

От интеллекта индивидуума к интеллекту человечества

Еремин А.Л. От интеллекта индивидуума к интеллекту человечества // Природа РАН, 2004. - №4. – С. 23-28.

От интеллекта мозга к интеллекту человечества

© Еремин А.Л., 2004

Кафедра фундаментальной и профилактической медицины

Краснодарского муниципального медицинского института

Насколько мы приблизились к ноосфере — по В.И.Вернадскому, «сфере ведущего значения разума» (от греч. νοο — разум), характеризующейся тем, что «преобразовались средства связи», «человечество стало единым, поднялось благосостояние трудящихся, наступило равенство всех людей и войны исключились из жизни общества» [1]? По мнению нашего выдающегося соотечественника, человечество вступило в новую эпоху уже в 30-х годах XX в. Однако в то время население Земли приближалось всего лишь к 1 млрд; телевизоров, компьютеров, сотовых телефонов, спутниковой и Интернет-связи не было; человечеству предстояло еще испытать ужасы второй мировой войны. Настоящий прорыв во всех отношениях был впереди.

Хроника информационного взрыва

Открытия и изобретения во второй половине XX в. привели к буму в развитии информационных технологий, средств связи и средств массовой информации. В итоге к концу века чрезвычайно возросли потоки информации, производимой, хранимой, передаваемой с помощью бесчисленного количества книг, газет, принтеров, ксероксов, радиоприемников, магнитол, фото- и кинокамер, факсов и модемов, компьютеров, телефонов, телевизоров спутников.

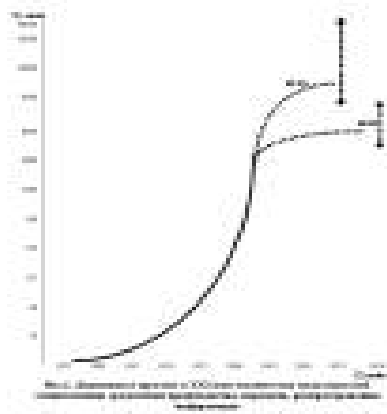
Проследим, как росло число пользователей перечисленной техникой. 1876 г. — А.Белл патентует телефонный аппарат. К концу XX в. количество телефонов достигло 700 млн [2]. В 1983 г. в мире насчитывался 1 млн абонентов сотовых телефонов, в 1990 г. — 11 млн. Распространение сотовых технологий делало этот сервис все более дешевым, качественным и доступным. В результате, по данным Международного телекоммуникационного союза, 1995 г. в мире стало 90.7 млн владельцев сотовых телефонов, а за последующие шесть лет их число выросло более чем в 10 раз — до 956.4 млн. По состоянию на сентябрь 2003 г. уже 1.29 млрд человек пользовались сотовыми телефонами. Предполагается, что к 2007 г. их количество увеличится почти вдвое и перешагнет за 2.15 млрд (данные Washington ProFile).

1895 г. — послан первый радиосигнал (Г.Маркони и А.С.Попов). «Эра радио» началась в 1906 г. В 1929 г. был сделан автомобильный радиоприемник, и уже в начале 1930-х годов ежедневная мировая радиоаудитория превысила 50 млн человек. 1923 г. — В.К.Зворыкин создал телевизор. В 1936 г. регулярные телепередачи начались в Великобритании и Германии, в 1941 г. — в США. К концу XX в. телевизоров — 1160 млн [2]. 1952 г. — запатентован транзистор, что послужило началом очередного витка технологической революции: транзисторы позволили создать компьютер UNIVAC (именно от этого события ведет отсчет современная эпоха компьютеризации). В 1977 г. компания Apple начала массовое производство первых персональных компьютеров. К концу XX в. число компьютеров — 200 млн [2]. 1957 г. — начало разработки сети без главного компьютера; 1969 г. — первые четыре компьютера соединены сетью с коммутацией пакетов; 1983 г. — все компьютеры сети ARPANet перешли на протокол Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP), позволивший подключаться к Интернету через телефонные линии; 1989 г. — Т.Бернерс-Ли разработал технологию гипертекстовых документов — язык Hyper Text Markup Language (HTML), который лег в основу самой известной в настоящее время службы Интернета World Wide Web (WWW). Сейчас в мире насчитывается более 3 млрд интернет-сайтов, Интернет связывает 172 млн хостов и 689 млн человек (данные на 23 июля 2003 г., Washington ProFile).

