сведениями об окружающей среде и предупреждать его, например, о поступлении срочных сообщений.

Подобные компьютеры будут использовать мощные мультимедийные интерфейсы. Это позволит им использовать весь диапазон восприятия человека - 3-х мерное изображение, звук, осязание для облегчения получения им информации. Дополнительные средства распознавания речевых и жестовых команд облегчат ввод информации. Например, к переносным компьютерам подсоединяются крошечный микрофон и перчатка или устройство, носимое в кармане, с помощью которого пользователь может соответственно говорить, передвигать курсор или манипулировать виртуальными объектами.

Достаточно легко представить себе еще более прямое соединение мозга и сети. Уже проводились эксперименты (Уолпо, [66, 67]), в ходе которых люди передвигали курсор по экрану компьютера, просто *думая* о нем, их определенные мозговые импульсы (такие как "вверх", "вниз", "вправо", "влево") регистрировались сенсорами и обрабатывались специальным программным обеспечением, превращающим эти импульсы в машинные команды. Также проводятся исследования по *нервным интерфейсам*, которые обеспечивают прямую связь между нервными клетками и компьютером (Кнэпп и Лустед, [41]). Если такие прямые интерфейсы станут более мощными, то это позволит человеку лишь задуматься о задаче, чтобы компьютер предложил возможные решения и соответствующие действия были выполнены. В этом случае, граница между познавательными процессами индивидуальными и внутри мирового мозга была бы лишь теоретической, что позволило бы осуществить интеграцию индивидуума в суперорганизм не только физически, но и ментально (Хейлиген и Боллен, [23]).

Обсуждение

В настоящей статье я попытался обрисовать эволюционно-кибернетическую модель общества и ее развитие, рассматриваемое, как зарождение мирового суперорганизма. Модель позволяет по-новому взглянуть на несколько проблем таких как: расширение рынков, компьютерные сети и электронная экономика, и, следовательно, лучше понять, что происходит в нашем сложном, быстро изменяющемся обществе. Более того, модель дает общие, качественные прогнозы в следующих областях: реструктуризация организаций, повышение эффективности управления экономикой, производством, обработки информации и услуг, интеграции и дифференциации в мировой социально-экономической системе и появление сложного коллективного разума для принятия решений и выполнения задач, обеспечиваемого компьютерной сетью. Понадобится еще много лет и дальнейший сбор информации прежде, чем мы узнаем, окажутся эти прогнозы верными или нет.

На данный момент, более полезно оценить эту модель, обсудив наиболее общие вопросы, поднятые органическим взглядом на общество. Это позволит нам показать, что мировая интеграция не только желательна, но и фактически неизбежна.

Тоталитарный контроль, коллективизм или свобода?

Как уже упоминалось во введении, основным недостатком модели суперорганизма является тот факт, что люди склонны относиться к ней, как к тщательно замаскированной системе, пропагандирующей коллективизм и тоталитаризм. Использование таких слов, как "контроль" и "коллективный" вызывает ассоциации со сталинизмом и жестким подавлением индивидуальной свободы. Эти негативные ассоциации можно понять, но они в корне неверны. Социальная эволюция, которую я обрисовал, демонстрирует скорее дальнейшее расширение свободы, индивидуализма, демократии и децентрализации, нежели их сужение (Хейлиген и Бернхайм, [21, 22]). Эти процессы можно прямо объяснить механизмами дифференциации, которые открывают гораздо больше возможностей для индивидуума выбирать образование или работу, а также уменьшением трения, что повышает общую свободу движения.

Дополнительный механизм интеграции можно рассматривать как источник новых ограничений, но он скорее сдерживает свободу слишком могущественных индивидуумов - таких как диктатор или теневой магнат - и организаций для того, чтобы оградить систему от разрушения, нежели покушается на свободу и амбиции обычных людей. Мировая интеграция означает возрастание взаимной зависимости различных организмов, и, таким образом, невозможность одной организации доминировать над другими. Это возмущает тех, кому есть, что терять, но должно приветствоваться менее власть имущими. (Это может объяснить общее недоверие к мировым институтам, таким как ООН, в наиболее сильной на данный момент стране - США).

Исторически тоталитарные режимы, например, гитлеровская Германия, режим Саддама Хусейна в Ираке, Сталина в СССР, были результатами желания одного человека или группы избранных обрести и удерживать власть и привилегии за счет остального населения, лишая его возможности подвергнуть сомнению эти привилегии. Механизм, лежащий в основе подобных государственных систем - это культ личности, опирающийся на власть социальных структур (см. Хейлиген и Кемпбелл, [24]). Кроме более изощренных методов пропаганды и контроля, тот же самый тип грубой, централизованной организации можно обнаружить в королевствах и империях античности и средних веков.

Насколько тоталитарные общества основываются на идеологии или жесткой политической системе, настолько они отличаются от самоорганизующейся, кибернетической системы - организма, о которой мы говорим в данной статье. Как писал кибернетик и диссидент Валентин Турчин [61], в советской системе недоставало основного компонента кибернетического управления: обратной связи. Вместо распределенной по системе обратной связи, постоянно адаптирующейся к изменяющимся обстоятельствам, советская экономика базировалась на строгой, механической структуре команд сверху - вниз, с минимальным вниманием к тому, какой эффект оказывают эти команды в реальной жизни. Это привело к хорошо известной "проблеме подсчета", когда комитет по центральному планированию не мог определить, сколько ботинок на левую ногу необходимо произвести, чтобы удовлетворить спрос населения. Результатом экономической неэффективности стал крах советской системы.

Акцент на распределенное управление в данной статье не подразумевает, что централизация обязательно негативна, выделение управления в отдельную подсистему имеет ряд преимуществ (Хейлиген, [35]). Основное преимущество заключается в возможности придания системе управления четкой, физической формы, что делает ее более удобной для исследования и доработки. Например, управление клеткой находится в ядре ДНК. Это облегчает эволюции создание новых форм организации путем небольших изменений в ДНК. Клетка, где управление будет распределено по всем молекулам, как предполагает модель автокаталитического цикла происхождения жизни (Кауфман, [39]), может показаться более гибкой, но вряд ли разовьется в сложный механизм.

Подобным образом, хотя механизмы рыночного регулирования могут решить многие проблемы, они обладают определенными недостатками (например, "мыльные пузыри" или пренебрежение последствиями определенной деятельности, такими как загрязнение), распределенные системы нельзя исправить, заменив отдельные компоненты. Так как рынок действует, как единое целое, им может управлять только внешняя система (правительство), предусматривающая соответствующие меры регуляции (например, налоги или субсидии) (Хейлиген, [34]). Преимущество такой отдельной системы в том, что если она функционирует плохо, ее можно заменить другой (также как бездействующее правительство не выбирается на второй срок), в отличие от мирового рынка.

Отсутствие централизации является другим кошмаром, приписываемым модели суперорганизма - якобы это "настоящий коллектив", в котором все едины в мыслях и поступках и нет места личной инициативе и принятию решения. Эта точка зрения в основном поддерживается примером из мира насекомых (например, улья или муравейники), чем существующими политическими системами. Наиболее популярным подтверждением этому служит "Борг", раса киборгов, созданная воображением сценариста фантастического сериала "Звездный Путь". С кибернетической точки зрения, организации, похожие на "Борга", были бы наименее эффективны. Как отмечалось ранее, законы Эшби и Олина предполагают, что мировой организм для максимизации своего влияния на окружающую среду и повышению собственных шансов на выживание, должен увеличивать способность своих компонентов самостоятельно принимать решения. Более того, он должен поддерживать разнообразие стратегий, используемых его составляющими. Этого можно достигнуть, только если индивидуумы будут развиваться самостоятельно (см. Хейлиген, [26]), выбирать свой путь, а не слепо ориентироваться на коллективную точку зрения.

Даже в случае с муравьями, легко доказать, что колония будет эффективнее добывать пищу, если отдельные муравьи не будут пользоваться уже проложенными до них путями к пище, а будут создавать свою собственную сеть маршрутов (Хейлиген, [30]). Если человека не устраивает аналогия между человеческим обществом и обществом насекомых, то это не потому, что общество насекомых организовано по тоталитарному способу, а потому, что насекомые более глупые и бесхарактерные создания по сравнению с человеческим индивидуумом. Отдельное насекомое, чье поведение управляется несколькими простыми правилами, не становится более свободным, чем насекомое, живущее в колонии. Если бы вам пришлось выбирать, кем бы вы стали, термитом или его родственником тараканом? Стали бы вы "коллективисткой" пчелой или "индивидуалисткой" мухой? Похоже, ни один из этих вариантов не кажется привлекательным.