Что же может ожидать нас в будущем?

Представляя прогнозы по различным глобальным показателям, необходимо помнить, что достоверность предсказаний падает с ростом лага, поскольку трудно или даже невозможно учесть новые факторы, которые могут вступить в игру [3]. Следует с большой осторожностью оценивать будущие значения на основе принятой экстраполяции и дисперсии отклонений, имевших место в прошлом. Объем передаваемой в мире информации увеличивается экспоненциально. Столь резкая динамика, при относительно малой инерции этой отрасли, затрудняет экстраполяцию существующей зависимости в будущее.

Между тем сложно избежать соблазна хотя бы обозначить наметившуюся к XXI в. характерную тенденцию роста количества пользователей техническими информационными средствами: если инерция исчерпается и охвачена будет лишь обеспеченная часть цивилизованного населения, произойдет стабилизация на минимуме (min на рис.1), если же существующее расслоение общества сотрется и будет вовлечено все мировое прогнозируемое население — на максимуме (max на рис.1).



Совместная глобальная деятельность людей, объединяющихся в человечество с единым информационно-интеллектуальным потенциалом, привела во второй половине XX в. к основанию ООН, покорению атомной энергии и космоса, организации спутникового

телевидения и всемирных энергетической, телефонной, компьютерной сетей и пр. Информация становится теперь фактором окружающей среды, влияя на общественное и индивидуальное здоровье. Пришло время новой дисциплины — информационной экологии [4]. Опираясь на представления о физиологии человека, она должна ответить на вопрос, как мозг в ходе своей аналитико-синтетической деятельности взаимодействует с информацией. На основе известных физиологических информационных феноменов уже сформулированы закономерности информационной экологии [4, 5].

Информационные связи между людьми в наше время стали столь насыщенными, что носителем отображенной объективной реальности, возникающей в процессе взаимодействия отдельных личностей, групп людей и человечества с внешним миром, следует считать человечество в целом. Начинают появляться и зависящие от этого регулятивные функции (в поведении, деятельности, принятии решений) если не всего человечества, то больших групп людей. Можно утверждать, что к началу XXI в. сформировалась и продолжает совершенствоваться «психика человечества».

Уровни иерархии	Параметры	Мозг человека	Человечество
1	Число компонентов	~10 ¹¹	~10 ¹⁰
2	Число связей	~10 ¹⁵	~10 ¹⁴
3	Число каналов	~10 ¹²	~10 ¹¹
4	Число узлов	~10 ¹⁰	~10 ⁹
5	Число уровней	~10 ⁸	~10 ⁷
6	Число функций	~10 ⁶	~10 ⁵
7	Число процессов	~10 ⁴	~10 ³
8	Число результатов	~10 ²	~10 ¹

Языком цифр

Чтобы «нащупать» закономерности информационной экологии, полезно сравнить параметры таких информационно функционирующих систем, как мозг и человечество в целом. Для детализации проведем сравнение при разных масштабах: выделим несколько уровней иерархии, соответствующих естественным структурным подсистемам, рис.2. Примечательно, что в обоих случаях удастся уложиться в 6-7 ступеней иерархии и в 10 порядков размера. Количества компонентов, составляющих структуру различных уровней, сопоставлены в таблице. Конечно, собранные там данные носят оценочный характер: нет пока единого мнения о числе нейронов в мозге человека [6, 7]; прогнозы численности человечества в предполагаемом максимуме в XXII в. также различаются: 12.5—14 млрд дают прогностические математические модели С.П.Капицы [8], 11.6—40 млрд — расчеты экспертов ООН. Сильный разброс имеет и число человек в социуме континентов: от $3 \cdot 10^7$ в Австралии до $3.7 \cdot 10^9$ в Азии, и население стран, и численный состав фирм, институтов, и т.д. Тем не менее, можно принять соотношения по численности, приведенные в средней колонке. Относительно других параметров таблицы, характеризующих коммуникативные связи, следует сделать некоторые пояснения. Каждая нервная клетка может быть связана нервными отростками и синапсами, по разным данным, с 500—3500 [9—11] клетками. С каким количеством клеток она способна «общаться» одновременно, пока не изучено. Каждый человек ограничен в удержании внимания и сосредоточенном восприятии и обычно в текущий момент связывается только с одним информационным источником. Из психологии и менеджмента известно, что коллегиально принятые решения оказываются оптимальными для коллектива в $10—10^2$ человек. С помощью средств связи человек неодномоментно общается с $\approx 10^2$ абонентами. Скорость коммуникации в мозге определяется быстротой прохождения импульса по нервным волокнам [9]. А скорость

зрительных, звуковых коммуникаций между людьми с помощью специальных средств связи и без них лежит в интервале от скорости звука до скорости света.



Рис. 2. Иерархия структурных форм и размеры уровней организации интеллектуальных систем мозга и человечества

Расстояние между компонентами в центральной нервной системе находится в диапазоне от промежутка между нервными клетками и другими возбудительными образованиями (в синапсах) до расстояния между анализирующими и исполнительными органами. В человеческом сообществе имеем дело с интервалом от дистанции при межличностном речевом общении до длины экватора Земли при коммуникациях, использующих специальные средства (телефон, телевидение, компьютерные сети). Общая длина нервных отростков известна, но общая протяженность всех человеческих коммуникаций не определена. Можно оценить ее как количество пользователей специальных средств связи, умноженное на максимальную длину связи.

Быстродействие «вычислительных функций» нервного импульса складывается из периода возбуждения (3 мс) и рефрактерного (невосприимчивого) периода, со сниженной возбудимостью (6 мс); быстродействие нейронов — 10^2 операций в секунду [6]. Для мозга человека как «компонента человечества» подобную характеристику ввести трудно, между тем известно быстродействие искусственных средств связи и обработки информации: у микропроцессоров ЭВМ — 10^6 — 10^{12} операций в секунду. Правда, количество быстродействующих ЭВМ несравнимо меньше числа нейронов в мозге или людей на Земле.

Из сравнения данных, представленных в таблице, ясно: имея примерно равное количество «компонентов», мозг в сопоставлении с человечеством является функционально медленной, но компактной информационно-интеллектуальной системой. Следует отметить, что возможности хранения информации человеком огромны, но ограничены — временем жизни человека, свойствами «белковой памяти» и наследственностью. Существующие же и потенциальные возможности хранения информации у человечества пределов практически не имеют (в случае упорядоченного отбора, накопления и защиты от разрушения).

Человечество — автономная интеллектуальная биосистема

В физиологии У.Р.Мотурана [12] и Ф.Варела [13] доказали организационную замкнутость биологических систем в трех случаях: клеточной системы (компоненты — молекулы,

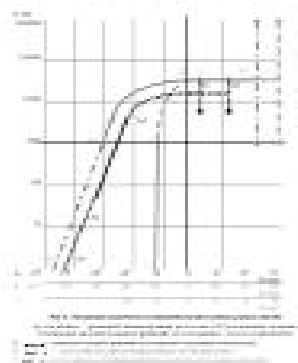
взаимодействия — химические процессы); иммунной системы (компоненты — клоны лимфоцитов, взаимодействия — процессы молекулярной коадаптации между поверхностными детерминантами лимфоцитов); нервной системы (компоненты — нейроны, взаимодействия — состояния относительной активности, распространяемой посредством синаптических соединений).