Конфликты и общие ценности

Другой вопрос, возникающий в связи с моделью суперорганизма, заключается в том, согласятся ли индивидуумы и их группы стать частью подобной мировой системы. В принципе, индивидуум, нация или группа наций может отвергнуть возможность интегрироваться в транснациональную социальную систему.

На уровне индивидуума этот феномен уже существует в виде бродяг, отшельников или авантюристов, которые всегда жили "вне" общества. Этот феномен всегда был незначительным, и, похоже, до сих пор остался таким. На самом деле не существует причин, почему социальный организм не может терпеть существования подобных людей или небольших групп (на пример, коммуны или изолированные монастыри), которые не вносят никакой вклад в общество и не подчиняются его правилам. Единственное условие, выдвигаемое обществом - не причинять вред тем, кто живет внутри, как в случае с

преступниками или людьми с проблемами умственного развития. На практике вряд ли значительная доля общества выберет подобную изоляционистскую форму существования. Преимущества принадлежности к обществу, например, безопасность, комфорт, возможность общения и получения знаний, медицинская помощь и т. д., слишком очевидны, чтобы ими стоило пренебрегать. Все эти преимущества с дальнейшим развитием суперорганизма будут только увеличиваться.

С другой стороны, распространенная мысль, что то, что вы потеряете в комфорте, вы приобретете в свободе, основывается на непонимании того, что такое "свобода". Без технологий и систем социальной помощи жизнь представляет собой борьбу за выживание, где вся энергия и время должны быть направлены на поиски необходимой еды и крова. Устранив необходимость постоянно бороться за свое существование, общество предоставило нам реальную свободу делать то, что мы хотим, где хотим и (в большинстве случаев) когда мы хотим, не волнуясь по поводу того, сможем ли мы выжить на следующей неделе. Технологии, такие как транспорт и системы коммуникаций, расширили нашу свободу передвижения и связи. Чем больше суперорганизм увеличивает свою дифференциацию и интеграцию, тем у нас будет больше возможностей выбирать себе профессию, или поехать туда, куда мы хотим тогда, когда мы пожелаем.

Конечно, факт принадлежности окружающей системе накладывает определенные ограничения, направленные на максимизирование синергии между взаимодействующими компонентами и минимизирование взаимных помех. Однако такие ограничения незначительно сокращают возможности. Это можно проиллюстрировать примером дорожного движения. Возможность передвигаться на собственной машине в любую точку на местности предоставляет огромные возможности, которые люди в средних веках даже не могли себе представить. Однако, для того, чтобы люди имели возможность безопасно и минимальными помехами передвигаться на своих автомобилях, они должны соблюдать правила дорожного движения. Хотя некоторые из правил, например, ограничение скорости, явно предназначены для избежания угрозы собственной жизни и жизни других, предназначение других правил менее очевидно. Например, не существует логического объяснения тому факту, что автомобили должны останавливаться на красный свет светофора, а не на зеленый, следовать по правой половине дороги, а не по левой. Эти произвольные условия становятся полезным способом управления потоком автомобилей, если все их соблюдают. Без этих очевидных ограничений вашей личной свободы, вождение стало бы гораздо более опасным и сложным, что еще более значительно ограничило бы свободу вашего передвижения. Ограничение свободы выбора в данном случае более чем компенсируется возможностью безопасного передвижения транспортных средств.

Основная проблема таких правил в том, что каждый должен принять их и беспрекословно им следовать. Так как трактовать эти правила можно по-разному, у разных народов можно встретить различные их модификации (Хейлиген и Кэмпбелл, [24]). Например, в Великобритании автомобили передвигаются по левой половине дороги, в отличие других стран. Изменить установленные правила достаточно сложно, дорого и болезненно, и это встретит сопротивление со стороны местного населения, которое по традиции следует им - особенно если они считают свои правила более выгодными. Глобальная интеграция влечет за собой возможную гармонизацию всех правил, чтобы сделать свободный обмен товарами, услугами, людьми и информацией как можно более подвижным. Это также предполагает уменьшение свободы выбора некоторых социальных групп (например, правительства) устанавливать правила, отличающиеся от тех, которые используются остальными. Это дает таким группам повод для сопротивления интеграции. Например, Европейский Союз, являющийся на сегодняшний день самой успешной попыткой межнациональной интеграции, испытывает постоянное давление при попытке согласовать законы и стандарты, то есть, при попытке создать единое юридическое пространство.

Все еще остается реальной опасностью, что некоторые группы или страны пожелают остаться в стороне от процессов интеграции в мировое сообщество. Вполне вероятно, что будут созданы различные федерации стран, каждая, следуя своим собственным правилам, будет минимизировать обмен с другими. В некоторой степени это произошло во времена холодной войны, когда капиталистические страны были политически и идеологически изолированы от блока коммунистов. Сегодня подобное разделение может произойти между развитыми и развивающимися странами, или странами с христианской традицией и мусульманскими. Возникновение такого разграничения может в принципе привести к появлению нескольких, борющихся суперорганизмов.

Однако есть несколько причин, по которым этот сценарий кажется нереальным. Страна, решившая покинуть международное сообщество, немедленно лишится большого количества преимуществ: ресурсы, продукция, услуги, информация, новые технологии, взаимопомощь. Это значительно замедлит или даже повернет вспять ее развитие по сравнению с прочими странами. Это можно продемонстрировать на примере судьбы "отвергнутых" стран, таких как Ирак, Северная Корея или Албания до падения коммунизма. Все возрастающая отсталость будет подталкивать режим к изменению политики.

Негативное влияние разрыва с остальным миром может быть смягчено, если несколько стран, отвернувшись от остальных, образуют враждебный блок. Однако, холодная война показала, что два враждующих блока, даже если они сопоставимы по размерам, ресурсам или военной мощи, не могут оставаться на одном уровне развития. Из-за ускорения экономического и технического прогресса, небольшая разница в первоначальном состоянии или скорости развития приведут к увеличению разрыва до тех пор, пока всем не станет ясно, что один блок движется вперед значительно успешнее. Это вынудит менее успешного противника пойти на союз с соперником, чтобы перенять его достижения.

Вторая причина невозможности раскола суперорганизма - это процесс гомогенизации предпочтений и стандартов благодаря мировой сети коммуникаций (см. Хейлиген, [34]). Если людям приходится выбирать между конкурирующими, но одинаково ценными вариантами, они выберут тот, который наиболее часто им встречался. Это укрепляет положение наиболее общего варианта, и отбрасывает все прочие альтернативы (см. Артур, [2]). В ситуации ограниченного сообщения между группами, этот процесс может привести к появлению в каждой группе своих стандартов (см. Хейлиген и Кемпбел, [24]), но в период быстрых, всеобщих коммуникаций все группы будут стремиться к выработке одного общего стандарта.

Третья причина интеграции заключается в том, что фундаментальные ценности, лежащие в основе различных политических и этических систем, вполне универсальны. Таким образом, соревнующиеся варианты почти равноценны. Но что, если различные культуры или группы не согласятся по поводу основных ценностей? Например, в некоторых странах смертная казнь считается варварством, в то время как в других отдельные преступления караются смертью. Подобные различия привели мыслителей постмодернистов к утверждению, что ценности определяются и зависимы от конкретной культуры, и поэтому не может быть никакого рационального механизма достижения консенсуса. Даже если мы забудем об "иррациональном" механизме все возрастающих повторений, о котором мы говорили выше, все равно останется надежная почва для консенсуса. Хотя различные религии и идеологии могут не соглашаться друг с другом по поводу конкретных "да" и "нет" (таких как, запрет есть свинину, и соответственно - запрет есть говядину), большинство из них разделяют общие ценности. Все этические системы запрещают убийства, кражи, ложь, инцест и прочее. С позитивной стороны, люди всех культур в основном согласны с такими ценностями как здоровье, дружба, знание, честность, безопасность, равенство, свобода и так далее. Фактически, подобные универсальные ценности можно вывести эмпирически, изучив, какие социально-экономические факторы

соотносятся с человеческим счастьем или удовлетворенностью жизнью в различных социальных группах (Хейлиген и Бернхайм, [21, 22]), и теоретически исследовать, выяснив, какие условия помогают соответствовать требованиям эволюции на уровне индивидуума и общества в целом. Конечный перечень ценностей очень близок к Всемирной Декларации Прав Человека, показывая этим, что с универсальными стандартами можно разумно соглашаться, даже если их практическое воплощение во многих случаях оставляет поле для дискуссий. Развивающаяся мировая сеть может только ускорить обсуждение этих вопросов.