Анализируя сравнительные данные, представленные в таблице, можно сделать вывод, что человечество по своим информационным функциональным параметрам приближается к потенциалу нервной системы человека. Может быть, человечество в информационном плане тоже является единой целостной автономной организационно-замкнутой системой? Компоненты в «системе человечества» — это, естественно, люди; а роль взаимодействия играют информационные процессы (межличностные, групповые, в том числе с помощью специальных средств). Если принять гипотезу об автономности человечества, следует ожидать, что ему присущи все соответствующие характеристики [13], в том числе целостность в физическом пространстве, воспроизводство составных частей и т.д. Последнее обеспечивается благодаря взаимным контактам составных частей — так рекурсивно воссоздается сеть тех взаимодействий, которые их же произвели. Сама сеть возникает как некое единство в пространстве, в котором существуют данные составные части, устанавливая границы и обособляясь таким образом от фона.

Можно предположить, что в XXI в. человечество приближается за счет закономерностей эволюции (роста и достижения максимума населения Земли) и исторического развития цивилизации (науки, современных средств связи) к формированию «глобального разума» человечества. Остается вопрос — называть его «естественным разумом» или сформированным в том числе с помощью специальных средств связи и обработки информации «искусственным интеллектом».

Прихоти эволюции

Теперь сравним эволюционные характеристики систем. На протяжении истории численность человечества возрастает от двух первочеловеков до примерно 70 млн человек (XX в. до н.э., на рис.3 — отрезок A1—A2), около 300 млн (к началу н.э.), около 1 млрд (к 30-м годам XX в. н.э.), 6 млрд к концу XX в. (на рис.3 — A2—A3) и может достигнуть своего максимума в 12.5—14 млрд [8] или даже в 40 млрд (в XXI—XXII вв., на рис.3 — A3—A4).



В процессе эволюционного развития организмов (филогенеза) численность нервных клеток увеличивается от 1-2 нервных клеток (у многоклеточных организмов, беспозвоночных), от сетевидных (у кишечнорастворных многоклеточных) и узловых (кольчатые черви) нервных систем к нервным системам позвоночных, млекопитающих,

высших приматов (1 млрд клеток у шимпанзе; эволюция за 3.5 млрд лет, на рис.3 — B1—B2). В процессе антропогенеза происходит рост от 1 млрд нервных клеток у прародителей — человекообразных обезьян, через стадии австралопитека, *Homo habilis*, питекантропа, *H.sapiens*, неандертальца до 10—100 млрд нервных клеток у современного человека (эволюция за 5 млн лет, на рис.3 — B2—B3; стадия стабильности — 40 тыс. лет на рис.3 — B3—B4). Онтогенез (индивидуальное развитие), как известно, есть быстрое и краткое повторение филогенеза. Онтогенез головного мозга берет свое начало от 1-2 первичных эмбриональных клеток, увеличивающихся в количестве при дроблении и делении на стадиях бластулы—гастролы—морулы, формирующих соответствующий зародышевый лепесток и его дифференцировку. Объем головного мозга новорожденного достигает 375 см³ (на рис.3 — C1—C2), к 10 годам жизни мозг вырастает до 1300 см³. При этом, с одной стороны, утверждают [10], что сроки генерации нейронов коры больших полушарий составляют 65 дней из всей длительности периода внутриутробного развития (280 дней) и нейрогенез во всех отделах мозга заканчивается в пренатальном периоде, а с другой — морфофункциональное созревание структур мозга заканчивается к 13 годам и окончательное морфофункциональное становление следует относить к 16-17-летнему возрасту [14] (на рис.3 — C2—C3). Стадия стабильности — около 50—70 лет (на рис.3 — C3—C4).

У графиков, представленных на рис.3, можно отметить сходство по трем пунктам.

Во-первых, есть сходство в восходящей со временем кривой роста количества «компонентов» (которую можно обозначить как «развертку разума» или «нооэволюцию»). Индивидуальное развитие в материнском организме подобно работе уникального реактора, в котором увеличение числа интеллектуальных компонентов (от 1 до 10⁹) происходит за 9 мес с чрезвычайно высокой скоростью («10⁹ интел. компонент/год»), по сравнению со временем в 40 тыс. лет, которое понадобилось для этого человечеству («10⁵ интел. компонент/год»), и с 3.5 млрд лет — временем эволюции нервных систем («10 интел. компонент/год»).