Картина развивающегося мирового организма, которую я обрисовал в данной статье, как и модель Стока [58], вполне оптимистична - хотя возрастающая сложность и ускоряющиеся изменения, сопровождающие эту социальную эволюцию, создадут массу напряжения, конфликтов и беспорядка, общее развитие будет только улучшать ситуацию, увеличивая благосостояние людей, свободу, уровень знаний и всеобщее качество жизни (см. Хейлиген и Бернхайм, [21, 22]), создавая при этом более гибкое, устойчивое и надежное общество. Более того, из-за вовлечения обратной связи, это развитие оказывается вполне устойчивым, и может быть приостановлено только серьезной катастрофой, например, ядерным взрывом или падением астероида. Хотя временной промежуток, в течении которого это произойдет, наиболее слабое место моего прогноза, предположу, что ближайших пятидесяти лет будет достаточно для того, чтобы суперорганизм принял вполне узнаваемые всеми формы.

Список использованных источников:

1. Anderson, P. W., K. J. Arrow, and D. Pines (Eds.) (1988). "The Economy as an Evolving Complex System", Addison-Wesley, Redwood City CA.**
2. Arthur, W. B. (1989) "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events", *The Economic Journal* 99, pp. 106-131. *
3. Ashby W. R. (1964) "[Introduction to Cybernetics](#)", Methuen, London. **
4. Aulin, A. (1982) "The Cybernetic Laws of Social Progress", Pergamon, Oxford, p.31
5. Axelrod, R. M. (1984) "The Evolution of Cooperation", Basic Books, New York. *
6. Bollen, Johan & Heylighen Francis (1996) "[Algorithms for the Self-organisation of Distributed, Multi-user Networks. Possible application for the future World Wide Web](#)", in: *Cybernetics and Systems '96* R. Trappl (ed.), Austrian Society for Cybernetics, Vienna, p. 911-916.
7. Buckminster Fuller R. (1969): "Utopia or Oblivion", (Bantam, New York).
8. Campbell D.T. (1983) "The two distinct routes beyond kin selection to ultrasociality: Implications for the humanities and social sciences." In D. L. Bridgeman, Ed., *The nature of prosocial development: Theories and strategies*. New York: Academic Press, 11-41.
9. Chen, Lee Li-Jen & Brian R. Gaines (1997) "A CyberOrganism Model for Awareness in Collaborative Communities on the Internet", in: *International Journal of Intelligent Systems* 12 1, p. 31-56.
10. Weiser Mark (1993), "Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing," *Communications of the ACM*, July 1993.
11. Kleinberg J. (1998) "[Authoritative sources in a hyperlinked environment](#)", *Proc. 9th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*.
12. Brin S. & L. Page (1998): "The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine," *Proceedings of the 7th International World Wide Web Conference*, April 1998.

13. Hebb, D. O. (1949). "The Organization of Behavior." NY: Wiley.
14. Dawkins R. (1976): "The Selfish Gene", Oxford University Press, New York.
15. Shardanand U. and Maes (1995), "Social information filtering: Algorithms for automating 'word of mouth'", *Proceedings of CHI'95 -- Human Factors in Computing Systems*, p. 210-217.
16. de Rosnay, Jolil (1996) "Homme Symbiotique Seuil", Paris.
17. de Rosnay, Jolil (1986) "Le Cerveau Planétaire", Olivier Orban, Paris.
18. de Rosnay, Jolil (1979) "[The Macroscope](#)", Harper & Row, New York.
19. Drucker Peter Ferdinand (1994) "Post-Capitalist Society Harperbusiness", Fayyad, Usama M. & Uthurusamy, Ramasamy (eds.): *Proc. 1st Int. Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, (AAAI Press, Menlo Park, CA 1995).
20. Gaines, Brian R. (1994) "The Collective Stance in Modeling Expertise in Individuals and Organizations", in: *International Journal of Expert Systems* 71 (1994), p. 22-51.
21. Heylighen F. & Bernheim J. (2000): "Global Progress I: empirical evidence for increasing quality of life", *Journal of Happiness Studies*
22. Heylighen F. & Bernheim J. (2000): "Global Progress II: theoretical arguments and counter-arguments", *Journal of Happiness Studies* [in press]
23. Heylighen F. & Bollen J (1996): "[The World-Wide Web as a Super-Brain](#)", in: *Cybernetics and System '96* (Austrian Society for Cybernetic Studies).
24. Heylighen F. & Campbell D.T. (1995): "[Selection of Organization at the Social Level](#)", *World Futures*:45, p. 181-212.
25. Heylighen F. (1992): "['Selfish' Memes and the Evolution of Cooperation](#)", *Journal of Ideas*, Vol. 2, #4, pp 77-84.
26. Heylighen F. (1992): "[A Cognitive-Systemic Reconstruction of Maslow's Theory of Self-Actualization](#)", *Behavioral Science* 37, p. 39-58.
27. Heylighen F. (1993): "[Selection Criteria for the Evolution of Knowledge](#)", *Proc. 13th Int. Cong. on Cybernetics* (Int. Ass. of Cybernetics, Namur), p. 524-528.
28. Heylighen F. (1996): "[Evolution of Memes on the Network](#)" in: *Ars Electronica Festival 96. Memesis: the future of evolution*, G. Stocker & C. Schupf (eds.) (Springer, Vienna/New York), p. 48-57.
29. Heylighen F. (1997): "Publications on Complex, Evolving Systems: a citation-based survey", *Complexity* 2 (5), p. 31-36.
30. Heylighen F. (1999): "[The Science of Self-organization and Adaptivity](#)", in: *The Encyclopedia of Life Support Systems*
31. Heylighen F. (1999): "[Collective Intelligence and its Implementation on the Web: algorithms to develop a collective mental map](#)", *Computational and Mathematical Theory of Organizations* 5(3), 253-280.
32. Heylighen F. (1999): "[The Growth of Structural and Functional Complexity during Evolution](#)", in: F. Heylighen, J. Bollen & A. Riegler (eds.) *The Evolution of Complexity* (Kluwer Academic, Dordrecht), p. 17-44.
33. Heylighen, Francis (1995): "[\(Meta\)systems as constraints on variation](#)", in: *World Futures: the Journal of General Evolution*.45 (1995), p. 59-85.
34. Heylighen, Francis (1997): "[The Economy as a Distributed, Learning Control System](#)", *Communication & Cognition- AI* 13 (1997) 2-3, p. 207-224.
35. Heylighen, Francis (1996): "Vom World Wide Web zum globalen Gehirn. Die Gestaltung eines Nervensystems für den neuen Superorganismus", in: *Telepolis* 2/96-003 (1996). (URL: <http://www.heise.de/tp/deutsch/special/vag/6060/1.html>).