Во-вторых, близкими оказываются точки достижения «критического количества интеллектуальных компонентов», когда система становится интеллектуальной, — $n \geq 10^9$. Эта точка может характеризовать «ноореволюцию» — переход развертки информационной системы в качественно новую автономно-интеллектуальную, разумную систему, способную к распространению интеллектуальной энергии во внешнюю среду. Возможно, феномен начала интеллектуальной деятельности сравним с достижением критической массы радиоактивного вещества — каждая частица такого вещества обладает радиоактивностью, но цепная реакция, необходимая для ядерного взрыва, может начаться, только если в одном месте будет сконцентрирована определенная масса.

Наконец, похожи также прямые, свидетельствующие о стабильном количестве компонентов (прямая может характеризовать наступившую «ноосферу» при достижении информационно-интеллектуальной системой автономности).

Напрашивается вывод: эволюция численности человечества повторяет эволюцию численности нервных клеток в филогенезе и онтогенезе мозга человека. Возможно, некоторые количественные, а соответственно, зависящие от них качественные информационные, функциональные, параметрические, характеристики эволюции человечества близки к таковым для филогенеза и онтогенеза головного мозга человека.

Иными словами, в развитии человечества как единой целостной автономной интеллектуальной биосистемы (начиная от его зарождения и кончая современным

состоянием) кратко повторяются отдельные черты эволюции, пройденной нервной системой (от простейших форм в древние времена до настоящего мозга человека), и более подробно — некоторые характеристики эволюции, которую проходит индивидуальный головной мозг человека (от эмбриональных клеток до развитого структурно-функционального состояния).

Вышеизложенные данные и результаты будущих исследований могут группироваться в рамках учения о «ноогенезе» - процессе развертки в пространстве и развития во времени (эволюции) интеллектуальных систем. Ноогенез, очевидно, представляет собой совокупность закономерных, взаимосвязанных, характеризующихся определенной временной последовательностью структурных и функциональных преобразований всей иерархии и совокупности взаимодействующих между собой относительно элементарных структур и процессов, начиная от формирования и обособления разумной системы до смерти (в ходе онтогенеза мозга человека) или современности (филогенез нервных систем организмов; эволюция человечества, как автономной интеллектуальной системы). Поиск параллелей между становлением человека и человечества должен быть продолжен: он может дать основу для уверенности, что интеллект человечества справится с проблемами, возникающими в ходе его развития.

Литература

1. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М., 1988.
2. Пайк М. Internet в подлиннике. СПб., 1996.
3. Бялко А.В. Мир на стыке веков // Природа. 2001. №1. С.16—19.
4. Еремин А.Л. Информация и здоровье. Модели безопасного информационного поведения. СПб., 2001.
5. Eryomin A.L. // International Journal of Environmental Studies. 1998. V.54. P.241—253.
6. Иваницкий Г.Р. Нейроинформатика и мозг. М., 1991.
7. Механизмы деятельности мозга человека. Часть I. Нейрофизиология человека / под ред. Н.П.Бехтеревой. Л., 1988.
8. Kapitza S.P. Population growth, sustainable development and the environment// World culture report. Culture, creativity and markets. UNESCO, 1998. P. 24-32.
9. Воронин Л.Г. Физиология высшей нервной деятельности. М., 1979.
10. Максимова Е.В. Онтогенез коры больших полушарий. М., 1990.
11. Сергеев Б.Ф. Ступени эволюции интеллекта. Л., 1986.
12. Maturano U., Varela F. Autopoiesis and cognition. Dordrecht, 1980.
13. Varela F. Aiilonomie und Autopoiese// Schmidt S. (Hrsg.) Der Diskurs des Raikalen Konstruktivismus. Frankfurt am Main, 1996. S.I 19—132.1
4. Фарбер Д.А. Онтогенез мозговых структур // Естественнаучные основы психологии / Под ред. А.А.Смирнова, А.Р.Лурия, В.Д.Небылицына. М., 1978. С.255—277.