36. Holland J.H. (1996) "Hidden Order: How adaptation builds complexity", Addison-Wesley 1996.
37. Holland, J. H. (1992) "Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence", MIT Press, Cambridge MA. ***
38. Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E. & Thagard, P. R. (1986) "Induction: processes of inference, learning and discovery", MIT Press, Cambridge MA. *
39. Kauffman S. A. (1995), "At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity", Oxford University Press, Oxford.
40. Kauffman S. A., (1993) "The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution" Oxford University Press, New York. ****
41. Knapp, R. Benjamin & Lusted Hugh S. (1992) "Biocontrollers for the Physically Disabled: a direct link from nervous system to computer", in: *Virtual Reality and Persons with Disabilities: Proceedings*, H.J.Murphy (ed.) (California State University, Northridge).
42. Luhmann, Niklas: (1995) "Social Systems", Stanford CA: Stanford University Press.
43. Maturana, H. R., & Varela, F. J., (1992) "The tree of knowledge: The Biological Roots of Understanding", (rev. ed.), Shambhala, Boston. ***
44. Maturana, Humberto and Varela Francisco: (1980) "Autopoiesis and Cognition: the realization of the living", (Reidel, Dordrecht).
45. Mayer-Kress, Gottfried & Cathleen Barczys: (1995) "The Global Brain as an Emergent Structure from the Worldwide Computing Network, and its Implications for Modelling", in: *The Information Society* 11:1, p. 1-28.
46. Miller, James G.: (1978) "Living Systems", (McGraw Hill, New York).
47. Mingers J. (1994), "Self-producing Systems: Implications and Applications of Autopoiesis." New York: Plenum Publishing.
48. Nicolis, G, and Prigogine, I., (1977) "Self-Organization in Non-Equilibrium Systems", Wiley, New York **
49. Powers W. T. (1973): "Behavior: the Control of Perception", (Aldine, Chicago).
50. Powers W. T. (1989): "Living control systems", (Control Systems Group, Gravel Switch: KY).
51. Robb, Fenton F. (1989) "Cybernetics and suprahuman autopoietic systems", *Systems Practice*, Vol. 2, no. 1 (March (1989), pp. 47-74.
52. Russell P. (1995): "The Global Brain Awakens: Our Next Evolutionary Leap" (Miles River Press).
53. Seeley, Thomas D. (1989) "The honeybee colony as a superorganism", in: *American Scientist*, 77 (1989), p. 546-53.
54. Simon J. L. (ed.) (1995) "The State of Humanity" (Blackwell, Oxford).
55. Simon, H. A. (1981) "The Sciences of the Artificial" (2nd. edition) MIT Press, Cambridge MA. **
56. Spencer, Herbert: (1969) "Principles of sociology", (ed. by Stanislaw Andreski) (MacMillan, London).
57. Starner, Thad, Steve Mann, Bradley Rhodes, Jeffrey Levine, Jennifer Healey, Dana Kirsch, Rosalind W. Picard, and Alex Pentland: (1997) "Augmented Reality Through Wearable Computing", in: *Presence Special Issue on Augmented Reality*, in press.
58. Stock G. (1993): "Metaman: the merging of humans and machines into a global superorganism", (Simon & Schuster, New York).

59. Teilhard de Chardin, Pierre : (1959) "The Phenomenon of Man", Harper & Row, New York.
Глава на русском: <http://dll.botik.ru/educ/PUSTYN/publ/cit/sharden.koi8.html>
60. Turchin, Valentin: (1977) "The Phenomenon of Science. A Cybernetic Approach to Human Evolution", (Columbia University Press, New York).
На русском: <http://dll.botik.ru/educ/PUSTYN/publ/cit/turchin/soderzh.ru.html>
<http://www.ets.ru/turchin/index.htm>
На английском: <http://pespmc1.vub.ac.be/POSBOOK.html>
61. Turchin, Valentin (1981): "The Inertia of Fear and the Scientific Worldview" (Columbia University Press, New York)
На русском: http://orel.rsl.ru/vers_may2000/book_titl/turchin_str.htm
62. Varela, F., (1979) "Principles of Biological Autonomy", North Holland, New York.*
63. von Bertalanffy, L. (1973), "General System Theory" (Revised Edition), George Braziller, New York. *
64. Waldrop, M. Mitchell, (1992) "Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos", Simon & Schuster, New York,. **
65. Wilson E. O. (1992): "The Diversity of Life", (Belknap Press, Cambridge MA).
66. Wolpaw, Jonathan R., McFarland Dennis J., Neat Gregory W. & Forneris C.A. (1991): "An EEG-based Brain-Computer Interface for Cursor Control", in: *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 78 (3), p. 252-259.
67. McFarland, D.J., A.T. Lefkowitz, J.R. Wolpaw: (1997) "Design and operation of an EEG-based brain-computer interface with digital signal processing technology. Behavior Research Methods", *Instruments & Computers* 29(3), 337-345.
68. Zeleny M. (Ed.) (1981), "Autopoiesis: A Theory of Living Organization", North Holland, New York.

Перевод Марины Байковой, редакция Михаила Бурцева mr.bur@beep.ru.

.pdf - редакция М. Сухарева.

Библиотека [Учкома](#) и [Виртуальной Пустыни](#)